Sistema Agropecuário de

Produção Sustentável

Itamar Pereira de Oliveira
Wilson Mozena Leandro
Kátia Aparecida de Pinho Costa
Antônio Eduardo Furtini Neto

Universidade Federal de Goiás

Reitor
Edward Madureira Brasil
Vice-Reitora
Sandramara Matias Chaves

Diretora do Cegraf UFG
Maria Lucia Kons

Conselho Editorial deste livro

Profa. Dr. Eliana Paula Fernandes Brasil
Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás

Prof. Dr. Marcos Alberto Lana
SLU - Swedish University of Agricultural Sciences

Profa Dra. Katia Aparecida de Pinho Costa
Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde

Técnico Superior Wayron Araújo de Castro
Cooperativa Mista do Sudoeste Goiano

SISTEMA AGROPECUÁRIO DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL

Itamar Pereira de Oliveira
Wilson Mozena Leandro
Kátia Aparecida de Pinho Costa
Antônio Eduardo Furtini Neto
(organizadores)

Cegraf UFG, 2021

© Cegraf UFG, 2021
© Itamar Pereira de Oliveira, Wilson Mozena Leandro, Kátia Aparecida de Pinho Costa, Antonio Eduardo Furtini Neto, 2021

Revisão técnica
Wilson Mozena Leandro

Capa e editoração eletrônica
Julyana Aleixo Fragoso

Ilustração
Itamar Pereira de Oliveira

https://doi.org/10.5216/SIS.ebook.978-65-89504-73-3/2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

GPT/BC/UFG

S623 Sistema de produção agropecuário sustentável [E-book] / organizadores, Itamar Pereira de Oliveira ... [et al.]. – Goiânia: Cegraf UFG, 2021.
1526 p. : il.

Inclui referências.
ISBN (E-book): 978-65-89504-73-3

1. Agropecuária. 2. Sustentabilidade e meio ambiente. 3. Pastagens. 4. Plantas forrageiras - Solos. 5. Nutrição animal. I. Oliveira, Itamar Pereira de.

CDU: 631

Bibliotecária responsável: Adriana Pereira de Aguiar / CRB1: 3172

Sobre os organizadores

ITAMAR PEREIRA DE OLIVEIRA
Eng. Agr. Mestrado em Fitotecnia, Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas. Pós-doutorado em Solos Tropicais. Pós-doutorado em Forragicultura. Autor e revisor e organizador do livro. Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão.

WILSON MOZENA LEANDRO
Eng. Agr. Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas. Doutorado em Produção Vegetal. Revisor técnico. Professor em Conservação do solo e Manejo Agroecológico.

KÁTIA APARECIDA DE PINHO COSTA
Zootecnista, Doutora em Ciência do Solo, área de concentração: Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. Professora do Instituto Federal Goiano, membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias/Agronomia.

ANTÔNIO EDUARDO FURTINI NETO
Agrônomo mestrado em Agronomia doutorado em Agronomia. Professor da Área de Fertilidade do Solo e Adubação. Pesquisador e gerente de Geração e Difusão de Tecnologias da COMIGO - Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano, atuando em culturas de grãos na região sudoeste de Goiás.

Agradecimentos

Os participantes desta revisão gostariam de agradecer a todas as pessoas que contribuíram para a conclusão desta obra.

A Prof.ª Kátia Aparecida de Pinho Costa, minha supervisora de Pós-doutoramento, orientadora que sempre nos colaborou com a sua coragem e conhecimentos, procurando fortalecer em cada um de nós, discentes, a qualidade e a sabedoria nem sempre presentes nas atividades de aprendizagem.

A direção e seus auxiliares que colocaram a infraestrutura necessária para a realização dos trabalhos nos diferentes estágios de realização.

Nossos agradecimentos são dirigidos também a todos aqueles que colaboraram com informações sobre diferentes assuntos que complementaram os capítulos individuais autorais que fazem parte desta publicação.

Aos professores que mostraram a direção para realização dos trabalhos que melhor se adaptavam ao formato e conteúdo das atividades técnicas e científicas.

Ao apoio e respeito, com que nos assistiram colaborando com os autores para uma convivência de aceitação e incentivo para a realização dos trabalhos. As sociedades rio-verdense e goianiense, que sempre nos deram abrigo, apoio e calor humano quando a saudade das diferentes regiões de nossa origem batia em nossos portões.

Especial agradecimento aos colegas do laboratório e dos laboratórios vizinhos sempre nas tarefas quando se precisava de uma ajuda física ou mecânica para nos socorrer por deficiência de tempo, volume de trabalho e pouco conhecimento no manejo de máquinas.

Gostaríamos de expor todo o nosso agradecimento, que em nenhum momento nos foi negado, fazendo nos lembrar de que a mesma ajuda que tivemos deve ser recordada uma vez que a vida para ser bem vivida inclui amizade, ajuda e disponibilidade mútua. Por isso, desejamos na mesma intensidade para nossos colegas, do ambiente saudável que pudemos gozar de suas companhias durante o tempo em que convivemos na mesma sociedade.

Almejamos para os diretores, gestores e auxiliares o mesmo ambiente que nos foi colocado à disposição para sentir que a solidariedade humana ainda existe e que pudemos compartilhar com todos do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde e da Universidade Federal de Goiás e o Instituto de Ciência e Tecnologia Comigo (ITC).

Reconhecemos que a existência dessas pessoas amigas será sempre lembrada em forma de agradecimento desejando que as coisas boas e outras bem intencionadas puderam contribuir em todas as passagens que nós humanos pudemos atravessar. Esse tempo de convivência resultou em ganho de experiências positivas imensuráveis, que não existem.

Um agradecimento especial para as pessoas que se prontificaram com todo conhecimento e compromisso de cada área para facilitar o término do trababalho, como o reitor da Universidade Federal de Goiás, Magnífico Dr. Edward Madureira Brasil e antes do coordenador do PRONERA, Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro; do Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde, Prof.ª Dr Kátia Aparecida de Pinho Costa e Prof Adriano Jakelaitis; e do Gerente de Geração e Difusão do Instituto de Ciência e Tecnologia COMIGO (ITC) Dr. Antonio Eduardo Furtini Neto e do veterinário Dr. Ubirajara Oliveira Bilego da COMIGO – Rio Verde.

IR PARA SUMÁRIO

SUMÁRIO

Sobre os autores 5
Agradecimentos 6
Prefácio 12
Apresentação 14

Capítulo 1

CONHECIMENTOS GERAIS SOBRE MANEJO DE PASTAGEM 16

Itamar Pereira de Oliveira, Kátia Aparecida de Pinho Costa, João Victor Campos Pinho Costa, Arminda Moreira de Carvalho, Adriano Jakelaits, Wayron Araújo de Castro, Victor Costa e Silva, Mariane Porto Muniz

Capítulo 2

MORFOLOGIAS DE PLANTAS FORRAGEIRAS E SUA RELAÇÃO COM AS PASTAGENS 128

Fábio Adriano Santos e Silva, Itamar Pereira de Oliveira, Milena Rizzia Ferreira de Souza, Mariane Porto Muniz, Arminda Moreira de Carvalho, Adriano Jakelaiti, Patricia Soares Epifanio, Victor Costa e Silva, Wayron Araújo de Castro

Capítulo 3

CRESCIMENTO DAS PLANTAS FORRAGEIRAS: UMA ABORDAGEM EM NÍVEL DE PERFILHO 215

Fábio Adriano Santos e Silva, Mariane Porto Muniz, Emizael Menezes de Almeida, Patrick Bezerra Fernandes, Jaqueline Rosemeire Verzignassi, Josélia Quaresma da Silva

Capítulo 4

FORRAGEIRAS, RAÇAS E AMBIENTE PARA PASTAGENS 235

Wender Ferreira de Souza, Itamar Pereira de Oliveira, Wayron Araújo de Castro, Katia Aparecida de Pinho Costa , Eduardo da Costa Severiano, Mariana Borges de Castro Dias, Matheus Moreira Marques

Capítulo 5

MÁQUINAS TRADICIONAIS PARA REFORMA DE PASTAGEM.....295

Itamar Pereira de Oliveira, Alex de Souza Ayres, Wayron Araújo de Castro, Eduardo da Costa Severiano, Rogério de Araujo Almeida, Wender Ferreira de Souza, Matheus Moreira Marques

Capítulo 6

ACIDEZ E CORREÇÃO DO SOLO PARA IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO 354

Itamar Pereira de Oliveira, Alex de Souza Ayres, Wayron Araújo de Castro, Wender Ferreira de Souza, Matheus Moreira Marques, João Paulo Vilela de Castro

Capítulo 7

ADUBAÇÃO MINERAL DE FORRAGEIRAS 411

Itamar Pereira de Oliveira, Wender Ferreira de Souza, Daniel Augusto Alves Teixeira, Jessika Torres da Silva, João Paulo Vilela de Castro, Carolina Brom Aki Oliveira

Capítulo 8

FORMAÇÃO DE PASTAGEM E PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DA FORRAGEM PARA A NUTRIÇÃO ANIMAL.....508

Itamar Pereira de Oliveira, Wayron Araújo de Castro, Wender Ferreira de Souza, Katia Aparecida de Pinho Costa, Victor Costa e Silva, Daniel Augusto A. Teixeira

Capítulo 9

SILAGEM PARA PRODUÇÃO DE BOVINOS.....570

Itamar Pereira de Oliveira, Milena Rizzia Ferreira de Souza, Katia Aparecida de Pinho Costa, Wilson Mozena Leandro , Wayron Araújo de Castro, Wender Ferreira de Souza

Capítulo 10

PRODUÇÃO DE FENO 659

Itamar Pereira de Oliveira, Wilson Mozena Leandro, Wender Ferreira de Souza, Wayron Araújo de Castro, Mariana Borges de Castro Dias

Capítulo 11

FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO COM ÊNFASE EM PASTAGEM 733

Itamar Pereira de Oliveira, Arminda Moreira de Carvalho, Alecsandra Duarte de Oliveira, Thais Rodrigues de Souza, Patrícia Soares Epifanio, Wender Ferreira de Souza, Wayron Araújo de Castro, Victor Costa e Silva

Capítulo 12

MANEJO DE PLANTAS DANINHAS EM PASTAGENS 866

Neivaldo Tunes Caceres, Pedro Eduardo Rampazzo, Suzete Fernandes Lima, Adriano Jakelaitis

Capítulo 13

IRRIGAÇÃO DE PASTAGEM 933

Itamar Pereira de Oliveira, Marconi Batista Teixeira, Victor Costa e Silva, Carolina Brom Aki de Oliveira, Wender Ferreira de Gouza, Wayron Araujo de Castro, João Paulo Vilela de Castro

Capítulo 14

NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE 982

Itamar Pereira de Oliveira, Ubirajara Oliveira Bilego, Victor Costa e Silva, Eduardo Valcácer Brandstetter

Capítulo 15

NUTRIÇÃO DE BOVINO DE CORTE 1108

Itamar Pereira de Oliveira, Ubirajara Oliveira Bilego, Wender Ferreira de Souza

Capítulo 16

SUPLEMENTAÇÃO MINERAL EM BOVINOS 1207

Ubirajara Oliveira Bilego, Amoracy José Costa Nuñez, João Restle, Itamar Pereira de Oliveira

Capítulo 17

NOÇÕES BÁSICAS DE SOLO PLANTA AMBIENTE 1249

Itamar Pereira de Oliveira, Wilson Leandro Mozena, Daniel Augusto A. Teixeira, Adriano Jakelaitis, Fábio Fabiano Santos e Siva, Eduardo Valcácer Brandstetter

Capítulo 18

O USO DOS BOVINOS LOCAIS BRASILEIROS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS: RAÇAS CURRALEIRO PÉ-DURO E PANTANEIRO 1352

Maria Clorinda Soares Fioravanti, Raquel Soares Juliano, Gisele Aparecida Felix, Marcelo Corrêa da Silva, Maria Ivete de Moura, Thais Miranda Silva Freitas, Marcos Fernando Oliveira e Costa, Ana Cláudia Gomes Rodrigues Neiva, Elias de Pádua Monteiro

Capítulo 19

SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL EM BASE AGROECOLOGICA E ORGÂNICA 1426

Wilson Mozena Leandro, Euclides Reuter de Oliveira, Marcos Alberto Lana, Luiza C. Campos, Mariane Porto Muniz, André Luiz Rodrigues Silveira, Leniany Patrícia Moreira, João Paulo Vilela de Castro

Capítulo 20

SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA 1465

Itamar Pereira de Oliveira, Kátia Aparecida de Pinho Costa, Eduardo da Costa Severiano, João Victor Campos Pinho Costa, Lourival Vilela, Mariana Borges de Castro Dias, Nariane Coelho de Oliveira, Stella Mendes Pio de Oliveira, João Antônio Gonçalves e Silva

Capítulo 21

PRODUÇÃO DE SILAGEM EM SISTEMAS INTEGRADOS 1506

Kátia Aparecida de Pinho Costa, Alessandro Guerra da Silva, Lourival Vilela, Itamar Pereira de Oliveira, Mariana Borges de Castro Dias, Ana Paula Gomide, Nariane Coelho de Oliveira, Stella Mendes Pinho de Oliveira

Prefácio

Essa revisão partiu de um momento de uma equipe incentivada em aproveitar informações importantes antes que sejam esquecidas pelas plateias futuristas que se preocupam apenas com o seu tempo especialmente o atual. Os artigos, ditos científicos, atualmente são feitos de acordo com o interesse da época onde se admira aquilo que causa impacto. Tem-se esquecido de memorizar que a boa tecnologia não tem época. Sua qualidade atravessa tempo e compete com máquinas e motores de última geração, que apresentam potência suficiente, para chegar a planetas de outras galáxias.

Com isso tem-se perdido informações de apenas cinco anos ou menos, isto se os resultados da pesquisa tiverem sido entregues a periódicos, em outros idiomas, que sem explicação preferem um idioma que não sejam o português. Não sei a questão de valores, mas, o trabalho e o dinheiro de pesquisa foram entregues sem ônus ao periódico, que lhe garanta os direitos autorais depois ainda de se pagar pela correção e impressão da pesquisa realizada, que não são baratos. Pouco é levado em consideração sobre o crédito da publicação, importante é publicar para exibir a capacidade individual do pensador de memória iluminada.

Ainda, a moda ultimamente é surfar, sem direção, pensando que tudo que é bom é o novo, mas se esquece que o novo inclui pessoas. Em menos de uma década foi perdido muito do tempo dos pesquisadores bem-intencionados que exigiu dos autores originais dias, noites, meses, anos ou uma existência em que poderiam ter sido usados em horas de descanso, entre colegas, amigos e família. Bons trabalhos científicos foram realizados, boas discussões foram positivamente debatidas, conclusões fo-

IR PARA SUMÁRIO ▲

ram tiradas e várias delas resultaram em produção e produtividade, mas, que conseguem, muitas vezes, serem reduzidas em uma linha apenas. Os padrões foram e estão massacrados a tal ponto em que muitos tiram vantagem de serem autores de uma criação anteriormente vista a mais de duas décadas. Muda-se nomes, formatos e teorias sobre um assunto visto por poucos em função da pouca divulgação do trabalho original.

Enquanto isso, pouco se tem criado nacionalmente, embora tem-se investido bastante, mas não suficiente, uma vez que um artigo publicado com todas as leis de cada país tira não somente os dados obtidos nacionalmente, mas, também a criatividade do executor.

Ao patrocinador, o país tem ao oferecer de graça a mão de obra tecnificada ao vizinho amigo. Enquanto isso, as revistas nacionais ficam à deriva de alguns conselhos competindo com os autores originais em luta acirrada. Assim, é necessário incentivar a juventude mais interessada em conhecimento e produção e que valorize os verdadeiros cientistas que conseguiram manter a pesquisa em atividade com os poucos recursos investidos.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Apresentação

Esta revisão foi realizada tentando mostrar várias áreas sobre pastagem desde implantação até o consumo de forrageiras e complementação de alimentação de bovinos evitando atingir objetivos econômicos ou financeiros, uma vez que a proposição era selecionar tecnologias viáveis de uso pelo agropecuarista em períodos de tempo passados e mostrar as tendências nos dias atuais.

Não se preocupou sobre modernidades uma vez que tecnologias de países em desenvolvimento estão relacionadas com maior intensidade em criatividade e dedicação. Procurou–se, com esse pensamento, apenas colocar em evidência alguns bons resultados de pesquisa de vários colegas em reforma de pastagem e criação de animais, que facilitem várias sequências de trabalho de uso prático e, execução, em campo e laboratório, com objetivos básicos de criar escolhas de caminhos de caráter sustentável sem modismo ou apelo comercial. A pesquisa literária cobriu os campos de conhecimentos gerais sobre pastagem, recuperação e renovação de pastagem, acidez do solo, adubação mineral do solo, silagem como alimento animal, produção de feno, fixação biológica em pastagem, irrigação, máquinas de uso prático, manejo de plantas daninhas, irrigação, nutrição mineral de forrageiras.

O foco central foi relacionado com a forrageira, com a situação das pastagens brasileiras e a importância da exploração agropecuária. Foram discutidas renovação e recuperação de pastagem considerando que aproximadamente 70% das pastagens brasileiras apresentam algum nível de degradação. Ao mesmo tempo, foram consideradas as características ácidas e a fertilidade dos solos como leito de desenvolvimento básico do gado brasileiro.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Ficaram evidenciados as condições ácidas e de relativa fertilidade dos solos brasileiros, com ênfase no cerrado, os processos de correção do solo e recomendações de fertilizantes.

Algumas informações foram relacionadas com as características climáticas, que influenciam o comportamento da forrageira em pasto e sob o trânsito animal nas áreas de pastagem. Foram complementadas as discussões sobre o comportamento das forrageiras sob irrigação, uso de máquinas em nível condizente com a maioria dos agropecuaristas brasileiros. Associada à manutenção de umidade foi estudado o consumo de água pelas plantas e pelos animais. Considerando as forrageiras, foi enfatizada a morfologia das forrageiras relacionadas com a produção de massa para consumo animal.

Observando as duas famílias principais, gramíneas e leguminosas, produtoras de massa foram estudadas as formas de fixação de nitrogênio, o mais importante nutriente para desenvolvimento das plantas forrageiras. Tecnologias que resultam na estabilização de oferta de massa ao rebanho foram estudadas a ensilagem e a fenação. Em contrapartida também foi reportada a ação dos herbicidas, relacionando os principais produtos para a limpeza de pasto, usados para o controle da invasão de plantas daninhas no espaço das forrageiras.

Este trabalho pertence a todos os técnicos e auxiliares que, em qualquer época, conseguiram representar um elo de uma corrente pesada, mas que colabora com a evolução de uma atividade útil à sociedade, a sequência da pesquisa necessária para todos.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Capítulo 1

CONHECIMENTOS GERAIS SOBRE MANEJO DE PASTAGEM

Itamar Pereira de Oliveira,[1] Kátia Aparecida de Pinho Costa,[2] João Victor Campos Pinho Costa,[3] Arminda Moreira de Carvalho,[4] Adriano Jakelaits,[5] Wayron Araújo de Castro,[6] Victor Costa e Silva,[7] Mariane Porto Muniz[8]

Resumo: Foram criadas e melhoradas todas as fases das atividades de manejo selecionando os conhecimentos antigos incorporando às novas tecnologias. Para melhor aproveitamento do potencial animal foram utilizadas práticas de como produzir o bezerro, a novilha, o novilho, o touro, a vaca leiteira, os cuidados sanitários, controle de doenças e pragas que atacam o animal e muitos outros problemas. Contudo, a definição e implantação de um sistema de produção lucrativo é essencial para melhoria de vida e renda para o produtor com abordagens mais completas diferenciadas dos métodos tradicionais. Os conhecimentos de algumas situações foram estudados e descritas e que complementam e reduzem a preocupação com as necessidades da atividade dos criadores de bovinos.

1 Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão.

2 Professora do Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde.

3 Discentes do programa de pós-graduação do Instituto Federal Goiano.

4 Pesquisadora da Embrapa Cerrado.

5 Professor do Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde.

6 Profissional técnico superior da COMIGO – Caiapônia.

7 Professor do Instituto Federal Goiâno, campús Cristalina.

8 Discentes do programa de pós-graduação do Instituto Federal Goiano.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Palavras-chave: Estabilização de oferta de alimentos aos animais. Forrageira de clima tropical e de clima temperado. Integração agricultura pecuária e floresta. Plantio direto. Técnicas gerais de manejo.

1. INTRODUÇÃO

Tecnicamente conceitua-se pasto como a área coberta por vegetação forrageira, utilizada para a alimentação de animais e, ao mesmo tempo pode ser considerado como o terreno onde o gado é deixado para se alimentar. Antes do surgimento da revolução verde e da produção de ração em grande escala, o pasto era a fonte principal de subsistência do gado. Atualmente, a prática de alimentar o gado exclusivamente no pasto é denominada criação extensiva, uma vez que necessita de grandes áreas para se viabilizar. Em contrapartida, a criação de gado em áreas pequenas, ou mesmo em confinamento, com alimentação baseada em ração, milho ou soja e outras forrageiras produtoras de alto volume de massa é conhecida como criação intensiva. A cana-de-açúcar, o sorgo, o milheto, forrageiras de alto potencial de rendimento, quando picadas tem também sido utilizada, de forma intensiva como complemento alimentar para gado confinado.

A esse pasto utilizado pelos animais que necessita de assistência do homem para conservar o potencial das plantas é denominado pastagem (DRUGOWICH *et al*., 2018, HENRICHS & SOARES FILHO, 2014). Tanto esses vegetais como os animais se aperfeiçoam e se equilibram sobrevivendo com as tecnologias desenvolvidas pelo ser humano resultando em uma oferta de qualidade de vida para animais e plantas, fatores importantes desde que se aproveitem e aceitem as adaptações favoráveis ao crescimento e desenvolvimento de ambos.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Na atualidade, raramente são encontradas pastagens naturais. O rendimento da vegetação destas pastagens, embora tenham alto valor qualitativo proveniente de espécies herbáceas e arbustos, quantitativamente não suportam um número elevado de animais, semelhante ao que ocorre nos pampas do sul do país como no cerrado da região central e na caatinga do nordeste brasileiro. Baseado nas características naturais e artificiais, as pastagens são classificadas em nativas onde a vegetação natural espontânea de algum valor forrageiro, que surge após a destruição parcial ou total da vegetação original, como savana, campo cerrado, agreste, caatinga, dentre outros. Surgem também em áreas abandonadas de cultura ou terras de pastagens artificiais ou cultivadas degradadas e mal utilizadas (MARTINELLI *et al*., 2010).

Pastagens artificiais são pastagens estabelecidas com espécies exóticas ou nativas onde a vegetação original foi excluída. Em relação à duração, as pastagens artificiais têm sido classificadas em permanentes e temporárias. As permanentes podem durar até 30 anos enquanto que as temporárias têm duração de seis meses em média.

A pastagem ecológica é uma estratégia revisitada por autores no sentido de aumentar a sustentabilidade de longo prazo de determinadas áreas diminuindo ao mesmo tempo o impacto ecológico, a exemplo dos sistemas de Plantio Direto; Sistema Barreirão; Sistema Santa Fé; Integração Agricultura e Pecuária ou Integração Lavoura e Pecuária e; Integração Lavoura Pecuária e Floresta. Outros sistemas alternativos ou mistos foram surgindo como o Santa Brígida utilizando Integração Lavoura Pecuária, São Francisco com os cultivos após a cultura de verão são realizados os semeios de forrageiras com maior desempenho de biomassa como as espécies dos gêneros pânicos e braquiárias, o Sistema São Mateus onde se aplica a semeadura de forrageiras

no estágio final da cultura de soja através de recursos como uso de aeroplanos e variações e ainda o Sistema Santa Ana onde se faz o semeio de forrageiras junto com culturas específicas.

2. PRODUÇÃO DE GRÃOS E FORMAÇÃO DE PASTAGEM.

Quando se verifica os sistemas integrados de produção envolvendo agricultura pecuária e floresta, profissionais dos diferentes ramos se sentem realizados com os caminhos que levaram seres humanos atuarem, através da ciência de produção, caminhos independentes e trabalhosos, e conseguiram se encontrar com o único objetivo produzir e procurar da melhor a maneira possível de criar novos alimentos e melhorar o meio ambiente, já bastante cansado e decadente, pelos usos nem sempre adaptados para a sua preservação, com pouca preocupação com o mundo que se vai deixar para os seus dependentes no futuro.

Vários grupos se reuniram e atuaram de acordo com os conhecimentos de pequenos sistemas que, uma vez agregados, estão conseguindo colocar conhecimentos e especializações favoráveis à produção de bens e valores até então pouco conhecidos pela civilização dos países em desenvolvimento. Ainda tem muito que se realizar mas já se verifica algumas preocupações daqueles países desenvolvidos que procuraram usar do comércio, realizando formas de pressão onde se ganha aqueles que têm mais capital e pouca condições de se atirar em criatividades simples e produtivas como vem acontecendo nos países em desenvolvimento em atividades que valorizam o capital, a terra e a administração.

2.1 - O Sistema de Plantio Direto (SPD)

Constitui uma tecnologia de conhecimento universal que tem a sua fundamentação baseada na conservação através de pro-

dução de resíduo e massa orgânica formando cobertura morta na superfície do solo. Desde a sua implantação tem sido considerado como uma das melhores alternativas para a manutenção da sustentabilidade dos recursos naturais na utilização agrícola dos solos. Ao se adotar o SPD, menos solo, água e nutrientes são perdidos por erosão em relação ao sistema de cultivo convencional, chegando a limites médios de redução a 75% as perdas de solo e em 20% as causadas pela água. Por ser um sistema de cultivo com grande benefício ambiental, o SPD pode ser considerado como a contribuição mais importante que a agricultura está realizando em termos de preservação e a palhada sobre a superfície do solo é a razão de grande parte dos benefícios observados. Desta forma, pode-se dizer que o sucesso do SPD depende de uma boa cobertura do solo. A época mais adequada para a formação da palhada, técnica e economicamente depende da região onde se pretende implantar o SPD. As plantas de cobertura são semeadas logo após a cultura de verão, ou ainda, durante a cultura de verão, em consórcio. Em algumas situações não há a necessidade de semeadura anualmente, como é o caso de algumas forragens que persistem de um ano para o outro, por exemplo, as gramíneas do gênero *Brachiaria*. Em função das condições climáticas, é importante que o produtor faça um bom manejo da sua cultura de inverno para que possa alcançar uma boa cobertura e que esta permaneça por mais tempo na superfície do solo. Dentre as opções de manejo da cultura de inverno pode-se destacar o uso de herbicidas dessecantes, embora a área bem manejada pode substituir esse produto químico pelo uso de rolo-faca, trituradores e até o uso de grade niveladora.

A colheita de sementes para venda, considerado como um lucro agregado, também deve ser vista como uma boa opção econômica para o produtor. A técnica mais adequada vai depender

das culturas, seja da cobertura na entressafra e/ou do consórcio gramínea - lavoura da safra deve ser empregada em função das condições climáticas regionais.

2.2 - O Sistema Barreirão

Tecnologia de recuperação/renovação de pastagens em consórcio com culturas anuais. Geralmente o cliente é um pecuarista que deseja fazer a rccuperação e/ou a renovação de pastagem. Tem-se consorciado o arroz de sequeiro, o milho, o sorgo, a soja e o milheto com forrageiras, principalmente dos gêneros *Brachiaria* e *Andropogon* e/ou com leguminosas forrageiras como *Stylosanthes* sp, *Calolopogonium mucunoides* e *Arachis pintoe*, dentre outros. Fundamenta-se em gradagens e arações bem realizadas com implementos tradicionais, na ordem de gradagem pesada realizada com grade Rome, aração profunda com arado de aiveca ou subsolador, gradagem niveladora, embora modernizados para atingir bons resultados e reduzir o gasto da maioria dos produtos químicos. Coloca-se a semente da forrageira misturada com o adubo em quantidade certa para ser usada no mesmo dia. O desenvolvimento radicular é desenvolvido e capaz de explorar água e nutriente em grande volume de solo, obtendo desse modo desenvolvimento da planta, produção de grãos e de massa de capineira. Quando o uso do sistema é desenvolvido para a formação de pastagem, o sistema quase sempre necessita ser renovado de quatro a quatro anos, principalmente para corrigir a correção e a fertilidade do solo (BLASER, 1994; CARVALHO; CRUZ FILHO, 1985).

2.3 - O Sistema Santa Fé

Fundamenta-se na produção consorciada de culturas de grãos, especialmente o milho, sorgo, milheto e soja com forrageiras tropicais, principalmente as do gênero *Brachiaria,* tanto

no sistema de plantio direto como no convencional, em áreas de lavoura, com solo devidamente corrigido. Nestes, as culturas anuais apresentam grande desempenho de desenvolvimento inicial, exercendo com isto alta competição exigindo pequenas mudanças sobre as forrageiras, evitando, assim, redução significativa nas suas capacidades produtivas de grãos. Este sistema apresenta grande vantagem devido as produções de grãos e de forragem, em um sistema sem alteração do cronograma de atividades do produtor e não exige equipamentos especiais para sua implantação. O consórcio é estabelecido anualmente, podendo ser implantado simultaneamente ao plantio da cultura anual ou cerca de 10 a 20 dias após a emergência desta.

2.4 - A Integração Agricultura Pecuária

Sistema que considera, além da produção de grãos, seja plantio direto ou plantio tradicional a utilização do rendimento animal. São considerados desse modo a produção de grãos e a produção animal e seus produtos (CARASSAI *et al*., 2011; BLASER, 1994). Esse sistema qualifica a necessidade de programação das atividades das propriedades que priorizam atividades complementares de agricultura e pecuária e que resultam na agregação de valores tornando as atividades agropecuárias viáveis. Na realidade o sistema colabora com o melhor aproveitamento da terra realizando atividades tecnicamente bem administradas.

2.5 - Integração Lavoura, Pecuária e Floresta

Constitui um sistema que apresenta um grande valor devido associar-se mais diretamente ao meio ambiente. Ao associar as atividades corriqueiras de uma propriedade agrícola acrescenta a floresta que a ela confere a importância das plantas com os grandes fatores climáticos com fatores de produção, conforto animal, aumento de áreas cobertas com vegetais, manejo e

o mais importante indiretamente exterioriza a necessidade de manter o equilíbrio em fatores fundamentais para a sobrevivência dos seres vivos. Esses sistemas requerem naturalmente distribuições de faixas de matas e faixas de forrageiras.

Considerando o tempo mínimo para obter o equilíbrio entre pastagem e a mata exige um tempo para que a mata, ainda jovem não seja eliminada pelo animal em pastejo. Contudo em áreas onde existem matas já desenvolvidas basta que faça desbaste de faixas entre 25 a 30 metros distantes uma da outra e fazer o semeio da forrageira. Geralmente uma árvore deve apresentar altura superior à do animal que pode ser conseguido com quatro a cinco anos após o plantio da maioria das espécies mais comuns indicadas. Esses sistemas são de uso comuns tanto para gado de corte como para gado de leite podendo serem complementados para atividades especiais de exploração do gado (MARTINEZ, 2004).

Ainda existem os sistemas alternativos ou mistos como o Santa Brígida utilizando Integração Lavoura Pecuária e espécies alternativas de capins, o Sistema São Mateus onde se aplica a semeadura de forrageiras no estágio final da cultura de soja através de aeroplanos e variações, o Sistema Santa Ana onde se faz o semeio de forrageiras junto com culturas específicas para a produção de silagem e o sistema envolvendo o caupi com forrageiras. Esses sistemas têm a mesma importância dos demais e que constituem alternativas para nichos específicos.

3. GÊNEROS DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS

3.1 - Espécies anuais de clima temperado

As espécies de forrageiras de clima temperado são cultivadas nas regiões que apresentam características climáticas amenas enquanto que algumas desenvolvem em condições tropicais

após aclimatação dos materiais anteriormente classificados. Outras podem ser cultivadas em áreas onde se observam climas característicos locais em relação à temperatura, luz e umidade. Assim, essas espécies passam a sobreviver e concorrer com as espécies locais mesmo que adaptadas em clima temperado em temperatura média variando entre 20 e 25º C. Originalmente, as espécies das regiões de clima temperado e até certo ponto de regiões frias, denominadas materiais de climas subtropicais ou tropicais de altitude; são ricas em compostos nutricionais constituindo alimentação básica para os animais herbívoros em condições de pastejo, principalmente.

Nas regiões onde estas forrageiras se adaptam, as pastagens são cultivadas solteiras ou em monocultivo embora, quase sempre, são plantadas em consórcio com outras forrageiras, naturais ou adaptadas, para que, em mistura do material verde colhido, resulte no aumento do valor nutritivo da forragem produzida.

A recuperação de pastagem em sobressemeadura funciona favoravelmente para a produção de massa verde desde que haja água ou humidade suficiente para o seu desenvolvimento, seja na época chuvosa ou em condições de pastagem irrigada.

Neste grupo de forrageiras sobressaem a aveia preta, *Avena strigosa* Schreb e o azevém, *Lolium multiflorum* Lam. Outras forrageiras, para este tipo de clima, são ainda conhecidas como o centeio **–** *Secale cereale* L., a cevada - *Hordeum vulgare* L.), Triticale contra Trutucisecake Wittmack e Aveia branca - *Avena sativa* Lam.

3.2 - Espécies perenes de clima temperado

Neste grupo são conhecidos o capim dos pomares ou dáctilo (*Dactylis glomerata* L.), a Cevadilha – *Bromus auleticus* e o capim Faláris incluindo os gêneros *Phalaris aquática* e *Phalaris bulbosa.*

3.3 - Espécies anuais de forrageira de clima tropical

São conhecidos o Milheto ou capim italiano **–** *Pannisetum americanum* Leeke, Sorgo (Ferreira *et al*., 2015) – *Sorghum* spp, Capim Sudão ou Aveia de verão **–** *Sorghum sadanese* L e Teosinto **–** *Euchiaena mexicana*

3.4 - Espécies perenes de clima tropical

Dentre as espécies tropicais sobressaem o *Panicum maximum* **–** cultivar Tanzânia (Balsanobre e Santos, 2016), *Panicum maximum* cultivar Mombaça (Costa, 2015), Pennisetum purpureum Schum - Capim elefante (Martins *et al*., 2016, Carvalho, 2006, Martinez, 2004; Andrade *et al*., 2000, Fonseca 1998; Vergas 1997, Corsi *et al*., 1996, Balsanobre 1996), *Brachiaria brizantha* – cultivar Marandu (Reis *et al*., 2013; Costa, 2006), *Brachiaria brizantha* **–** cultivar Xaraés (Valle *et al*., 2013; Costa, 2005), *Brachiaria brizantha* **–** *cultivar Piatã (EMBRAPA, 2009), Brachiaria decumbens* **–** Stapf cultivar Basilistik, *Brachiaria humidicola* **–** Rendle Schweicker e *Cynodon* spp.

4. GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS DE CLIMA TEMPERADO

O clima temperado caracteriza as regiões cuja temperatura varia regularmente ao longo do ano, com a média acima de 100C, nos meses mais quentes e entre -3º e 18°C, nos meses frios. As plantas, nestas condições devem se adaptar a quatro estações bem definidas, como um verão relativamente quente, um outono com temperaturas gradativamente mais baixas com o passar dos dias, um inverno frio, e uma primavera, com temperaturas gradativamente mais altas com o passar dos dias. Variações de temperatura podem ocorrer em épocas ou regiões em que a média do mês mais quente é superior a 22 C ou ainda que a média

do mês mais quente é inferior a 22°C, com pelo menos quatro meses com médias acima de 10 °C. Em condições especiais uma região, nominalmente temperada pode apresentar três ou menos meses com temperaturas médias acima de 10°C.

Outro fator de regionalização de forrageira é a precipitação média do mês mais seco que pode variar entre menor que um décimo da precipitação média do mês de verão mais úmido ou, seja menos de 30 mm. Em caso de verões secos a média do mês mais seco com menos de 30 mm de precipitação e menos de um terço da precipitação do mês de inverno mais chuvoso. Pode haver regiões que ocorrem precipitação em todas as estações. A umidade depende da localização e condições geográficas de uma determinada região. A flora de climas temperados é variada devido à diversidade de variações como clima subtropical mediterrânico, clima subtropical húmido, clima temperado marítimo, clima subártico e clima temperado continental.

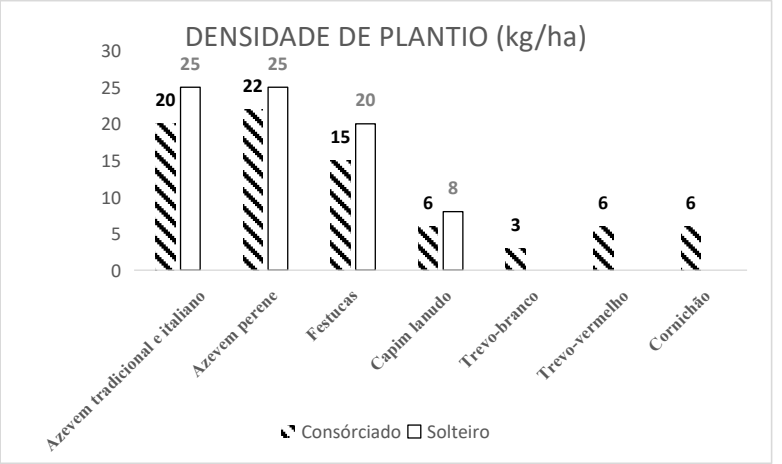
4.1 - Resultados de forrageiras de clima temperado

A produção de forrageiras de qualidade depende de fatores inerentes da planta e condições ambientais. Tem-se relatado que utilização de pastagens como base alimentar para ruminantes tem proporcionado uma forma de produção mais econômica e sustentável, em decorrência do aproveitamento de maneira equilibrada dos recursos renováveis e pelo baixo impacto ambiental. Entretanto, a eficiência da utilização das plantas forrageiras pelos animais depende de vários fatores, entre os quais, a qualidade e a quantidade de forragem disponível na pastagem e o potencial do animal (SBRISSIA *et al*., 2017; GRECCO *et al*., 2011; REIS *et al*., 2006).

Os fatores que afetam a qualidade e quantidade das forragens permitem estabelecer sistemas de manejo que busquem manter

o potencial de produção desejável das espécies ao longo de todo o ano (Figura 1), e com isso aumentar a produção e o rendimento animal. A prática tem indicado que uma boa pastagem começa da utilização de uma boa semente aplicada em quantidades necessárias (Figura 2) para a cobertura da área planejada.

Figura 1 - Densidade de plantio de diferentes espécies de capineiras de clima temperado

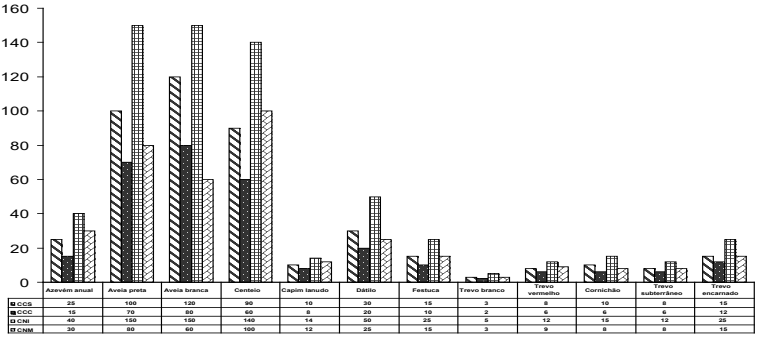


Fonte: Adaptado de Córdoba & Flaresso, 2015.

Fatores como luminosidade, temperatura, umidade e fertilidade do solo, bem como as características genéticas da planta forrageira, o manejo da pastagem e a idade fisiológica da planta, vão interferir diretamente na qualidade e quantidade de forragem ofertada, pois estão associados à capacidade de reconstituição de nova área foliar, após condições de corte ou de pastejo (CARVALHO *et al*., 2016, SANTOS *et al*., 2004).

IR PARA SUMÁRIO

Figura 2 - Quantidade de semente em kg ha-1 a aplicar por hectare de cada material em quatro diferentes sistemas, isto é, em campo convencional solteiro (CCS), em campo convencional consorciado (CCC), em campo natural de introdução isolado (CNI) em campo natural em mistura (CNM)



	Azevém anual	Aveia preta	Aveia branca	Centeio	Capim lanudo	Dátilo	Festuca	Trevo branco	Trevo vermelho	Cornichão	Trevo subterrâneo	Trevo encarnado
CCS	25	100	120	90	10	30	15	3	8	10	8	15
CCC	15	70	80	60	8	20	10	2	6	6	6	12
CNI	40	150	150	140	14	50	25	5	12	15	12	25
CNM	30	80	60	100	12	25	15	3	9	8	8	15

Fonte: Adaptado de Kaiabara, 1914.

4.2 - Espécies anuais de clima temperado.

4.2.1 - A veia preta – Avena strigosa Schreb

A aveia (*Avena strigosa Schreb*.), pelo potencial de produção, qualidade e aceitação sobressaem três tipos, a preta (*Avena trigosa* Schreb.), a branca (*Avena sativa* L.) e a amarela (*Avena byzantina* C. Koch.).

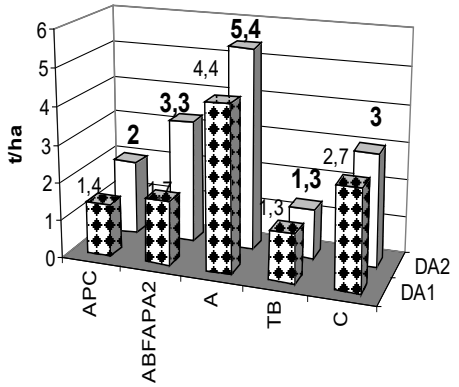
A aveia-preta é uma gramínea (Figura 3) forrageira de clima temperado (AMOSSÉ *et al*., 2013), apresenta alto perfilhamento e se desenvolve nos períodos de baixa umidade, com boa produção. Apresenta colmos cilíndricos, eretos e sistema radicular fasciculado. As raízes são fibrosas, o que facilita a penetração no solo. Essa forrageira tem sido recomendada para clima quente da Região Centro-Oeste embora, possa apresentar esterilidade em temperatura acima de 32o C e aceleramento da maturação de grãos. Pouco tolerante aos solos encharcados ou em solo com água estagnada. Exige umidade na fase de florescimento até for-

mação de grãos. Desenvolve melhor em pH entre 5,7 e 7,0. Esta gramínea é responsiva às adubações.

A altura das plantas sob pastejo deve ser mantida entre 20 e 25 cm. Em caso de pastejo com lotação rotativa, a entrada dos animais no piquete deve ocorrer quando o pasto estiver de 25 e 30 cm de altura, retirando-os quando o resíduo se aproximar entre 10 e 15 cm. As cultivares importantes são Embrapa 139 (Neblina), Embrapa 29 (Garoa), BRS Madrugada e Iapar 61 (Ibiporã). Esta aveia é recomendada para sistema de pastejo direto, em sistemas de Integração Lavoura Pecuária.

São necessários de 70 a 80 kg. ha^{-1}, no espaçamento entre linhas entre 20 e 30 cm e as sementes são aplicadas a uma profundidade de 3 a 4 cm. Quando a semeadura for realizada a lanço, é necessária utilizar de 30 a 50% a mais de sementes.

Figura 3 - Produção de massa seca de forrageiras de clima temperado sob sombreamento em duas densidades de árvores



Fonte: SARTOR *et al*., 2009; CARVALHO *et al*., 2016.

APC=aveia preta comum, ABFAPA2 = aveia branca, A = azevém, TB = trevo branco e Cornichão ©; DA1 = sombreamento em densidade de árvore no espaçamento 9 x 3m, DA2 = sombreamento em densidade de árvores no espaçamento 15 x 3m.

Quando se faz a sucessão, cultura de cobertura, para fazer silagem é necessário um pré-murchamento mesmo em associação com azevém e leguminosas como trevo-vesiculoso e trevo vermelho. Em condições de clima seco durante o inverno pode-se produzir o feno da aveia no ponto em que a cultura atinge o seu melhor equilíbrio entre produtividade e qualidade da forragem, isto é, na fase de emborrachamento. O rendimento varia entre 3 e 6 toneladas de feno.ha^{-1} com 14 a 17% de proteína bruta e digestibilidade de 58 a 60%. Devido a sua excelente qualidade, seu uso é mais recomendado para animais com maior exigência nutricional. A altura do corte deve ficar entre 8 e 10 cm do solo.

4.2.2 - Aveia branca – *Avena sativa* L.

Aveia branca é uma gramínea anual de inverno e pode ser utilizada para pastejo direto, conservação na forma de feno e silagem, inclusive de grãos úmidos, ou com o duplo propósito, pastejo e produção de silagem.

A aveia branca não tão rústica quanto a aveia preta, mais exigente em fertilidade em solo e menos resistente à seca. Apresenta boa tolerância ao frio e produz alimento de boa qualidade. Recomenda-se fazer o semeio entre 17 e 20 cm. A quantidade de semente a ser usada varia entre 80 e 100 kg.ha^{-1} para produção de sementes e, de 120 a 140 kg.ha^{-1}, para duplo propósito ou pastagem. O manejo de pastejo da aveia branca é semelhante ao preconizado para a aveia-preta. Enquanto a aveia-preta se desenvolve rapidamente no começo propiciando excelente produção de matéria seca no primeiro corte ou pastejo, a aveia branca apresenta comportamento inverso, ou seja, expressiva produção de massa seca no segundo pastejo quando manejada nas mesmas condições da aveia preta. Pode produzir até 7,0 toneladas de MS.ha^{-1}.

4.2.3 - Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.)

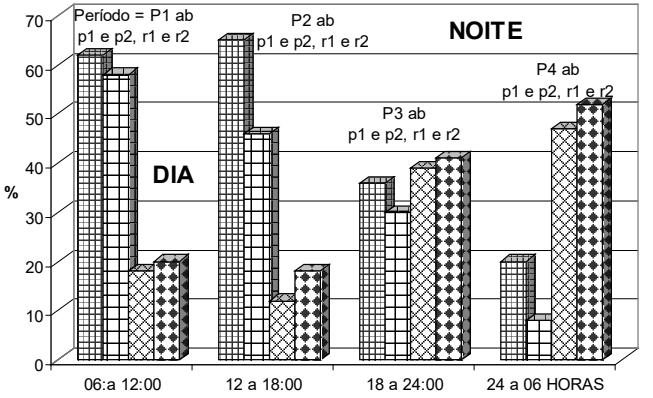
Esta espécie apresenta boa produção de forragem, rebrota abundante, resistente ao pastejo, quando bem manejado (Figuras 4 e 5), e ao excesso de umidade. Ainda suporta altas lotações além de apresentar considerável valor nutritivo. Apresenta ressemeadura natural, além de ser de fácil aquisição de sementes e baixo custo de implantação. O germoplasma de azevém utilizado pela maioria dos produtores é o azevém diploide (2n), denominado azevém comum.

Considerado planta anual de inverno, cespitoso, com formação de touceiras de 0,40 m até 1,00 m. Possui colmos eretos, cilíndricos e sem pelos. É espécie rústica é vigorosa, considerada naturalizada em muitas regiões sul brasileiras. Perfilha em abundância, produtiva, podendo superar as demais espécies de inverno quando cultivada em condições de alta fertilidade. Apresenta elevado valor nutritivo. O azevém anual apresenta desenvolvimento inicial lento. Esta gramínea é pouco resistente ao calor. No verão, a planta desaparece ao concluir seu ciclo vegetativo na ocorrência de dias longos e temperaturas altas. Apresenta produção máxima em temperatura acima de 22º C. Produz forragem com elevado teor de proteína e de fácil digestão. Adapta-se bem em quase todos os tipos de solo, preferindo os de textura média. Em solos de baixada e ligeiramente úmidos desenvolve-se melhor do que em solos de meio encosta e secos, mas não resiste ao encharcamento. Embora tolere bem a acidez, é mais exigente em fertilidade e umidade do que a aveia-preta. As raízes são superficiais, entre 5 e 15 cm e, por isso, é sensível à seca.

A temperatura ótima para o máximo crescimento situa-se ao redor de 20ºC. Paralisa o crescimento com temperaturas muito baixas e quando apresenta desenvolvimento lento na época fria e o pico de crescimento ocorre na época em temperatura média.

A profundidade de semeadura não deve ultrapassar 1,0 cm. Em cultivo exclusivo recomenda-se a densidade de semeadura entre 15 e 25 kg.ha^{-1} de sementes, e quando consorciado devem ser usados de 10 a 15 kg.ha^{-1}. A produção de forragem pode atingir 10 toneladas de MS.ha^{-1}.

Figura 4 - Percentual das atividades de pastejo (P) e ruminação (R) de novilhos de corte em pastagem de aveia preta e azevém sob dois níveis de biomassa de lâminas foliares verdes entre 350 e 600 kg.ha^{-1} em meados de agosto

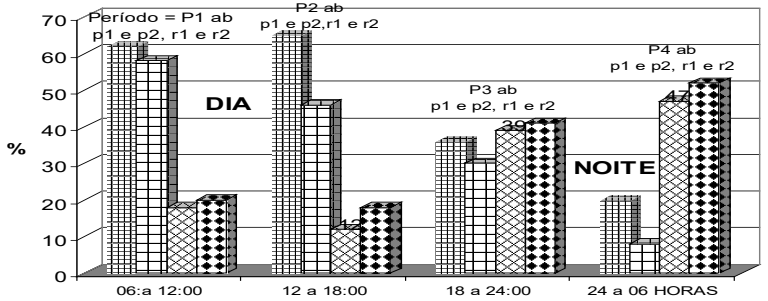


Fonte: Adaptado de Trevisan *et al*., 2004.

P1, P2, P3 e P4 = períodos de 6 horas sendo 12 horas diurnas (P1 e P2) e 12 horas noturnas (P1 e P2).; ab = Duas colunas maiores de cada período de pastagem (p1 e p2) representam p1=período de pastejo em 350 kg de massa foliar verde.ha^{-1} e p2= período de pastejo em 600 kg de massa verde por hectare e r1 e r2, nas duas colunas menores observadas as médias de ruminação após pastagem.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 5 - Percentual das atividades de pastejo (P) e ruminação (R) de novilhos de corte em pastagem de aveia preta e azevém sob dois níveis de biomassa de lâminas foliares verdes de 350 e 600kg ha em meados de setembro



Fonte: Adaptado de Trevisan *et al*., 2004.

P1, P2, P3 e P4 = períodos de 6 horas diárias e 12 horas diurnas (P1 e P2) e 12 horas noturnas (P1 e P2).; ab = Duas colunas maiores de cada período de pastagem (p1 e p2) representam p1=período de pastejo em 350 kg de massa foliar verde.ha^{-1} e p2= período de pastejo em 600 kg de massa verde /ha e r1 e, r2 nas duas colunas menores são observadas as médias de ruminação após pastagem (p1 e p2).

Bastante tolerante ao pisoteio e possibilita período de pastejo de até cinco meses O período de uso de azevém varia de 60 a 180 dias, dependendo do cultivar e da adubação.

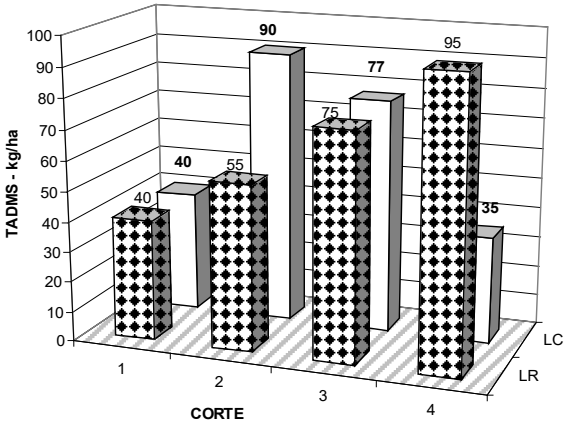
A época de semeadura de preferência deve ocorrer nos meses mais quentes. O pastejo deve ser iniciado, em torno de 60 a 80 dias. O perfilhamento ocorre quando a planta apresenta de 5 a 6 folhas. A adubação nitrogenada recomendada foi entre 45 e 50 kg de N.ha^{-1}, quando se pode dar entrada dos animais aos 40 dias após emergência, se a altura das plantas estiver entre 15 e 25 cm e a massa de forragem atingir valores entre 1.500 e 2.000 kg.ha^{-1} de matéria seca. Deve ser pastejado até a altura mínima entre 8 e 10 cm.

O intervalo entre pastejos é de 4 a 6 semanas. Quando bem manejada deve-se obter, segundo Santos *et al*. (2011) teores de

PB, proteína bruta, uma média de 25 %. Sob lotação contínua, alturas adequadas de manejo situa-se ao redor de 15 a 20 cm.

Devido seu tecido ser rico em componentes nutricionais é utilizado para melhorar a qualidade das pastagens anuais, podendo ser consorciada com várias espécies. Atualmente vem sendo destinada a elaboração de silagem pré-secada e feno. É comum utilizar o azevém consorciado com aveia-preta e centeio, constituindo uma das combinações com maior período de pastejo durante a estação fria.

Figura 6 - Taxa de acumulação diária de matéria seca (TADMS) do azevém (kg/ha) em sistema de manejo do com pasto lotação contínua (LC) e lotação rotacionada (LR), em aproximadamente quatro cortes mensais: 1 – primeiro corte, 2 – segundo corte, 3 – terceiro corte e 4 – quarto corte



Fonte: Adaptado de Barbosa *et al*., 2007.

As leguminosas anuais mais recomendadas são ervilhaca, serradela e trevo subterrâneo. Trevo encarnado e trevo vesiculoso, também, juntamente com uma gramínea precoce como cevada, centeio ou aveias constituem opções importantes. O manejo animal é importante para a preservação da pastagem, como se observa na Figura 6 em pastagem do azevém.

Pode ser consorciado com espécies perenes como com trevo branco, trevo vermelho e cornichão. Lupatini *et al*. (2013 obtiveram ganhos de peso de 1kg.animal^{-1} por dia em animais cruzados de Nelore x Charolês com peso médio inicial de 180 kg, em pastos de aveia com azevém mantidos a 20 cm de altura e adubados com nitrogênio. Entretanto, a taxa de lotação aumentou de 1,4 UA.ha^{-1} em pastos não adubados para 3,2 UA.ha^{-1} em dosséis que receberam 300 kg.ha^{-1} de nitrogênio.

4.2.4 - Centeio – *Secale cereale* L.

Espécie pertencente à família das gramíneas é uma planta anual com sistema radicular fasciculado e moderadamente agressivo. Seu hábito de crescimento é cespitoso, porém com o avanço de seu ciclo pode se tornar decumbente. Desenvolve bem em diferentes tipos de solo e de clima. A temperatura ótima para o crescimento da planta esta compreendida entre 25°C e 31 °C, em condições de regiões mais elevadas e mais frias, ou em anos com inverno mais vigoroso ou seco. O centeio se destaca pela sua maior produção de massa e precocidade, comparativamente ao cultivo de outras espécies hibernais em condições semelhantes. Destaca-se pelo crescimento inicial vigoroso, pela rusticidade, resistência ao frio, à acidez nociva do solo, ao alumínio tóxico e às doenças. Possui sistema radicular profundo e agressivo, capaz de absorver nutrientes indisponíveis a outras espécies. É o mais eficiente dos cereais de inverno no aproveitamento de água, pois produz a mesma quantidade de massa seca com apenas 70% da água que o trigo requer. É gramínea rústica que suporta condições adversas de clima e de solo, crescendo em condições de baixa ou elevada fertilidade. Em comparação com as demais forrageiras de estação fria, apresenta maior produção de forragem durante os meses mais frios que as demais espécies

anuais de inverno. Para formação de pastagem, tem-se recomendado entre 30 e 50 kg.ha^{-1} de sementes à profundidade de 1 a 2 cm. Esta forrageira é indicada para cultivo em solos arenosos, degradados e exauridos, sendo recomendada para recuperá-los e para proteger áreas em processo de desertificação. É pouco exigente em adubação, mas requer temperaturas baixas durante o perfilhamento e solos bem drenados. É indicado para pastejo e para fenação. Por ser precoce deve ser pastejado quando as plantas preservarem entre 25 e 30 cm de altura semelhante às aveias. Pode produzir até 4,0 t.ha^{-1} de matéria seca. Apresenta média entre 7,5 e 11,5% de proteína bruta, podendo atingir até 25% no estádio vegetativo.

4.2.5 - Cevada (*Hordeum vulgare* L.)

A cevada é conhecida pelo uso da produção de grãos para a indústria cervejeira e, para animais, devida suas qualidades forrageiras. Apresenta o tipo de espiga de duas ou seis fileiras de grãos. Quase sempre, as cultivares de seis fileiras são consideradas forrageiras, isto é, produzem abundante massa verde e os grãos apresentam, normalmente, maior percentagem de proteína, o que as tornam apropriadas para alimentação de animais. A cevada destinada à maltagem para produção de cerveja exige teor de substâncias proteicas inferior a 12%. No Brasil, predominam cultivares de cevada de duas fileiras, usadas na indústria de malte para fabricação de cerveja. A cevada apresenta desenvolvimento satisfatório em condições de adequada insolação e temperatura amena durante o ciclo. Excesso ou défice hídrico, bem como temperatura muito baixa, não são tolerados pela cevada. Com relação à umidade, é menos exigente do que o trigo. Essa gramínea comporta-se melhor em solos de textura fina. Na adubação, destaca-se a importância do fósforo. Entre as culturas

de inverno, é a espécie mais sensível ao pH baixo e ao alumínio tóxico. Dessa maneira, a correção da acidez de solo contribui para a maximização do potencial produtivo da cultura (SANTOS *et al*., 2006). Pode ser estabelecida sob plantio direto a partir de final do período chuvoso. A cevada destaca-se pelo vigor de crescimento no início do ciclo, perfilhamento e precocidade na produção de forragem. O pastejo pode ser realizado a partir dos 25 até 30 cm de altura, altura de resíduo de 5 a 10 cm, similar a aveia preta e aos demais cereais de inverno de duplo propósito.

4.2.6 - Triticale – *Tritico secale* Wittimack – Trutucisecake Wittmack contra Aveia branca (*Avena Sativa* L.)

Triticale é uma planta anual de inverno originária do cruzamento entre *Triticum* sp. e *Secale* sp. É uma planta rústica, resistente ao acamamento e tolerante à acidez nociva do solo. O plantio direto é recomendado sempre que possível e quando o solo estiver devidamente adequado a essa prática. As cultivares de triticale hoje disponíveis no Brasil adaptam-se melhor a solos com acidez moderada, isto é pH, entre 4,5 e 5,5, e mais de 3,5% de matéria orgânica das regiões de altitude superior a 400 m. A temperatura média durante operfilhamento entre 10,0 ºC e 12,5 ºC. A semeadura deve ser, em linhas com espaçamento de 0,20 m e profundidade de 2 a 3 cm, e a densidade de semeadura recomendada é de 80 a 120 kg de semente.ha^{-1}. Pode ser usado para duplo propósito que apresente potencial de produção de forragem e capacidade de rebrotar e atingir elevado rendimento de grãos. Pode ser consorciado com leguminosas, como ervilhaca ou ervilha-forrageira, visando melhorar a qualidade da forragem.

IR PARA SUMÁRIO ▲

4.3 - Espécies perenes de forrageiras de clima temperado

4.3.1 - Capim dos pomares ou Dátilo (*Dactylis glomerata* L.)

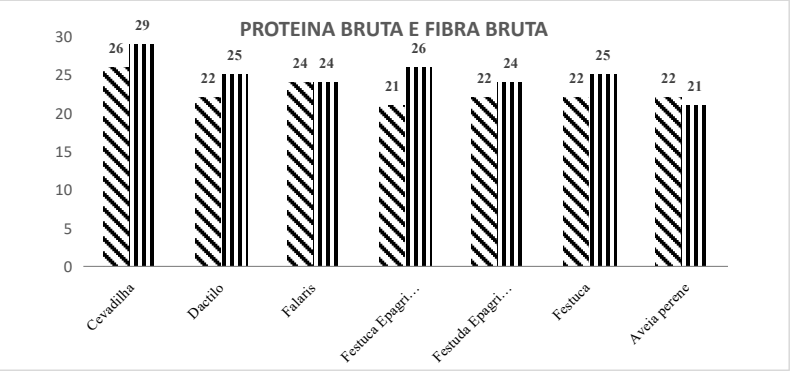
O capim dos pomares é uma espécie perene de estação fria, cespitosa, é menos tolerante à seca e solos mal drenados que as muitas espécies do gênero *Festuca*. É uma planta perene de curta duração, pois persiste em média no campo por três anos. A forragem é de elevado valor nutritivo quando manejada adequadamente. Pode ocorrer ferrugem, manchas foliares e ser danificadas por lagartas. É uma gramínea com tolerância ao frio elevado e de exigência mediana em fertilidade, também, responsiva à adubação nitrogenada. Para semeio, são recomendadas quantidades entre 15 e 20 $kg.ha^{-1}$ de sementes. Requer manejo cuidadoso. No caso de pastejo, a lotação contínua e pressão de pastejo elevada comprometem o estande. Sua persistência melhora quando associada com leguminosas como trevo branco, trevo vermelho e cornichão. O primeiro corte para feno deve ser realizado no início da emissão das panículas e os subsequentes cortes quando o crescimento permitir. Tem-se conhecimento de tolerância a dez cortes com rendimento anual médio de 5,2 toneladas de $MS.ha^{-1}$. A digestibilidade média da matéria orgânica é de 65% e teor de PB, proteína bruta, de 22%.

4.3.2 - Cevadilha – *Bromus auleticus*

A cevadilha é uma espécie perene, adaptada à estação fria, cespitosa, e cresce até 60 a 90 cm. Desenvolve adequadamente em solos bem drenados, argilosos ou argilo-arenosos, entre pH entre 6,0 e 7,0 sendo relativamente mais exigente que festuca. A *Cevadilha vacariana* é adaptada às condições frias do sul brasileiro e de grande potencial de produção durante o período de

maior carência alimentar do rebanho, na seca e com boa qualidade da forragem. A *cevadilha vacariana* possui tolerância à altas temperaturas devido seu enraizamento profundo, que confere às plantas uma grande longevidade, resistindo às condições adversas do período de verão. No primeiro ano de plantio tem o crescimento lento, contudo a partir do segundo ela se destaca das demais forrageiras (Figura 7) (SILVA & MORAES,2009).

Figura 7 - Teores de percentuais proteína bruta (PB) e fibra bruta (FB) de gramíneas perenes de inverno na primavera



Fonte: Adaptado de Hanisch & Gislon, 2010.

A semeadura deve ser realizada em condições chuvosas seja no início ou no final da estação úmida utilizando-se 40 kg ha^{-1} de sementes. Apresenta tolerância ao frio, média exigência em fertilidade e tolerância elevada à estiagem, ou seja, em déficite hídrico. Persiste por cinco a seis anos e se ressemea naturalmente. No primeiro ano, produz menos que outras espécies perenes de estação fria por ter desenvolvimento lento, mas, no segundo ano supera-se em produção. Responde bem à adubação nitrogenada sendo recomendadas quantidades de até 120 kg N ha^{-1}. Considerando que o manejo com pastejo com lotação contínua intensa e frequente, enfraquece o estande e por isso tem-se

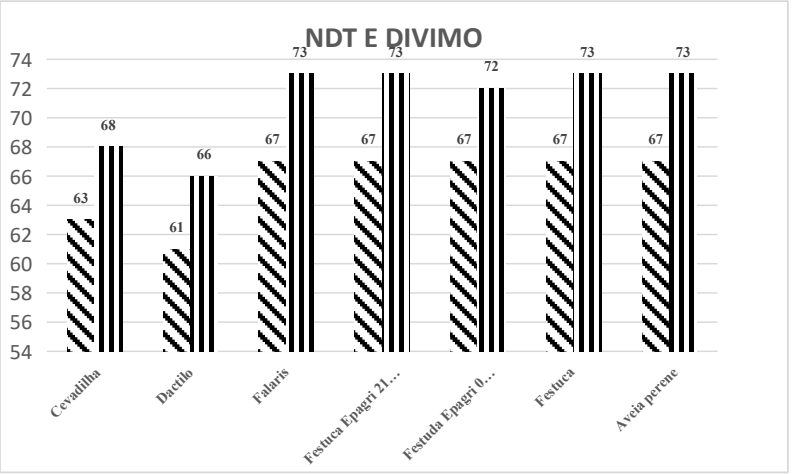
recomendados pastejos moderados e rotacionados. Para isso são os indicados intervalos de corte de 4 a 6 semanas, mantendo altura de resíduo de 10 cm. A produtividade pode ultrapassar 5,0 t MS ha^{-1}, considerada naturalizada em muitas regiões sul brasileiras. Perfilha em abundância, produtiva, alto valor nutritivo podendo superar as demais espécies de inverno quando cultivada em condições de alta fertilidade. O azevém anual apresenta desenvolvimento inicial lento. Esta gramínea é pouco resistente ao calor. Perfilha em abundância, produtiva, podendo superar as demais espécies de inverno quando cultivada em condições de alta fertilidade. Apresenta elevado valor nutritivo. Esta gramínea é pouco resistente ao calor com digestibilidade da matéria seca de 65 a 70% e PB de 18%.

4.3.3 - Faláris – *Phalaris aquatica* e *Phalaris bulbosa*

Originaria da região do mediterrâneo, sendo exigente em fertilidade de solo é, no entanto, resistente a secas e geadas. Seu hábito de crescimento é cespitoso e vigoroso. Possui um sistema radicular frágil na germinação, fortalecendo-se na planta adulta. Produz uma forragem muito palatável e nutritiva (Figura 8). Para o cultivo solteiro são necessárias semeaduras entre 15 e 20 kg ha^{-1} de sementes, a lanço ou em linhas. O plantio deve ser superficial, seguido da passagem de um rolo compactador. O rendimento médio de matéria seca se encontra entre 6 e 8 toneladas ha^{-1}. Alcaloides derivados de triptamina e beta-carbolina apresentam princípios tóxicos associados aos surtos de intoxicação, ocorre com gênero *Phalaris da* família das gramineas, em bovinos e ovinos quando se consome exclusivamente espécies desse gênero.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 8 - Teores de nutrientes digestíveis totais (NDT e digestibilidade in vitro da matéria orgânica (DIVMO)) de sete genótipos de gramíneas perenes de inverno durante a primavera



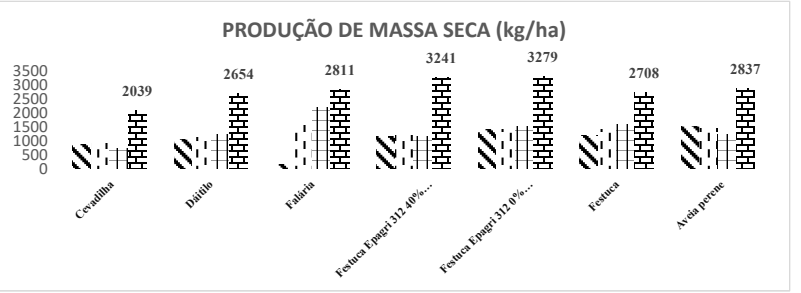
Fonte: Adaptado de Habusch & Gislon, 2010.

5. PRODUÇÃO QUALITATIVA E QUANTATIVA DE MASSA SECA

Países considerados de climas subtropicais e tropicais, nos quais são enquadradas várias regiões do continente brasileiro, cultivam plantas adaptadas ao tipo de clima, solo e manejo (DUFLOTH & VIEIRA, 2012 citado por ROSA *et al*., 2008). Quando algumas espécies de clima temperado são introduzidas em regiões de clima quente, elas podem desenvolver com sucesso, contudo inicialmente são cultivadas em condições especiais. Quando adaptadas e geneticamente selecionadas estas mesmas cultivares (Figura 9) passam a desenvolver e produzir até mesmo em clima quente cujas temperaturas variam entre 25 e 30ºC diferentes das suas exigências originais.

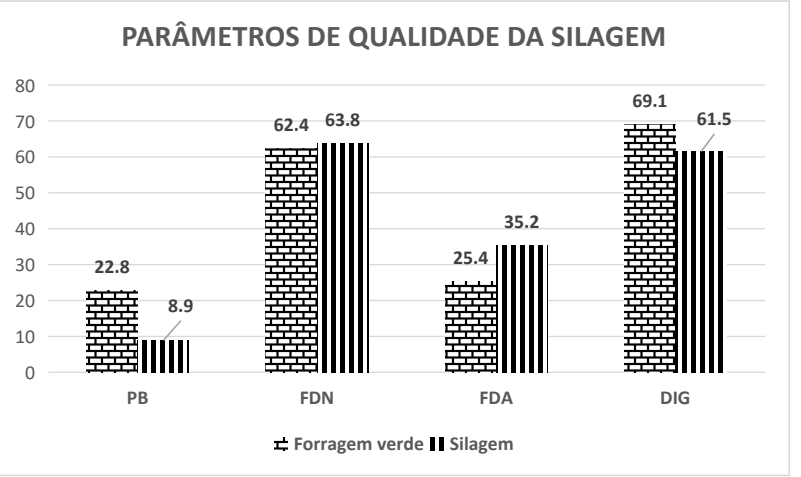
IR PARA SUMÁRIO

Figura 9 - Matéria seca (MS) produzida por alguns genótipos de gramíneas perenes de inverno durante as estações do ano



Fonte: Adaptado de Habusch & Gislon, 2010, citado por Dufloth & Vieira (2012) adaptado de Rosa *et al*. (2008).

Figura 10. Teores médios de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e digestibilidade (DIG) de forrageiras de clima temperado na forragem verde e na silagem.



Fonte: Adaptado de Orth *et al*., 2012.

5.1 - Gramíneas forrageiras de clima tropical

De modo geral, naturalmente as regiões do Centro Oeste, Nordeste e Norte não oferecem boas condições para essas espécies, mesmo que, por outro lado, o melhoramento de plantas

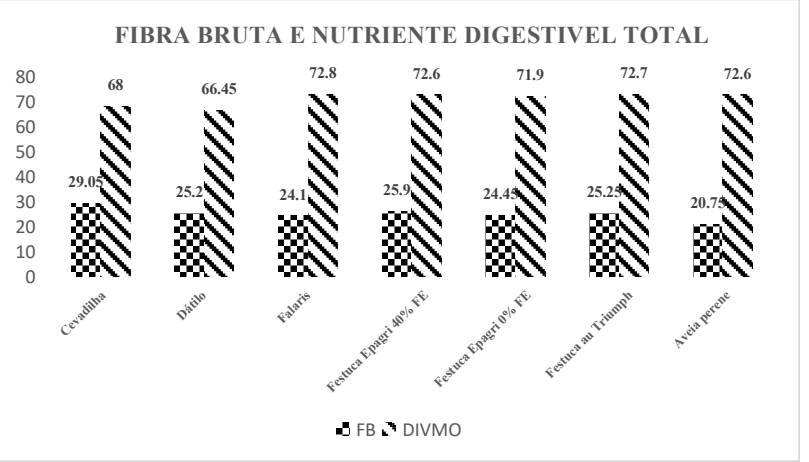
vem através de recombinações genéticas e aclimatação. Todos esses estudos visam procurar materiais tolerantes às condições adversas de clima e solo, em trabalhos contínuos e constantes necessários para criar materiais produtivos e nutritivos ao mesmo tempo. Várias são as espécies de clima temperado que apresentam qualidades desejáveis para a alimentação animal nem sempre encontradas nas espécies de região temperada.

5.1.1 - Características gerais das espécies anuais

As cultivares anuais de verão podem ser utilizadas no início da elevação da umidade do ar e no final das chuvas e sua utilização é capaz de sustentar altas taxas de lotação a baixo custo. O milheto ou capim italiano e o sorgo forrageiro são as forrageiras anuais de verão mais comuns no Brasil, pelo potencial de produção, rápido estabelecimento e bom valor nutritivo. As vantagens da utilização dessas espécies incluem a possibilidade de estabelecer a pastagem em áreas previamente ocupadas por espécies de inverno como aveia e o azevém. Como culturas de sucessão às lavouras de verão tais como a soja ou milho em sistemas de Integração Lavoura Pecuária podem ser semeadas para a recuperação e renovação de pastagens perenes degradadas (ORTH *et al*., 2012). Apesar do custo relativamente elevado de estabelecimento, por serem anuais, podem ser lucrativas como pastagens bem manejadas para ovinos, novilhas de reposição, engorda intensiva de bovinos e na produção leiteira. Além do pastejo, podem ser destinadas à elaboração de silagem de qualidade (Figura 10) ou fornecidas diretamente no cocho para bovinos confinados ou vacas leiteiras (FONSECA *et al*., 1988).

IR PARA SUMÁRIO ▲

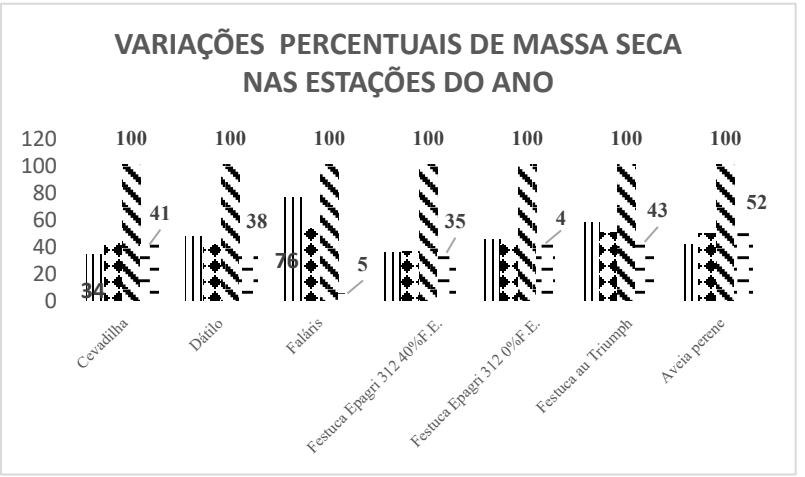
Figura 11 - Teores de fibra bruta (FB) e nutrientes digestivos totais (NDT) de genótipos de gramíneas perenes de inverno



Fonte: Adaptado de Habusch & Gislon, 2010.

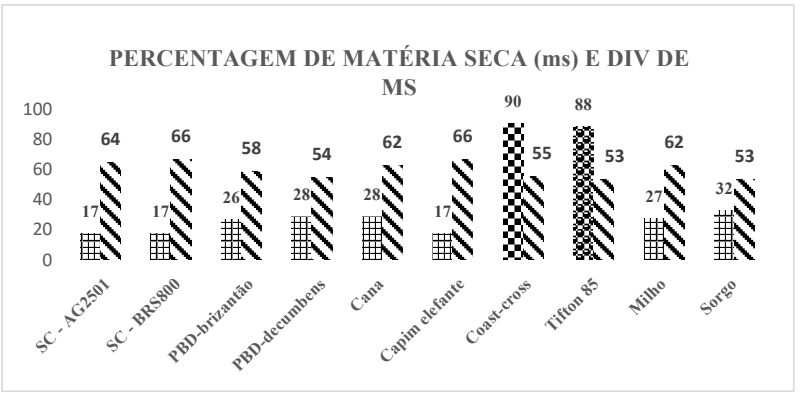
As gramíneas tropicais perenes constituem a base dos sistemas de produção (Figura 11) fundamentada em pastagens nas regiões tropicais do país. Embora o valor nutritivo dessas espécies seja normalmente menor do que as gramíneas anuais ou perenes de inverno (Tabela 1), o destaque está em seu potencial de produção (Figura 12). Enquanto as gramíneas anuais de inverno ou verão produzem até 15 toneladas de MS.ha^{-1} (Figuras 13 e 14), as gramíneas perenes de verão chegam a produzir 60 toneladas MS.ha^{-1} por ano. Essas produções, entretanto, normalmente não são atingidas em função da ausência de práticas de manutenção da fertilidade do solo, como calagem e adubações, e manejo incorreto das espécies forrageiras. Existem muitas gramíneas tropicais perenes disponíveis no mercado (Fontaneli *et al*., 2009), que oferecem opções para maior número de condições de solo e clima de todo o país embora não esteja à disposição de todas as classes sociais.

Figura 12 - Variações percentuais de massa de forragem de genótipos de gramíneas perenes de inverno



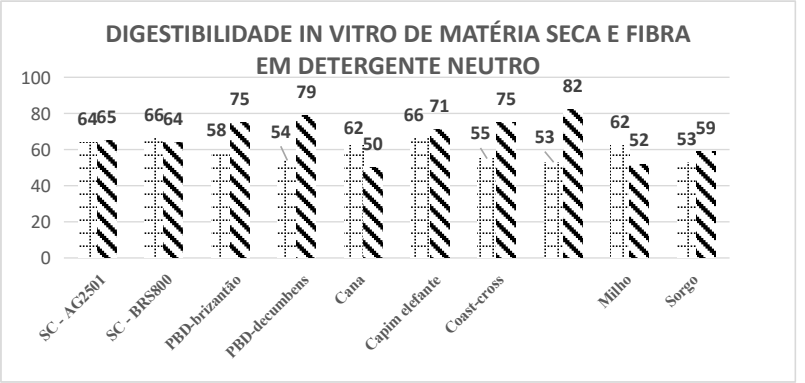
Fonte: Adaptado de Habusch & Gislon, 2010.

Figura 13 - Teores de massa seca (MS) e digestibilidade in vidro (DIV) de massa seca de algumas fontes de forrageira. SC = sorgo de corte, PBS = pastagem de braquiária diferida



Fonte: Adaptado Tomich *et al*., 2006.

Figura 14 - Digestibilidade in vidro de massa seca (DIVIMS) e fibra em detergente neutro (FDN) de algumas fontes de forrageira. SC = sorgo de corte, PBS = pastagem de braquiária diferida



Fonte: Adaptado de Tomich *et al*., 2006.

Tabela 1 - Potencial de produção (toneladas=t de MS.ha^{-1}) e teores de proteína bruta e digestibilidade (%) de algumas gramíneas perenes de verão

Espécie Forrageira	Produção (t MS.ha^{-1})	Proteína (%)	Digestibilidade (%)
Capim elefante cv.Cameroon	30-60	13-18	55-65
Capim-elefante cv.Napier	30-60	15-18	55-75
Capim-mombaça	20-35	9-13	50-60
Capim-tanzânia	20-30	9-18	50-70
Capim-massai	15-20	8-12	55-60
Capim-coastcross	15-30	12-18	50-60
Capim-tifton 85	15-25	12-18	50-65
Capim-jiggs	15-25	12-18	50-65
Capim-marandu	8-16	9-15	55-65
Capim-xaraés	8-20	9-15	55-70
Capim-piatã	8-15	8-12	50-65
Capim-convert	8-15	10-16	55-65

Espécie Forrageira	Produção (t MS.ha^{-1})	Proteína (%)	Digestibilidade (%)
Brachiaria ruziziensis	12-15	10-13	50-57
Brachiaria decumbens	8-14	8-12	50-60
Capim-setária	8-12	10-16	50-65
Brachiaria dictyoneura	8-10	4-7	55-65
Brachiaria humidicola cv. Tupi ou Llanero	5-14	4-8	50-60
Capim-gordura	6-10	8-10	50-60
Capim-andropogon	8-14	6-9	50-58
Capim-pensacola	5-10	5-7	55-60

Fonte: Tomich *et al*., 2006.

5. 2 - Milheto ou Capim Italiano (*Pennisetum americanum* Leeke)

O milheto é uma gramínea anual de verão, cespitosa, de porte ereto e apresenta perfilhamento abundante. Pode atingir 1,5 m entre 50 e 55 dias após a emergência e a altura do colmo pode superar 3,0 m. Apresenta lâminas foliares largas com bordos em serra e lígula pilosa. A inflorescência é uma panícula contraída cilíndrica e longa. Apresenta sistema radicular profundo, abundante e agressivo, que descompacta e estrutura o solo, conferindo à planta alta capacidade de extração de água e nutrientes do solo. Da mesma forma, essa característica confere à espécie elevada tolerância ao défice hídrico. Requer mais calor do que milho e sorgo para germinar e se estabelecer de maneira uniforme, sendo que as semeaduras realizadas a partir de início do período chuvoso, quando a temperatura do solo situa-se em torno de 20ºC, a germinação e o crescimento de plantas ocorrem com grande rapidez. O ciclo de produção estende-se desde o início

das precipitações até o início do período da seca. Alguns cultivares são consideradas plantas de dia curto, ou seja, florescem na medida em que o fotoperíodo diminui, embora existam materiais disponíveis que são foto neutros ou seja, indiferentes ao fotoperíodo. É tolerante a solos ácidos, pH baixo, mas não tolera altos teores de alumínio. Desenvolve em fertilidade média e é responsivo à adubação nitrogenada. Contudo, não resiste à geadas e solos encharcados.

Produz forragem de elevada qualidade quando bem manejado. Durante o período vegetativo, que é de 120 a 150 dias pode produzir até 20 toneladas de MS ha^{-1}, embora sob pastejo amplitudes entre 6 e 16 t MS ha^{-1} sejam mais frequentes. O teor de proteína bruta varia de 7% a mais de 20% e a DIVMO, digestibilidade in vitro de matéria orgânica, entre 50 e 71%, dependendo do manejo e do período de utilização da pastagem. Os teores de carboidratos estruturais e lignina aumentam, além de aumentos na proporção de colmos e, também aumenta o material senescente com a proximidade da época de florescimento. Resultados de pesquisa tem apresentado valores de ganho médio diário de até 1,05 $kg.dia^{-1}$ por animal e resiste taxas de lotação entre 3,9 e 6 $UA.ha^{-1}$ utilizando 600 $kg.ha^{-1}$ de N via adubação. Em função do elevado valor nutritivo, essa espécie pode ser utilizada para animais de maior exigência nutricional, tais como animais em crescimento, em sistemas de recria de fêmeas para acasalamento precoce. As cultivares atualmente utilizadas no Brasil são o milheto comum, BN1, BN2 ambos desenvolvidos na região Centro-Oeste. No entanto outros bons produtores de MS, matéria seca, são BR 1501(Embrapa), ENA 1 da UFRRJ), ADR 300 de ciclo precoce e ADR 500 de ciclo tardio e ADR obtidos pelo programa de melhoramento de empresas particulares. ADR7010 é um híbrido de milheto também chamado de Super Grão, pois tem

como finalidade a produção de grãos para indústria de ração, obtida por empresas particulares. Outras sementes foram lançadas com sucesso posteriormente como os híbridos ADRs 702 de duplo propósito e ADR 8010 granífero de porte médio, com ciclo médio de 95 dias. Recentemente, a empresa também foi lançada a cultivar ADRF 6010 indicada para pastejo. O ADRG 9050 é granífero, criada por empresa particular, bastante conhecida como cv. Campeiro.

A semeadura não deve ser realizada quando o solo apresentar temperatura inferior a 18 a 20ºC, para melhor germinação das sementes. A produtividade é influenciada pelo fotoperíodo. A duração do pastejo pode variar entre 50 e 150 dias.

Pode ser estabelecido em plantio direto como cultura de sucessão, com 12 a 15 kg ha^{-1} de sementes, em linhas espaçadas de 0,30 a 0,50 m. Para utilização em pastejo recomenda-se de 18 kg a 20 kg de semente ha^{-1} com espaçamento de 20 cm a 30 cm entre linhas ou de 25 a 30 kg ha^{-1} quando a lanço. Em consorciações pode-se reduzir a quantidade de sementes para 10 kg ha^{-1}. A profundidade média de semeadura é de 3 cm.

O plantio de safrinha apresenta bom potencial de crescimento apenas com o resíduo da adubação das culturas. Contudo, a aplicação entre 30 e 60 $kg.ha^{-1}$ de N proporcionam maior produção e permitem estender o período de utilização da pastagem. A saturação por base deverá ser elevada para cerca de 40% a 45%, o fósforo para valores entre 6 e 8 ppm, parte por milhão, o potássio para 50 ppm. O nitrogênio pode ser usado entre 50 $kg.ha^{-1}$ e 100 $kg.ha^{-1}$. Sob lotação intermitente, o primeiro pastejo deve ser realizado quando o dossel atinge, valores entre 30 e 40 cm de altura e o pasto deve ser rebaixado até a altura de 15 cm. A pastagem pode atingir essa altura entre 30 e 40 dias após a emergência que é influenciada pelas condições climáticas. Nos

demais ciclos recomenda-se a entrada dos animais nos piquetes com as forrageiras apresentando alturas entre 50 e 60 cm, deixando entre 20 e 30 cm de resíduo (MEZZALIRA *et al*., 2013; TAMELE, 2009).

Quando bem manejada e fertilizada, esta forrageira possibilita em média 5 cortes ou pastejo direto durante a estação de crescimento. Castro (2002) relata que o milheto é uma excelente alternativa para produção de silagem, principalmente em regiões com problemas de veranico ou seca. Presta-se ainda para plantio tardio ou de safrinha, após a colheita da cultura principal, para regiões nas quais não ocorrem geadas e que o solo tem ainda umidade de reserva. Nestas condições, o milheto pode alcançar produção superior ao sorgo, com melhor qualidade e também proporcionar boa cobertura do solo. O fator mais limitante para produção de silagem de milheto é o teor de matéria seca no material a ser ensilado. O momento adequado de colheita do milheto para confecção de silagem ocorre quando seus grãos se encontram em estádio pastoso-farináceo, ou seja, aproximadamente entre 85 e 100 dias após a semeadura quando o teor de matéria seca se encontra entre 20 e 23 %.

Apesar disso, é possível ainda produzir silagens com bom padrão fermentativo quando se incorpora substâncias que absorvem umidade dentro do silo, com a incorporação de 3 a 7% de polpa cítrica, milho desintegrado com palha e sabugo, fubá de milho ou sorgo. A incorporação de 3 a 7 % desses aditivos é suficiente para elevar o teor de matéria seca da silagem para valores em torno de 27 %, porém a utilização ou não dessa estratégia deverá ser avaliada com base no custo.

IR PARA SUMÁRIO ▲

5.3 - Sorgo (*Sorghum* spp.)

Agronomicamente os sorgos são classificados em quatro grupos:

Granífero, nesse primeiro grupo são incluídos tipos de porte baixo sejam híbridos e ou variedades adaptadas à colheita mecânica. Forrageiro, incluem os tipos de porte alto, híbridos (Tabela 2) ou variedades, apropriados para confecção de silagem e ou produção de açúcar e álcool. O terceiro grupo inclui tipos utilizados principalmente para pastejo, corte verde, fenação e cobertura morta seja variedades de Capim Sudão ou híbridos interespecíficos de *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*. O quarto grupo inclui tipos de sorgo de cujas panículas são confeccionadas vassouras.

Os híbridos possuem rápido estabelecimento e crescimento vegetativo, rusticidade e menor exigência em fertilidade de do solo, elevado valor nutritivo e alta produção de forragem. A quase totalidade dos materiais disponíveis apresenta baixo teor de ácido cianídrico e taninos, os quais são fatores não nutricionais que, de certa forma, limitam a ampliação da utilização do sorgo como pastagem.

Tabela 2 - Híbridos de sorgo disponíveis e difusores

Híbridos	**Finalidade**	**Empresa**
BRS330, BRS332, BRS 802	Graníferos	Embrapa
BRS655, BRS 810 Mutante BMR	Corte ou pastejo direto	Embrapa
1G233, 1G100, 1G200, 1G244 e1G282	Graníferos	Dow
SS318	Silagem	Dow
Ranchero e A6304	Graníferos	Semeali
AG1040, AG1060, AG1080	Graníferos	Agroceres

Híbridos	Finalidade	Empresa
AG2501C	Pastejo direto	Agroceres
AG2005E, Qualimax e Volumax	Silagem	Agroceres
AS4420	Silagem	Agroeste
AS4560	Pastejo direto	Agroeste
AS4615, AS4625, AS4639	Graníferos	Agroeste
Qualysilo, Chopper, Dominator, VDH422 e Nutrigrain	Silagem	Atlântica
Jumbo e Nutribem	Pastejo direto	Atlântica
Bravo, Buster, Fox, Enforcer,Summer T70, MR43	Graníferos	Atlântica

O sorgo é uma planta tropical rústico que suporta melhor altas temperaturas do que a maioria das outras culturas. O desenvolvimento de variedades e híbridos de maturação precoce permite o cultivo do sorgo em regiões cuja precipitação pluviométrica anual não exceda os 380 mm e em condições de clima temperado, desde que possua estação de estio quente suficiente ao seu desenvolvimento. Devido ao seu sistema radicular fibroso e extenso apresenta um coeficiente 1,5 de profundidade equivalente a 50% maior que o do milho. Apresenta sistema de transpiração eficiente e tolera estiagens alongadas. Muito resistente à desidratação apresentando características foliares das xerófitas, como a serosidade e a ausência de pilosidade, que reduzem a perda de água da planta. Tolera excesso de umidade incluindo inundação temporária.

A profundidade de sementes adequada é importante para que se possa obter boa uniformidade de emergência da cultura e plântula saudáveis. Da emergência aos primeiros 20 dias, a planta de sorgo é muito frágil, pois a semente tem pouca reserva de energia para promover o arranque inicial até que o

sistema radicular esteja bem desenvolvido e a planta passe a se nutrir via solo. Essa é a fase de menor tolerância à seca. Entre 20 a 30 dias de vida da planta, inicia um rápido crescimento e a taxa de absorção dos nutrientes do solo é acelerada sendo esta época a fase ideal para fazer adubação de nitrogênio e potássio em cobertura. Da mesma forma que o milho, um segundo ponto crítico em relação a disponibilidade de água apresenta-se na fase de polinização e granação incluindo enchimento dos grãos compreendido entre 50 e 60 dias após a germinação. Desenvolve em solos de baixa fertilidade, todavia, é considerada uma cultura esgotante de nutrientes do solo, necessitando correção principalmente se a cultura for retirada da área, como ocorre na produção de silagens. O sorgo adapta-se bem em solos de textura média e arenosos, profundos e, permeáveis, livres de acidez nociva, com pH variando de 5,5 a 6,5.

Atualmente existem cultivares adaptadas para uso em silagem, pastejo direto, corte verde e produção de feno. O ciclo da planta varia de 80 a 180 dias, conforme a finalidade do cultivo. O valor nutritivo como silagem é de 70 a 90% do obtido com milho. Existem atualmente no mercado diversos híbridos com potencial de produção de até 20 toneladas (t) de MS.ha^{-1} chegando a 150 t de massa verde para plantios das águas permitindo 5 ou mais cortes - e 50 a 70 t para plantio de safrinha, com valores de 15 a 20% de MS e até três cortes ou pastejo, com valores médios de 12% de PB.

As sementes de sorgo são de tamanho reduzido, assim a profundidade de semeadura deve ser entre 3 e 5 cm a fim de facilitar a emergência e estabelecimento do estande adequado de plantas. O espaçamento varia de acordo com o porte da planta e aptidão, e as recomendações variam de 20 a 70 cm entre linhas e 10 a 12 kg ha^{-1} de sementes, enquanto para semeadura

a lanço recomenda-se de 25 a 30 kg de sementes por hectare. Recomenda-se utilizar as dosagens de N, P_2O_5 e K_2O de 20, 30 a 80 e 20 a 60 $kg.ha^{-1}$, respectivamente, por ocasião do plantio ou a mesma que a do milho, exceto na safrinha, que deve ser 30% menor. A adubação nitrogenada em cobertura pode variar entre 30 e 200 kg ha^{-1} de N. Sob pastejo rotacionado, requer taxas de lotação elevadas por curtos períodos. A altura para pré-pastejo indicada está entre 60 e 80 cm, correspondendo a um período de 30 a 40 dias pós-semeadura. Em caso de pastagem em campo preconiza-se a altura como indicativo da entrada dos animais, intervalos de 3 a 4 semanas. A altura do pasto resíduo deve estar entre 15 e 20 cm.

5.4 - Capim ou aveia de verão – *Sorghum sudanese L.*

O capim Sudão é uma espécie, *Sorghum sudanese*, anual, cespitosa, de porte ereto. As folhas são longas, 30 a 60 cm e largas, 8 a 15 cm, glabras, de nervura central esbranquiçada na superfície superior e ápice agudo, com bainhas glabras, lígula curta, inteira e branquicenta. O sistema radicular consiste em muitas raízes longas e fibrosas, alcançando mais de 2 m de comprimento. Raízes adventícias brotam da parte inferior do caule.

O capim Sudão pode ser encontrado em diversos ambientes que variam desde estepes de clima temperado frio às florestas, que variam de úmidas e muito secas. Exige altas temperaturas no solo e no ar para se desenvolver e, portanto, se comporta melhor em temperatura na faixa entre 25 e 30ºC. A espécie é resistente à seca, mas é termofílica, requerendo altas temperaturas para germinação. Não é indicado para locais de zona temperada, fria e úmida ou para regiões tropicais e subtropicais mais úmidas. Desenvolve em condição irrigada em regiões secas e raramente cresce acima dos 2.700 metros de altitude. É capaz de crescer

em quase todos os tipos de solos, de argilosos a arenosos, mas prefere solos férteis com texturas médias e bem arejados. Não tolera solos alcalinos e solos de pântano, encharcados. O capim Sudão pode produzir mais de 80 toneladas de MS. ha^{-1} de forragem verde, quando fertilizado com 280 kg N e 140 kg P_2O_5 ha^{-1}, mas no estudo conseguiu produções de até 40 t MV ha^{-1} mas a maioria apresentou produções entre 8 e 12 t MS.ha^{-1}. Os teores de PB, proteína bruta, variam de 6 a 15%. Tem-se usado o cultivar BRS Estribo, o qual é indicado para a região sul.

A densidade de semeadura recomendada é de 25 kg.ha^{-1} de sementes. Quando plantado em linha, o espaçamento sugerido varia entre 18 e 45 cm. A profundidade de plantio não deve ser inferior a um centímetro nem superior a 3 centímetros e o contato do solo com a semente deve ser garantido, sem compactação elevada. As sementes emergem em menos de uma semana quando as condições ambientais proporcionam calor e umidade desejada. Sob lotação intermitente, o primeiro pastejo deve ser realizado quando as plantas atingem atingirem altura em torno de 50 cm e o resíduo deve ser mantido baixo, entre 5 e 10 cm, para estimular o perfilhamento. Nos pastejos sucessivos, altura de 50 cm e resíduo em torno de 20 cm garantem elevada velocidade de crescimento. Em manejo de lotação contínua, o dossel deve ser mantido a 30 cm de altura.

5.5 - Teosinto - *Euchlaena mexicana*

Trata-se de uma espécie de ciclo anual, de porte ereto e hábito de crescimento cespitoso. Possui colmos cilíndricos, eretos, muitos nós cobertos pelas bainhas das folhas. As folhas são largas, glabras, com cerca de 70 e 90 cm de comprimento e até 8 cm de largura. O teosinto assemelha-se ao milho, porém difere pelo perfilhamento abundante que re-

sulta em touceiras densas e por uma capacidade de recuperar-se e produzir novo crescimento após o corte. É adaptado em climas quentes e solos férteis, não vegetando bem em solos arenosos, pobres e secos. O teosinto é uma planta de dias curtos, adaptado aos trópicos úmidos, com precipitação anual acima de 1000 mm. Pode tolerar inundação temporária e umidade excessiva do solo, porém não cresce sob alagamento de longa duração. Pode produzir até 50 t MV.ha^{-1} nos três primeiros cortes e apresenta até 15% de proteína bruta. É semeado em linhas afastadas de 60 a 90 cm e a 30 a 50 cm entre plantas, empregando-se dosagens entre 40 e 50 kg.ha^{-1} de sementes. Durante os primeiros dois meses, as plantas crescem lentamente e apenas mais tarde elas crescem rapidamente. As alturas de entrada e saída dos animais, em sistemas que utilizam pastejo rotacionado são de 40 e 20 cm, respectivamente.

6. SOBRESSEMEADURA DE GRAMÍNEAS ANUAIS DE INVERNO SOB PASTAGENS PERENES DE VERÃO

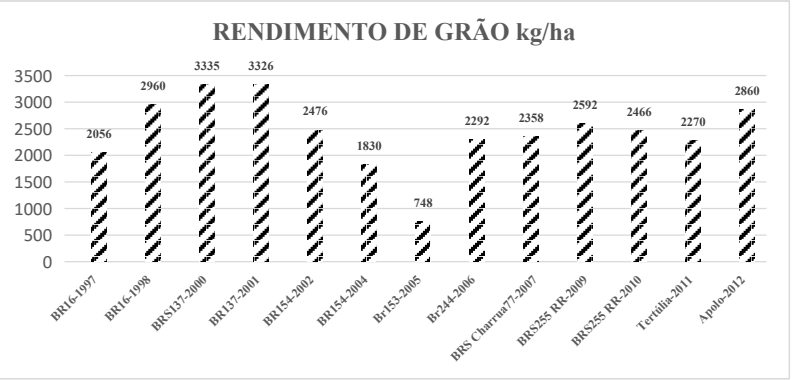
6.1 - Pastagens de aveia e azevém sobressemeadas

O termo sobressemeadura é utilizado para descrever a prática de estabelecer culturas anuais de inverno ou espécies de forrageiras da mesma ou de outras espécies sobre uma pastagem já formada de espécie perene. Esta técnica visa aumentar a produção de forragem para pastejo ou produção de feno, sem degradar ou eliminar a espécie existente. A implantação deve ser feita no fim da estação chuvosa ou em área irrigada ou região que apresente o inverno chuvoso. Espécies como o azevém anual ou as aveias, *Avena* spp., possibilitam aumentos na produção de forragem no "inverno" resultando em melhor distribuição da produção ao longo do ano. Com isso, é possível prolongar a es-

tação de pastejo e permitir que os animais tenham acesso a uma forragem de alto valor nutritivo em grande parte do ano já que as forrageiras de inverno apresentam altos teores de proteína bruta e alta digestibilidade durante esse período crítico (PEDREIRA & TONATO, 2014 e 2016; SANTOS E FONTANELI, 2006).

A sobressemeadura de forrageiras de inverno pode ser feita em áreas ocupadas por qualquer capim de verão, desde que o manejo empregado seja adequado. A técnica tem sido melhor sucedida em áreas ocupadas por espécies do gênero *Cynodon,* Tifton, Coastcross etc., e do gênero *Panicun*, principalmente os de porte baixo, o que provavelmente se deve à melhor fertilidade e manejo em áreas ocupadas por esses capins, geralmente são componentes de sistemas tecnificados tendo como soja e sorgo (Figura 15) cultivados como cultura de safrinha ou em consórcio com vários tipos de capineiras.

Figura 15 - Produção de soja cultivada intercalar com culturas e forrageiras em diferentes sistemas como I - trigo/soja, aveia branca/ soja e ervilhaca/milho; sistema II - trigo/soja, aveia branca/ soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; sistema III - pastagens perenes para pastejo na estação fria (festuca + trevo branco + cornichão); sistema IV - pastagens perenes para pastejo na estação quente (pensacola + trevo vermelho + cornichão); e sistema V - alfafa para feno, acrescentado como tratamento adicional



Fonte: Adaptado de Santos *et al*., 2011.

Para que a sobressemeadura complemente outras atividades, é preciso ter conhecimento sobre a exigência dessas forrageiras em fertilidade de solo quando se trabalha com espécies de inverno. A adoção da técnica em áreas de baixa fertilidade e alta acidez não é recomendada, uma vez que nessas condições a produtividade é baixa, não trazendo retorno compensatório. O ideal é que os parâmetros de fertilidadedo solo como o pH, a saturação por bases (V%), o teor de fósforo (P) no solo e matéria orgânica (MO) estejam próximos de 6, 80%; 5,0 e 12 $mg.dm^{-3}$, respectivamente. Além disso, a exigência hídrica das forrageiras de inverno é alta, sendo que originalmente sobressaem em regiões de inverno chuvoso. Nas demais regiões, a irrigação é praticamente obrigatória. O manejo correto é importante para diminuir a competição, no estabelecimento das forrageiras de inverno sobre as de verão no outono, ou no momento de retorno das espécies de verão sobre as de inverno, na primavera. Para diminuir a competição no outono deve-se realizar o rebaixamento ou desbaste do pasto de verão, que está em final de estação de crescimento, permitindo a germinação da espécie semeada de inverno que, sempre se encontra em maior concentração e irá ocupar a área. Caso o produtor não faça o manejo necessário, uma grande quantidade de massa residual esteja presente nos momentos de transição, haverá competição pelos fatores de crescimento, especialmente luz e, a espécie que estiver iniciando seu ciclo fica prejudicada.

Após o rebaixamento da espécie de verão, pelo menos tão drástico quanto um resíduo de pastejo normal, realiza-se a distribuição das sementes. Em pesquisas realizadas por Bertolote (2009) e Oliveira *et al*. (2005) testaram a influência da densidade de semeadura e altura de rebaixamento de pastos de capim tanzânia sobre a produção de forragem na estação chuvosa.

Densidade de semeadura nem sempre traz resultado quando a espécie é boa produtora de perfilhos, mas a altura de rebaixamento é essencial para o correto estabelecimento da pastagem. Quase sempre a sobressemeadura corrige a baixa germinação da gramínea escolhida. A sobressemeadura pode ser feita a lanço, porém com um pouco mais de sementes em relação à recomendada para cultivo exclusivo. Após a semeadura faz-se a irrigação da área, se possível, de forma a levar o solo para próximo de sua capacidade de campo. Existem máquinas apropriadas que sulcam e cobrem as sementes após o semeio.

Forrageiras, como a aveia, exigem que o pastejo ou corte inicial seja feito quando as plantas apresentarem de 30 a 40 cm de altura, ou antes de 15% dos perfilhos elevarem os meristemas apicais acima da altura de corte que ocorre de 35 a 40 dias após a semeadura. Para o azevém, o primeiro pastejo deve ser feito quando as plantas atingirem altura entre 20 e 25 cm, o que normalmente ocorre entre 45 e 55 dias após a semeadura. As forrageiras de inverno necessitam de manejo adequado para garantir a persistência do binômio qualidade-produtividade. A aveia é mais exigente que o azevém em manejo, pois tende a acumular mais colmos de forma mais rápida, o que pode comprometer sua capacidade produtiva, principalmente a aveia preta, cujo perfilhamento é baixo. Caso o ponto de crescimento, meristema apical, seja eliminado por colheita muito baixa, as rebrotado subsequentes serão comprometidas. Por isso, recomenda-se que as desfolhações na aveia sejam feitas a cerca de 30 cm de altura, até um resíduo de 10 cm. Isso geralmente é conseguido com períodos de descanso de 28 a 35 dias. O azevém pode ser considerado mais mutável, com tolerância um pouco maior a erros de manejo, embora também se beneficie do manejo correto. A altura

ideal de colheita é entre 15 e 25 cm e do resíduo de 8 a 10 cm, com período de descanso médio em torno de 21 dias.

Os benefícios da sobressemeadura de gramíneas de inverno em áreas de pastagens tropicais incluem aumento na produção de matéria seca no "inverno", redução da estacionalidade forrageira, melhoria na qualidade nutricional da dieta dos animais em pastejo, diminuição no uso de concentrados e volumosos conservados, maximização do uso da terra, com sua ocupação produtiva no "inverno", redução da área necessária à produção de alimentos conservados, maximização do uso de equipamentos de irrigação, redução na necessidade de uso de mão de obra e maquinário no inverno e mais fácil controle de plantas invasoras.

Os pontos críticos para o sucesso da sobressemeadura e que devem ser objeto de atenção por parte do agropecuarista incluem utilização de cultivares pouco adaptados à região e sementes nem sempre de boa qualidade, baixa fertilidade do solo, semeadura fora de época e em quantidade pouco recomendada, contatos da semente com solo e fertilizantes, competitividade com a vegetação existente, manejo não correto com a espécie adotada, irrigação deficiente ou excessiva não condizente com as condições de solo e clima.

6.2 - Espécies perenes

Dentre as espécies perenes de inverno já submetidas ao melhoramento genético e introduzidas no Brasil, apenas a festuca, *Festuca arundinacea* Schreb, tem sido cultivada para a formação de pastagens perenes de inverno e possui boa disponibilidade de sementes comerciais.

6.2.1 - Festuca – *Festuca arundinacea* Schreb

As antigas cultivares apresentavam características pouco desejáveis, como baixa palatabilidade e que atualmente foram

trabalhadas no desenvolvimento dos cultivares modernos e, por isso atualmente, apresentam-se como uma opção de grande potencial para os sistemas de manejo de pastagem.

A festuca é uma gramínea perene originária da Europa, cespitosa, com rizomas curtos e sistema de radicular profundo. O colmo pode atingir de 0,60 a 1,20 m. Por não apresentar mecanismo de dormência é então considerada uma espécie precoce. Mantém-se verde durante todo o ano, desde que haja condições de umidade e disponibilidade de nitrogênio. É produtiva e persistente, além de apresentar crescimento na seca. Adapta-se bem em áreas declivosas, sendo excelente planta para programas de conservação de solo, em virtude da amplitude de raízes. Também possui estolões horizontais curtos e muito espessos, graças aos quais se expande controlados progressivamente na superfície do solo. Em razão do lento estabelecimento, característica das espécies perenes, é conveniente manter o terreno limpo e controlar plantas daninhas. Tolera bem frio e excesso de umidade, entretanto, calor excessivo e deficiência de umidade prejudicam sua persistência. As festucas também demonstram ser uma boa opção para solos com problemas de alagamento uma vez que apresenta baixa sensibilidade à baixos níveis de oxigênio na região radicular quando comparado com outras forrageiras, como o azevém. Embora tolerante a solos ácidos, quando muito pobres em fósforo ou sujeitas a secas prolongadas durante o verão, a espécie não se desenvolve adequadamente e, nesse caso, tem persistência curta. Apresenta média exigência em fertilidade, mas responde bem a fertilização e demonstra seu potencial em solos férteis e profundos. A temperatura ótima para crescimento se encontra em torno de 25ºC, e a paralisação de crescimento ocorre em temperatura inferior a 7ºC, por isso o período de uso é relativamente longo. As variedades modernas

de festuca possuem alto valor nutritivo sendo indicadas para as produções de massa para o gado de corte e de leite, ovinos e equinos. Apresentam teores de proteína bruta entre 21,3% e, 76% de digestibilidade. Algumas cultivares disponíveis no Brasil são Rizomat, Quantum II, INIA Aurora e INIA Fortuna.

A época de semeadura de festuca é no final da época chuvosa, preferencialmente, podendo ser estabelecida em sistema de plantio direto. É indicado de 15 a 20 kg de sementes ha^{-1} em cultivo em linhas espaçadas de 0,2 a 0,3 m ou deve-se aumentar para 20 a 25 kg ha^{-1} quando for realizado à lanço. Quando consorciada, recomenda-se usar 10 a15 kg ha^{-1} de semente e a profundidade de semeadura não deve ser maior que um centímetro. A festuca pode ser propagada por mudas enraizadas, no início do outono. A temperatura do solo tem grande influência sobre a fase de estabelecimento (CORDOVA, 2013). Normalmente a produção de forragem no primeiro ano das festucas é menor do que de uma pastagem de azevém, por exemplo, mas tende a ser maior nos demais anos. No primeiro ano deve-se realizar o primeiro pastejo após a pastagem tingir 10 cm de altura e a altura pós-pastejo não deve ser inferior à 5 cm. Se não forem respeitados estes limites, existe o risco de as plantas não desenvolverem uma boa base e um bom sistema radicular. Após estabelecida, a festuca resiste ao pisoteio, graças ao desenvolvido sistema de raízes, formando uma cobertura resistente.

A partir do segundo ano, o pastejo poderá ser iniciado no início do período chuvoso e conduzido até início do período seco. O pastejo de festuca pode ser realizado quando essa gramínea atingir altura de aproximadamente 20 cm, deixando-se a altura de resíduo de 5 a 10 cm. Sob lotação contínua, a altura da pastagem deve estar entre 10 e 15 cm. Pode produzir anualmente até 10 toneladas de MS.ha^{-1}. Seus principais usos incluem feno,

pastejo direto; consorcia-se bem com cornichão, trevo branco e trevo vermelho ou alfafa. Em solos úmidos, deve-se dar preferência ao trevo branco.

7. Gramíneas forrageiras de clima tropical

O capim tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) tem sido avaliado como uma das principais alternativas forrageiras para sistemas intensivos de produção animal. Várias cultivares dessa espécie tem mostrado exigência em manejo, especialmente em relação à intensidade de desfolha, que condiciona a velocidade de rebrota da planta após o pastejo. A pesquisa não tem ainda informações necessárias sobre a intensidade de desfolha imposta ao capim tanzânia (MARTHA JÚNIOR *et al.*, 2004).

A cv. Massai, também muito admirada por ser um híbrido espontâneo entre *Panicum maximum* e *Panicum infestum* coletada na Tanzânia entre Dares Salaam e Bagamoyo em 1969. Apresenta entouceiramento com altura média de 60 cm. As folhas são quebradiças, sem cerosidade e largura média de nove milímetros. As lâminas apresentam densidade média de pelos curtos e duros na face superior. A bainha apresenta densidade alta de pelos curtos e duros, com colmos verdes. Por ser um híbrido entre as duas espécies citadas, as inflorescências são intermediárias entre uma panícula típica de *P. maximum*, e um racemo, típico de *P. infestum*. As inflorescências apresentam ainda ramificações primárias curtas e nenhuma ramificação secundária. As espiguetas são pilosas, distribuídas uniformemente, com a metade da superfície externa arroxeada. O verticilo é piloso. O capim Massai apresenta produtividade de 14,3 toneladas por hectare de matéria seca, apesar de seu porte ser baixo, 60 cm, em contrapartida, o colonião, que atinge 150 cm tem a mesma

produção de massa das forrageiras mais elevada da atualidade (EMBRAPA, 2001).

7.1 - *Panicum maximum* cv. Tanzânia

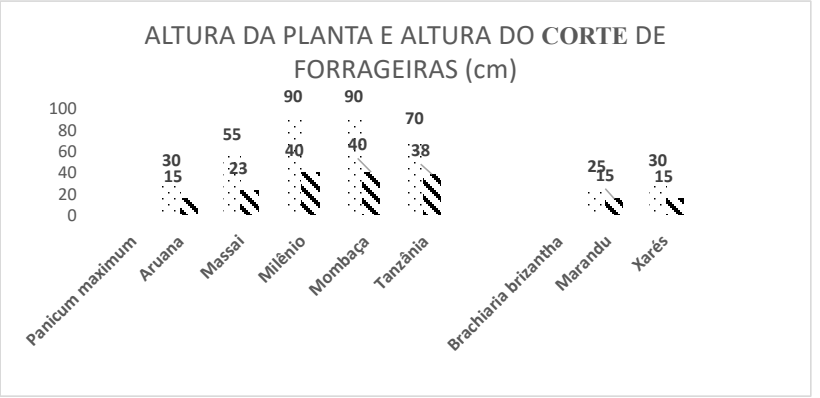
Gramínea com ciclo vegetativo perene, com hábito de crescimento cespitoso, formando touceiras. Tem menor porte e folhas mais finas do que as do Mombaça, Colonião e Tobiatã. Quando em crescimento livre possui um porte alto, podendo atingir até 2,0 m de altura. Para o plantio, o tipo de relevo deve variar de plano a levemente ondulado e adapta-se melhor em solos areno-argilosos e bem drenados. Não tolera solos encharcados. O capim Tanzânia é uma planta exigente em fósforo (P) e potássio (K), principalmente, na fase de implantação. Por ser planta exigente em fertilidade, recomenda-se o monitoramento através de análise, não descuidar principalmente da aplicação de nitrogênio em cobertura para manutenção e obtenção da produtividade forrageira. Essa cultivar não tolera geadas, possuindo média resistência ao frio e à seca. Apresenta boa qualidade de forragem, alta produtividade de excelente capacidade de rebrota após o corte. Além dessas características o capim Tanzânia é considerado resistente à cigarrinha da pastagem, mas é susceptível à doença causada por fungos *Bipolarismaydis* e ao ataque da cochonilha-dos-capins, *Antonina graminis*. Em condições de alta umidade, como ocorre com a irrigação, e alta temperatura, o cultivar fica suscetível à ferrugem, o que compromete o resultado do sistema. Em função da ocorrência de distúrbios metabólicos, tais como a cólica, provocados pela elevada concentração de carboidratos solúveis, cultivares do gênero *Panicum* não têm sido recomendadas como fonte exclusiva de volumoso para alimentação dos equinos. Além dessa forma de uso, essa gramínea pode ser utilizada para a produção de silagem, embora seja ne-

cessária a utilização de aditivos absorventes de umidade. Não é recomendado para fenação.

A semeadura pode ser realizada a lanço ou em linhas espaçadas de 20 a 40 cm, profundidade de 0,5 a 1 cm, com compactação das sementes e a densidade de semeadura variando de 1,8 a 2,0 kg de sementes puras viáveis, ou seja, SPV.ha^{-1}. A produção de forragem pode chegar a 35 toneladas de massa seca (MS).ha^{-1} se as plantas forem adubadas e o uso do pasto for bem manejado. O tempo de formação varia de 90 a 120 dias. Assim, o primeiro pastejo deve ser realizado em aproximadamente 90 dias após a germinação das sementes e a retirada dos animais deve ser feita quando o resíduo atinge 40 cm de altura. O pastejo rotacionado é o mais indicado para o capim Tanzânia e outros (Figura 16), pois se trata de uma forrageira cespitosa, de elevado ritmo de crescimento, principalmente quando se trabalha com adubação nitrogenada. Os sistemas de pastejo rotacionado permitem um controle mais rigoroso da forragem colhida e um melhor aproveitamento do pasto, evitando a desuniformidade de pastejo. Portanto, ao se adotar esse manejo tem-se preconizado alturas da planta (Figura 16) para otimizar o uso da forrageira, recomendado para sistemas adubados, uma altura de entrada de 70 cm e com a saída dos animais ao atingir 30 cm, contudo para sistemas sem adubação, utiliza a mesma altura de entrada, porém a altura de saída deve ser próxima a 40 cm.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 16 - Altura médias aproximadas das forrageiras e altura do corte em pré e pós-pastejo



Fonte: Adaptado de Euclides; Montagner, 2018; Lima *et al*., 2012.

O período de ocupação vai depender do ritmo de crescimento das plantas e da estrutura disponível na propriedade. Quanto menos tempo os animais permanecerem em cada piquete, maior vai ser o controle sobre o pasto. Desta forma, em áreas mais intensificadas, onde o ritmo de crescimento das plantas for bastante elevado, o período de ocupação deve tender a um dia. Contudo, nas áreas mais extensivas, onde não se utilize adubação nitrogenada este período pode ser estendido, para dois ou três dias de ocupação. Lima *et al*. (2012) compararam as taxas de lotação e produção de leite de vacas em lactação recebendo 4 kg de concentrado por dia em pastos de capim Tanzânia manejados com altura pré-pastejo de 70 cm, com 30 dias fixos de descanso e dois de ocupação, desse modo obtiveram um melhor ciclo de pastejo de 32 dias (Tabela 3). Os autores observaram não haver diferença na produção de leite entre as estratégias de manejo da pastagem, com média de 20,5 kg leite por animal. Contudo, maiores taxas de lotação e, portanto, maiores produtividades de

kg leite.ha^{-1} têm sido registradas quando a entrada dos animais se realiza com 70 cm de altura no pré-pastejo.

Tabela 3 - Altura pré-pastejo, dias de descanso e taxas de lotação em pastos de capim Tanzânia submetidos a duas estratégias de manejo sob pastejo rotativo

Manejo	Nov-dez	Dez-jan	Jan-fev	Mar	Abril	Mai-jun
Altura pré-pastejo (cm)						
70 cm	70	70	71	74	72	61
30 dias	71	72	99	93	77	62
Dias de descanso						
70 cm	30	31	20	25	36	50
30 dias	30	30	30	30	30	30
Taxa de lotação (UA/ha)						
70 cm	5,1	5,6	11,8	7,6	3,2	1,6
30 dias	7,8	5,8	7,3	6,6	4,8	3,9

Fonte: Lima *et al*. (2012).

7.2 - *Panicum maximum* cv. Mombaça

O capim mombaça é uma forrageira cespitosa de porte alto, chegando a 2,0 m. Geralmente requer solos de média a alta fertilidade para um bom e rápido estabelecimento, bem como, para cobertura total do solo. Possui baixa tolerância ao frio e a seca, e baixa tolerância aos solos úmidos e sombreamento. Considerado como medianamente tolerante à cigarrinha das pastagens. O relevo da área de cultivo deve variar de plano a levemente ondulado e se adapta melhor a solos de textura moderada a argilosa, de fertilidade média a alta e que não apresentem problemas de acidez. Possui potencial de produção de até 35 toneladas de ma-

téria seca (MS).ha^{-1}, podendo chegar a 45 ton.ha^{-1}.ano^{-1} de MS quando irrigado, sendo que durante o período seco produz cerca de 12 a 15% de seu rendimento anual de forragem. Devido ao porte cespitoso, consorcia-se bem com leguminosas como puerária, desmódio, centrosema, stylosanthes, calopogônio e outras. É bem aceito por bovinos e bubalinos, mas não é recomendado para equinos. Em função do porte não se recomenda sua utilização para ovinos. Essa gramínea pode ser utilizada, além do pastejo, na forma de silagem e não é recomendada para a produção de feno devido à presença de colmos mais grosseiros.

O Mombaça apresenta vigor favorável no estabelecimento com um rápido fechamento da vegetação e alta produtividade. Possui sementes pequenas e, por isto, demanda um grau melhor de preparo do solo e cuidados no plantio maior do que para outras espécies forrageiras com sementes de maior volume. O plantio pode ser em linhas espaçadas de 0,5 a 1,0 m entre si ou a lanço, a profundidade de plantio deve ser de 2 a 4 cm. A densidade de semeadura varia de 2 kg de sementes puras viáveis (SPV).ha^{-1}. É uma forrageira bastante eficiente ao uso do fósforo (P), havendo maior necessidade desse nutriente na implantação e em relação a manutenção, já que o nível crítico de P no solo e na planta diminui com o desenvolvimento do dossel. Responde à adição de nitrogênio (N) no solo.

O manejo de formação consiste em realizar o primeiro pastejo da área no período entre 90 e 100 dias após a germinação, utilizando alta lotação animal por curto espaço de tempo com a finalidade de diminuir a competição entre as plantas e principalmente, estimular o perfilhamento mais vigoroso, proporcionando uma cobertura do solo melhor e mais rápida. Nos ciclos subsequentes, o pastejo deve ser iniciado quando as plantas atingem 90 cm de altura, as quais devem ser rebaixadas para 45 cm. Em

casos de reposição deficiente de nutrientes, a altura pós-pastejo deve ser mais elevada para que a rebrota seja mais rápida. Em função do porte e formação de touceiras bem definidas, não é recomendável o método de lotação contínua e sim o método com lotação intermitente com a finalidade de otimizar o desempenho animal e a persistência da pastagem. Hack *et al*. (2007) registraram aumento de 40% na produção de leite em dosséis de capim mombaça manejados a 90 cm de altura comparado ao manejo com 140 cm de altura na condição pré-pastejo. Carpejani (2014) demonstrou que de acordo com o objetivo do sistema de produção, se os pastos forem adubados e bem manejados, a altura de resíduo pode ser uma ferramenta importante de manejo. A adoção de resíduos mais baixos resulta em maiores taxas de lotação e ganho de peso por área, mas o desempenho por animal é menor. Assim, caso o produtor possua animais de alta exigência ou deseja engordar os animais mais rápido, a altura de resíduo de 50 cm pode ser adotada para o capim-Mombaça.

7.3 - Capim-elefante – *Pennisetum purpureum* Schum

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) é uma forrageira de origem africana introduzido no Brasil em 1920, vindo de Cuba. Hoje, encontra-se difundido em todas as regiões brasileiras. É uma gramínea perene, ou seja, pode persistir por muitos anos sem replantio quando bem manejado. Apresenta hábito de crescimento cespitoso, ou seja, forma touceiras bem definidas. Adapta-se bem em regiões tropicais, com amplitude ótima entre 18 e 30ºC. É considerada uma espécie exigente em fertilidade e não tolera solos mal drenados e pH baixo. Esses capins são suscetíveis ao ataque da cigarrinha da pastagem e da cana, além do ataque de fungos como o *Helminthosporium sacchari* e *H. ocellum* que podem acarretar sérios prejuízos à produção e à qualidade da forrageira, bem como a persistência da planta.

Essa espécie possui um elevado número de cultivares, os quais podem ser organizados em cinco grandes grupos segundo as características de crescimento:

- Grupo Anão: as cultivares deste grupo são mais adaptadas, como a cultivar Mott, para pastejo por ovinos em função do menor comprimento dos entrenós. As plantas desse grupo apresentam porte baixo, em torno de 1,5 m, e elevada relação lâmina/colmo.

- Grupo Cameroon: apresentam plantas de porte ereto e alto, colmos grossos, predominância de perfilhos basilares, folhas largas, florescimento tardio (maio a julho) ou ausente e, touceiras densas como as cultivares Cameroon, Piracicaba e Guaçu.

- Grupo Mercker: caracterizado por apresentar menor porte, colmos finos, folhas finas, menores e mais numerosas, e época de florescimento precoce ocorre de março a abril. As cultivares Mercker, Mercker comum, Mercker Pinda fazem parte deste grupo.

- Grupo Napier: as cultivares deste grupo apresentam variedades de plantas com colmos grossos, folhas largas, época de florescimento intermediária, touceiras abertas. Têm exemplares como as cultivares Napier, Mineiro e Taiwan A-146.

- Grupo dos Híbridos: Resultantes do cruzamento entre espécies de *Pennisetum*, principalmente *P. purpureum* e *P. americanum ou P. purpureum* e *P. glaucum* tendo como exemplos Capim-elefante paraíso (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) cv. Paraíso.

É importante identificar qual cultivar está sendo implantado, pois em função das suas diferenças em características de crescimento, possuem metas de manejo específicas.

Embora possua elevado potencial produtivo, entre 40 e 80 toneladas de MS.ha^{-1} e rápido crescimento em condições climáticas favoráveis, o desconhecimento sobre suas características

morfofisiológicas e plasticidade de adaptação ao pastejo gerou grande insucesso em sua utilização. A dificuldade de implantação em grandes áreas, visto que sua propagação é feita por mudas, o porte elevado e o expressivo alongamento de colmos resultante de estratégias de manejo que propiciam intensa competição por recursos luminosos resultam em baixa adoção dessa espécie como recurso forrageiro para pastejo direto.

O capim-elefante, devido ao seu porte ereto, não deve ser reutilizado sob pastejo contínuo, conforme se observa para outras forrageiras de hábito de crescimento prostrado ou rasteiro, como é ocaso do capim-gordura, das braquiárias etc., assim como sua utilização na forma de feno é restrita, embora possa ser feita com o manejo adequado da secagem. É muito comum o uso de capineiras para o período seco do ano. Também pode ser utilizado para ensilagem e em lotação intermitente.

O plantio na época adequada é de vital importância para sua utilização eficaz e rápida. O período de plantio recomendado para as espécies de forrageiras tropicais tem sido antes do período chuvoso, quando as temperaturas estão elevadas e chuvas ocorrem em maior quantidade. O preparo do solo deve ser feito pelo menos três meses antes do plantio, caso seja usado corretivos de baixa solubilidade considerando ainda que são necessárias as correções com calcário e fósforo para maior êxito da cultura. O plantio é feito por meio de mudas, que pode ser feito a partir de colmos enraizados, que se obtém fracionando as touceiras, ou por colmos inteiros.

No corte são deixadas quatro gemas por pedaço do colmo para impedir a migração dos nutrientes a partir do meio para as extremidades, que ocorre nos colmos inteiros. Os colmos devem ser colocados em sulcos de 10-15 cm de profundidade, na posição pé com ponta. Ocorre uma melhor brotação quando os

colmos são cortados em pedaços de 2 a 5 gemas para conseguir um maior perfilhamento.

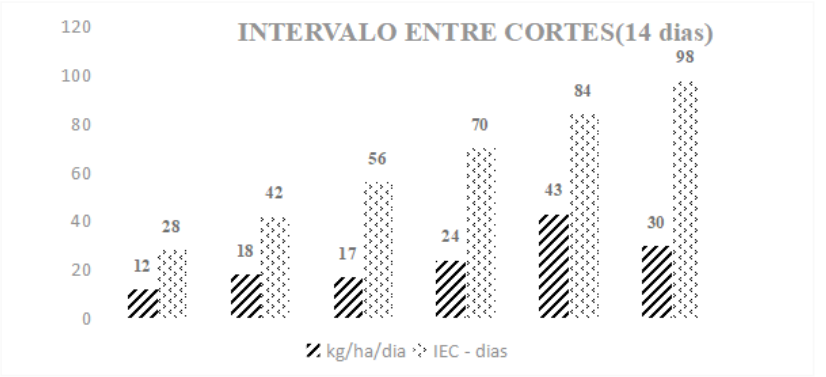
O espaçamento utilizado no estabelecimento do capim-elefante é aquele que promove maior densidade de touceiras, após a realização do solo, utilização de uma muda perfeita e boa adubação. Em trabalhos recentes tem–se verificado recomendação de espaçamentos entre 0,5 e 1,0 metro entre linhas. É importante que se obtenha uma cobertura vegetal intensa, o mais rapidamente possível, após o plantio. Assim, menores espaçamentos entre sulcos de plantio são mais adequados para se estabelecer o pasto, considerando que maiores espaçamentos favorecem o desenvolvimento de plantas invasoras, devido à demora na cobertura do solo.

Muitos dos insucessos no estabelecimento têm como principal causa o manejo inadequado logo após o plantio, determinando o futuro da população de plantas. Deve-se levar em conta a cultivar com a qual se está trabalhando. A entrada dos animais deve ocorrer quando a planta atingir entre 0,90 e 1,0 metro de altura e não mais que 0,80 m para cultivares do grupo anão. Em alguns trabalhos encontram recomendações sobre calcular o momento ideal do primeiro pastejo com base na idade cronológica, o que seria um primeiro pastejo entre 60 e 90 dias após o plantio. O primeiro pastejo é importante para o adequado estabelecimento do pasto e irá determinar a produtividade durante todo o ano. Pastos que permanecem crescendo por muito tempo acumulam colmos ao invés de folhas e isso prejudica, além da produção de forragem e o consumo pelo animal. Durante muito tempo as pastagens de capim-elefante foram manejadas baseadas em dias fixos de descanso e ocupação, por exemplo, 30 dias de descanso e 3 de ocupação. Entretanto, as variações na quanti-

dade de chuvas e temperatura conduzem a uma maior ou menor velocidade de crescimento do pasto.

Como consequência, ao usar o período de 30 dias, os animais irão consumir forragem passada, em função do crescimento mais rápido, podem entrar no piquete antes do pasto estar no ponto certo de maturidade (Figura 17). Se essas oscilações permanecerem, o que irá acontecer é um acúmulo excessivo de colmos, porque o pasto cresceu demais. Isso conduzirá a menor capacidade de recuperação das plantas nos pastejos seguintes e a necessidade de roçadas no final da estação de crescimento.

Figura 17 - Produção de massa seca (MS) do capim elefante (DAG) em dias após a germinação



Fonte: Adaptado de Simão Neto *et al*. (1994).

A altura do dossel tem sido utilizada como um bom parâmetro para definir o momento ideal de colocar os animais nos piquetes. Cada grupo de cultivares possui exigências de manejo específicas e que devem ser respeitadas se o objetivo é obter a maior produtividade possível sem prejudicar a rebrota do pasto e o consumo dos animais.

No trabalho de Voltolini *et al*. (2010), as alturas de pré-pastejo ficaram em torno de 100 e 120 cm, para os pastos com des-

canso variável (95%IL= intercessão luminosa) e fixo de 27 dias, respectivamente. Esses autores compararam a massa de forragem, por ciclo de pastejo, para os dois intervalos de descanso e não observaram diferença entre os métodos adotados, com valores de 6.270 e 6.310 $kg.ha^{-1}$ de MS, por ciclo de pastejo, respectivamente para os pastos utilizados com períodos de descanso baseados na IL de 95% e com período fixo de descanso de 27 dias. Entretanto, a redução no período de descanso permitiu aumento no número de ciclos de pastejo, contribuindo para maior produção total de matéria seca (MS).

No período avaliado, o intervalo médio entre desfolhações para os pastos com período de descanso variável foi de aproximadamente de19 dias, o que permitiu 4 ciclos de pastejo contra 3,0 ciclos para os pastos com intervalo fixo de 27 dias. Assim, os pastos em período variável de descanso produziram, aproximadamente, 28% mais MS em relação aos pastos manejados utilizando o período fixo.

Trabalhos de pesquisa sobre a saída de animais têm demonstrado que uma regra simples pode ser utilizada para definir o momento de retirar os animais (VOLTOLINI *et al*., 2003 e 2010), isto ocorre quando os animais se rebaixar ao consumir cerca de 50% da altura de entrada. Essa observação corresponde ao equilíbrio ideal para a planta, onde sobram folhas para o crescimento dos animais, sem restrição no consumo.

Voltolini *et al*. (2010) trabalhando com capim-elefante cv. Cameron observaram que a adoção de intervalo variável entre desfolhações, com base na altura de 100 cm (95%IL) permite controle mais eficiente do resíduo de pastejo, em comparação com o uso de período fixo de 27 dias entre desfolhações. Embora seja difícil definir como funciona o manejo baseado na altura e possa parecer complicado, na medida em que se observa o crescimento fica

fácil de perceber quando os pastos estão prontos. Se o estabelecimento for correto, normalmente essas alturas são atingidas quando ocorre a total cobertura do espaço entre as linhas de plantio pelas folhas das plantas. Esse padrão é mais facilmente verificado em pastos estabelecidos há mais de um ano, pois as mudanças no tamanho das touceiras são menos frequentes.

Com relação à adubação, é fato reconhecido que o capim-elefante é uma planta que apresenta elevado potencial de produção de fitomassa, e por esta razão, extrai quantidades apreciáveis de nutrientes requerendo solos com boa fertilidade para expressar o seu elevado potencial de produção. Em sistemas sob pastejo contínuo, a extração de nutrientes é menor se comparada ao sistema sob corte, pois parte dos nutrientes permanecem no sistema através das excreções dos animais, ainda que as excreções não sejam uniformemente retornadas à pastagem. Diante disso, não serão necessárias elevadas aplicações de nutrientes.

A adubação de plantio deve suprir o fósforo, nitrogênio e parte do potássio necessária para o ano de cultivo e podem ser realizadas em cobertura quando o declive da área permite ou na linha de plantio. Na ocasião da implantação do pasto de capim elefante recomenda-se a aplicação de 50 a 80 kg ha^{-1} de N e de 60 a 80 kg ha^{-1} de fósforo e potássio, respectivamente. O restante deve ser aplicado em cobertura e parcelado logo após cada pastejo e durante as águas, novembro a março. Recomenda-se um total de 150 a 300 kg N $ha^{-1}.ano^{-1}$, de 80 a 150 kg K_2O $ha^{-1}.ano^{-1}$ e de 70 a 100 kg ha^{-1} P_2O_5 por ano.

7.4 - *Brachiaria brizantha* – cultivar Marandu

Brachiaria brizantha cv. Marandu denominado como capim marandu ou capim braquiarão, capim brizantão é uma gramínea tropical perene, cespitosa de porte médio, podendo chegar a

1,5 m de altura em crescimento sem concorrente. Esta gramínea se desenvolve bem em condições tropicais, do nível do mar até 2.000 metros de altitude. Contudo desenvolve bem em regiões com precipitação pluvial anual superior a 700 $mm.ano^{-1}$ e cerca de 5 meses de seca. Seu crescimento é facilitado por temperaturas mínimas acima de 15 °C para crescimento pleno. Mesmo não sendo cosmopolita desenvolve melhor em áreas de relevo plano a ondulado. Desenvolve bem em solos de alta fertilidade, solos profundos e quando submetida às condições de baixa fertilidade. Desenvolve melhor em solos de textura média ou arenosa não tolerando solos argilosos e siltosos. Apesar de tolerante às condições adversas, como altos níveis de alumínio e manganês, responde às adubações chegando a produzir até 40 toneladas de massa seca por hectare por ano. Não é exigente à calagem, mas desenvolve bem em solo com teores críticos de cálcio e magnésio, como nutrientes, similar a qualquer planta forrageira.

O cultivar Marandu apresenta tolerância mediana ao sombreamento, queimadas e à seca. Não tolera solos encharcados e nem geadas. Pode ser desenvolvida em consórcio com *Arachis pintoi*, estilosantes, calopogônio, soja perene, java e puerária. Várias outras espécies não desenvolvem na presença desta braquiária devido suas características alelopáticas. Não é atacada por formigas cortadeiras além de ser resistente à cigarrinha das pastagens (*Zulia entreriana* e *Deois flavopicta*) mas pode ser atacada pela cigarrinha do gênero *Mahanarva por ser* susceptível. Além dessa praga, o capim marandu também é susceptível ao ataque de doença causada pelo fungo do gênero *Rhizoctonia* que causa mancha foliar fúngica, também pela podridão das raízes. Utilizada para pastejo direto pelos animais, silagem e pré-secado, sendo indicada para cria e engorda de bovinos, não é aceita por equinos, pode gerar fotossensibilização em ovinos e caprinos.

A melhor época de plantio é no início do período chuvoso quando duas a três chuvas tenham ocorrido; teoricamente o solo se encontra em torno de sua capacidade de campo. Desse modo, as máquinas e implementos têm menor ação prejudicial às características físicas do solo. A distribuição das sementes deve ser uniforme por toda a área a ser formada. No caso de plantio em linhas ou em covas, o espaçamento entre elas deve ser o menor possível.

A boa regulagem das máquinas é essencial para controle de fertilizantes e distribuição de sementes (Tabela 4) que constitui uma forma de garantir a quantidade certa de sementes necessárias para atingir boa produção (Figura 18). Essa quantidade, denominada de taxa de semeadura, varia de acordo com a cultivar, época do ano, sistema de semeadura e valor cultural da semente (VC).

VC = pureza x poder germinativo

Tabela 4 - Cálculo da taxa de semeadura recomendada pela Gemipasto

Cultivar	Taxa mínima (kg ha-1 de SPV)
Piatã	4,00
Marandu, MG-4, Xaraés, Decumbens	2,80
Humidícola, Llanero	2,50
Mombaça, Tanzânia, Aruana, Massai	1,80

Fonte: Citado por FZEA, 2016.

OBS: kg.ha^{-1} SPV = Semente Puras Viáveis, equivalentes a um Valor Cultural de 100%, aqui usado apenas como referência. Taxa de semeadura = kg ha^{-1} SPV x 100% VC adquirido.

O plantio do capim-marandu é realizado por sementes, densidade de semeadura de 2,8 kg sementes puras viáveis (SPV).$^{ha-1}$, incorporadas a 2,0 a 4,0 cm de profundidade em linhas ou a lanço. No caso do plantio a lanço, após a semeadura é neces-

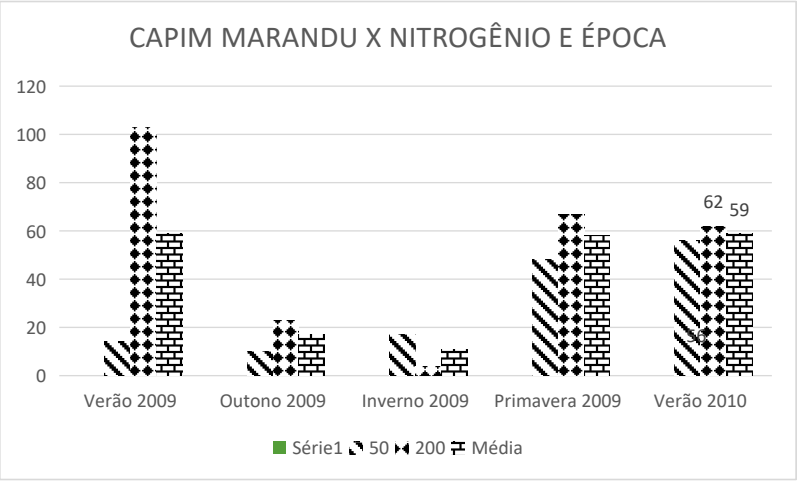
sário proceder uma gradarem leve, facilitando a incorporação e contato das sementes ao solo. No caso de plantios visando à produção de sementes, a semeadura em linhas, no espaçamento ao redor de 1,00 m, oferece vantagens, facilitando a colheita. As sementes apresentam dormência acentuada após a colheita e, portanto, não é recomendado o plantio de sementes recém-colhidas, aconselha, por isso, serem armazenadas, dois meses em ambiente fresco e arejado.

Estudando o comportamento desta cultivar foi observado que a produção é maior no verão e na primavera contudo a diferença entre dose baixa e dose alta de nitrogênio são semelhantes, considerando que a dose mais alta é quantitativamente quatro vezes superior à dose mais baixa de nitrogênio (Figura 18).

A formação de pastagem com a finalidade de pastoreio com lotação contínua é necessária que a altura média da planta se encontre entre 20 e 40 cm e para uma lotação intermitente, os animais entram com 25 cm e saem com 12-15 cm para sistemas com correção e adubação (REIS *et al.*, 2013, ANDRADE 2003). Caso não necessitar adubação os animais entram com 25 cm e saem com 18 cm. A produção dessa forrageira pode chegar a 30 ton $ha^{-}1.ano^{-1}$ com apenas adubação e se irrigar pode chegar até 50 ton ha^{-1} ano.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 18 - Produção do capim marandu em kg.ha^{-1}.dia^{-1} e média de matéria seca sob aplicação de 50 e 200 kg ha^{-1}ano^{-1} nas estações do ano



Fonte: Adaptado de Gimenes *et al.*, 2011.

7.5 - *Brachiaria brizantha* – cultivar Xaraés

Gramínea de crescimento cespitoso, podendo atingir até 1,5 m de altura quando em crescimento sem concorrência. Apresenta enraizamento nos nós inferiores e forma touceiras bem definidas. O florescimento é tardio, o que prolonga a sua qualidade de forragem até outono.

O capim xaraés é indicado para as regiões de clima tropical de Cerrados com mais de 800 mm de chuvas por ano, com até cinco meses de estação seca e para regiões de clima tropical úmido. Essa forrageira tem retrições para seu desenvolvimento em climas muito quentes e úmidos por apresentar suscetibilidade à cigarrinha-das-pastagens (EMBRAPA GADO DE CORTE, 2004).

Tem sido indicada para solos de média fertilidade, respondendo positivamente a adubação. Apesar da boa adaptação a solos ácidos, produz melhor em solos de textura média, férteis e

corrigidos. É uma forrageira considerada tolerante a cigarrinha das pastagens. Destaca-se por suportar altas taxas de lotação. É susceptível à mela causada por fungos do gênero *Claviceps sucata, que podem ser multiplicados em campo pelas sementes.* A recomendação de semeadura é de 3,0 kg ha^{-1} de SPV, com ótimas condições de preparo do solo, temperatura, umidade, e semeadura com técnica e equipamentos adequados. O plantio em sulcos é realizado no espaçamento entre 0,6 e 1,0 m entre linhas ou por mudas na cova de 0,5 x 0,5 m, podendo também ser feito a lanço.

A profundidade de semeadura deve ser em torno de 3,0 cm, com uso de rolo compactador após a semeadura. Quando em consorciação com leguminosas, o plantio pode ser feito a lanço ou em linhas espaçadas de 1,0 a 1,5 m.

Produz satisfatoriamente tanto em sistema de lotação contínua quanto em lotação intermitente. O pastejo sob lotação intermitente deve ser iniciado quando as plantas atingem entre 20 a 40 cm de altura, as quais devem ser rebaixadas entre 15 e 20 cm acima do solo. Quando se maneja animais em lotação, recomenda-se manter o dossel com alturas em torno de 30 cm.

7.6 - *Brachiaria brizantha* – cultivar Piatã

O capim piatã, *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã, é uma braquiária, de crescimento ereto e cespitoso, formando touceiras. Porte médio, com altura entre 0,85 e 1,10 m. Apresenta colmos verdes, finos, bainhas foliares com pouca pilosidade e lâmina foliar sem pilosidade. Apresenta perfilhamento aéreo com inflorescência característica apresentando muitos ramos, até 12. Em condições controladas apresenta resistência a cigarrinhas típicas de pastagens como *Notozulia entreriana* e *Deois flavopicta*, resultando em baixa sobrevivência na forma de ninfa e ainda se atacada pela cigarrinha-da-cana *Mahanarva fimbriolata*, tem

seu desenvolvimento limitado. A planta produz forragem de melhor qualidade; sendo superior na produção de folhas e colmos mais finos; possui florescimento precoce. Constitui uma alternativa de forragem considerável para sistema de manejo diferido, é mais produtiva na seca com boa tolerância ao sombreamento. Produz bem em solo de fertilidade média a alta, devendo ser mantido em solo em uma saturação de base de 40%. Pode ser cultivada em praticamente todo o país, em regiões com bom regime de chuvas e sem invernos rigorosos.

Pode ser semeada no início e no final do período chuvoso, contudo para obter uma boa pastagem recomenda-se uma taxa de semeadura de no mínimo 4 $kg.ha^{-1}$ de sementes puras viáveis (SPV), a uma profundidade de semeadura de 4 cm. A incorporação das sementes é realizada com grade niveladora ou plantadeira. Recomenda-se realizar o primeiro pastejo entre 70 e 90 dias após a semeadura, estimulando o perfilhamento da gramínea e contribuindo para o aumento da densidade de plantas na área. Esse pastejo de formação deve ser realizado com animais leves e durante poucos dias (ANDRADE & ASSIS, 2010). O capim piatã é uma boa alternativa para o uso em piquete maternidade, desmama de bezerros e nos casos em que necessita de uma pastagem de melhor qualidade, para solos de média fertilidade. Nos casos em que se verifica morte súbita de braquiária, o capim piatã é opção quando a pastagem é diagnosticada como degradada por manejo precário e adubação deficiente. Quando ocorre morte da pastagem quase sempre é devido ao ataque de percevejo castanho (EMBRAPA, 2009).

7.7 - *Brachiaria brizantha* – cultivar Paiaguás

O capim-paiaguás é uma pastagem com boa aceitação para a diversificação de pastagens em solos de média fertilidade. Sua

seleção foi orientada para produtividade, vigor, produção de sementes, contudo não apresenta resistência à cigarrinha-das--pastagens. Apresenta como vantagem elevação do potencial de produção animal no período seco, com alto teor de folhas e bom valor nutritivo. Com isso tem-se obtido ganhos de peso por animal por área. É uma planta da família das gramíneas cujo nome científico é *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás. Apresenta a forma de crescimento cespitoso. Adapta bem a solo de média a baixa fertilidade. Prefere altitude até 1.800 metros e precipitação anual entre 800 e 1200 m. Tem boa tolerância à seca e razoável ao frio, à baixa umidade e ao sombreamento. Produz aproximadamente 20 t ha^{-1} ano^{-1}, teor de proteína entre 10 e 13% e boa palatabilidade. Completa seu ciclo de desenvolvimento entre 90 e 100 dias sendo o primeiro pastoreio permitido entre 60 e 70 dias. A altura de corte sugerida entre 20 e 40 cm.

7.8 - *Brachiaria decumbens* – Stapf cultivar Basilistik

É uma planta perene, de hábito decumbente, apresenta rizomas curtos, com alta plasticidade, o que permite adaptação a pastejos intensos e frequentes. Pode chegar até um metro de altura, apresenta folhas pilosas, mas a bainha e o caule são glabros. Sua inflorescência é de rácemos simples contendo de 5 a 6 rácemos e as espiguetas são distribuídas de forma bisseriada ao longo da ráquis. As ráquis apresentam o formato zigue-zague no terço final.

A sua difusão deu-se de forma acentuada, devido à boa produção e germinação de suas sementes, a alta produtividade em solos ácidos, ou seja, tem tolerância a solos com Al, alumínio, e de baixa fertilidade. Tem pouca exigência por P, com ótima adaptação aos solos de cerrado, alta agressividade na competição com a vegetação nativa, elevada disseminação pela semeadura natural, formação de populações exclusivas, dispensando roça-

das frequentes e elevada persistência. Mesmo com boa tolerância a solos ácidos, responde bem a adubação e tem alto potencial produtivo em solos férteis. Suporta bem tanto solos argilosos quanto arenosos, apresenta boa tolerância à seca, além de alguma tolerância a solos encharcados. É suscetível à cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta e Zulia entreriana* e à podridão foliar fúngica. Nas áreas cultivadas é considerada uma invasora de difícil controle. A *Brachiaria decumbens* recupera-se rapidamente após o pastejo e a queimada, além de apresentar boa tolerância ao sombreamento, devido ao acúmulo de sementes viáveis no solo. Porém, tem baixa aceitabilidade por equinos, mas é bem aceito por bovinos. Pode causar fotossensibilização em ovinos e bezerros, não sendo recomendada para estes animais. Cresce bem no verão, porém tem sua produção afetada por baixas temperaturas, sofrendo bastante com geadas. A cobertura do solo é rápida, quando se utiliza a densidade de semeadura recomendada, permite uma boa proteção contra erosões do solo, sendo este material indicado para áreas de declive acentuado, mas não tem restrição quanto ao tipo de relevo.

O plantio é feito por sementes, que podem ser distribuídas de diversas formas (Tabela 5), respeitando a densidade de semeadura correta para cada modalidade de semeadura.

Seu maior problema de manejo é sua alta susceptibilidade às cigarrinhas das pastagens. Para minimizar esse problema é necessário tomar alguns cuidados, como diversificar as espécies forrageiras na propriedade, evitar plantar a forrageira em regiões onde se tem conhecimento de uma alta infestação desses insetos e, se necessário, realizar algum tipo de controle, seja ele químico, biológico ou de manejo cultural. Suporta altas taxas de lotação desde que bem manejada, contudo é bastante utilizada em regimes de lotação contínua. É uma forrageira recomendada

para uso de encostas e sujeitos a erosão, pois devido a seu crescimento, promove uma boa cobertura do solo. É uma planta com grande flexibilidade de manejo variando de 20-40 cm de altura sob lotação contínua.

Apesar de a *Brachiaria decumbens* se desenvolver em solos de média e baixa fertilidade pode ser desenvolvida em qualquer tipo de solo e preparo, desde que se forneça a ela condições favoráveis para obter grande produção de forragem, aumentando a lotação animal principalmente na época das chuvas. Além disso, quando o manejo da pastagem é bem feito e a fertilidade corrigida, a área é muito menos propensa à degradação.

Tabela 5 - Doses de sementes para cada tipo de semeadura

Semeadura	**PONTOS VC ha^{-1}**	**Equipamentos utilizados**
Em linha	240	Plantadeira, semeadeira e rolo compactador
Á lanço	320 / 480	Distribuidor de calcário rolo compactador e grade
Á lanço	320 / 480	Manual com rolo ou grade
Aéreo	480	Avião
Covas	240	Matraca e enxada

Fonte: Portal KLFF (2013).

Apresenta como potencial produtivo de forragem entre 2 e 8 toneladas por ha.ano^{-1}. Se adubada, esse potencial pode chegar a 30 ton^{-1} ha^{-1} ano^{-1}, e sendo irrigada pode chegar a 38 t.ha^{-1}ano^{-1}. Para obter esses resultados, tem que manejar o método de lotação contínua, mantendo a cultura a uma altura de 30 cm. Para a lotação intermitente em cultivo adubado, a entrada dos animais é realizada quando a planta atinge de 20 a 25 cm e a saída com 12 cm. Em propriedades que não adotam adubação nitrogenada

ou doses baixas, menos de 100 kg.ha^{-1} por ano, recomenda-se a entrada dos animais quando a pastagem atinge altura pré-pastejo de 35 cm e saída com 15 cm.

7.9 - *Brachiaria humidicola* – Rendle Schweicker

Não é recomendável relevo muito ondulado ou montanhoso. Não apresenta exigência para a profundidade do solo, podendo ser cultivada em solos arenosos. Durante o período seco produz cerca de 20 a 30% de seu rendimento anual de forragem. Apresenta um potencial de produção de forragem de 8-10 ton.ha^{-1}.ano^{-1} com baixa qualidade. Em sistemas com manejo adequado e adubação, pode chegar até 20 ton.ha^{-1}.ano^{-1} com qualidade boa de forragem. Apresenta uma boa aceitabilidade por herbívoros, principalmente equinos, mas o deve permanecer sempre em alerta com distúrbio metabólico gerado nesses animais, como a "cara inchada". O capim humidícola pode formar consorciações estáveis com diversas leguminosas, com aquelas de hábito de crescimento estolonífero ou prostrado como a *Pueraria phaseoloides*, *Arachis pintoi*, *Centrosema acutifolium*, *Desmodium ovalifolium* e *Calopogonium mucunoides*.

Duas espécies são disponíveis no mercado com grande procura, a *B. humidicola* cv Humidicola, comum ou quicuio, e a *B. humidicola* cv Llanero, além da *H.dictyoneura*. Enquanto a primeira é a mais rústica e a que suporta lâmina d'água em período um pouco mais prolongada, a segunda tem uma qualidade de forragem relativamente superior, além de produzir mais massa. A *Brachiaria humidicola* cv BRS Tupi, foi lançada em 2012, e possui algumas características superiores às anteriores. A cultivar foi selecionada com base na produtividade, vigor, produção de sementes e resistência ou tolerância a cigarrinhas das pastagens. Apresenta capacidade suporte e desempenho animal superior em comparação à *B. humidicola* cv Humidicola. Tem alta

taxa de crescimento e alta produtividade de folhas sob pastejo. A resposta à adubação é maior do cultivar Tupi que nas duas outras humidícolas, embora possua estabelecimento mais rápido que as demais cultivares, cuja exigência de fertilidade do solo similar. A BRS Tupi foi avaliada quanto à resistência a cigarrinhas das pastagens *Notozulia entreriana* e *Deois flavopicta. Neste cultivar observa-se* sobrevivência do inseto e curtos períodos ninfais, caracterizando-o como bom hospedeiro do inseto sem sofrer danos apesar de alto número de insetos presentes.

A semeadura deve ser realizada no início do período chuvoso. O método de plantio pode ser por muda ou por sementes aplicadas em linhas espaçadas de 0,5 a 1,0 metros entre si ou a lanço. A profundidade de plantio deve ser de 2 a 4 cm. Densidade de semeadura varia de 10 a 15 $kg.ha^{-1}$, dependendo da qualidade das sementes e do método de plantio. Quando em consorciação com leguminosas, o plantio pode ser feito a lanço ou em linhas espaçadas de 1,0 a 1,5 m. Apesar de sua grande tolerância aos solos ácidos, responde satisfatoriamente a aplicação de doses moderadas de calcário dolomítico, 1,0 a 2,0 $t.ha^{-1}$, e de adubação fosfatada, 50 a 80 kg de $P_2O_5.ha^{-1}$. A adubação potássica deve ser realizada quando os teores deste nutriente forem inferiores a 30 ppm (parte por milhão), sugerindo-se a aplicação de 40 a 60 kg de $K_2O.ha^{-1}$. Em geral, apresenta menor requerimento externo de fósforo, quando comparado com os de *Melinis minutiflora*, *B. decumbens, P. maximum*, *Digitaria decumbens e Pennisetum purpureum*, o que lhe assegura maior eficiência na absorção de fósforo e, consequentemente, na produção de forragem.

O estabelecimento por sementes é geralmente muito lento devido à dormência das mesmas. Para minimizar esta situação, um plantio superficial das sementes seguido de incorporação leve, para que o aquecimento pelo sol auxilie na quebra da dormên-

cia. A escarificação também é recomendada para essa espécie. O crescimento inicial lento desta gramínea, após a germinação, exige um manejo cuidadoso nos primeiros pastejos, para assegurar o estabelecimento da pastagem. O primeiro pastejo deve ser efetuado de forma suave para estimular o perfilhamento e o enraizamento dos estolões e pode ser realizado entre 90 e 120 dias após o plantio. A humidícola tem o hábito de crescimento prostrado e, por isso, há uma proteção razoável de seus pontos de crescimento, o que permite a utilização de pressões de pastejo maiores, comparativamente às espécies de hábito cespitoso.

A humidícola perde a qualidade nutricional mais rapidamente que outras braquiárias, quando manejada com maiores intervalos de pastejo, ou seja, em pasto maduro ou passado. Este pasto deve ser utilizado com altas cargas animais ou com maior frequência após a fase de estabelecimento, permitindo assim a melhoria da qualidade do alimento disponível, porém com menor produtividade de forragem, uma vez que o pasto não recupera totalmente. Esta forrageira é de baixo consumo voluntário, que leva ao baixo desempenho animal. Em solos deficientes de matéria orgânica e de baixa fertilidade, a pastagem apresenta baixo conteúdo de proteína, principalmente na época seca do ano, fato que limita o consumo e os rendimentos animais. Essa gramínea em pastoreio com lotação contínua deve manter uma altura de 15 cm ajustando a lotação. O manejo baixo da pastagem desfavorece o desenvolvimento de altas populações de cigarrinha. Em lotação intermitente com adubação, a entrada é com 20-25 cm e a saída é com 12 cm. Sem adubação, a entrada dos animais é com 25 e a saída com 18 cm. Para pastagens de quicuio consorciadas com *D. ovalifolium* ou *P.phaseoloides*, recomenda-se a utilização de cargas animal não superiores a 2,0 $UA.ha^{-1}$ e períodos de descanso não inferiores a 28 dias.

7.10 - *Cynodon* spp

A maioria das espécies, do gênero *Cynodon* é de origem africana e asiática, as espécies *C. nlemfuensis* e *C. dactylon*. Todo o melhoramento genético foi praticamente desenvolvido nos Estados Unidos, onde os atributos buscados foram principalmente a produtividade, a digestibilidade e adaptação a invernos mais severos (SILVA, 2012). As plantas do gênero *Cynodons* são de crescimento prostrado, ou seja, rasteiras e de porte baixo se comparadas às outras espécies forrageiras. Seus caules são de crescimento horizontais, e localizam-se acima da superfície do solo, essas estruturas são denominadas estolões. Esses capins apresentam elevada proporção de folhas na matéria seca produzida. A maioria das cultivares é híbrida e pode ser classificada como grama estrela ou grama bermuda. A diferença básica entre grama estrela e bermuda é o rizoma presente nas cultivares bermuda, a maioria da espécie *C. dactylon***.** Os capins estrela geralmente são mais robustos, com arquitetura e folhas maiores. As cultivares apresentam ainda, maneiras diferentes de se propagar, podendo ser através de mudas vegetativamente ou sexualmente através das sementes.

Os capins Cynodon são adaptados a uma gama de condições climáticas, fruto da diversidade genética e dos centros de origem desses capins, o que permite que vegetem bem sob as temperaturas de verão do Brasil Central. Uma das maiores limitações em termos climáticos são as baixas temperaturas, o que pode ser percebido pelos valores de temperatura-base para crescimento (Tb), que se encontram na faixa de 15 e 17°C. Isso significa que sob temperaturas médias, inferiores a essa faixa, o crescimento é limitado. Em função do hábito de crescimento prostrado e a abundante formação de estolões, são indicados para a formação de pastagens em áreas de maior declividade ou em solos de es-

truturação fraca, colaborando para a diminuição de problemas com a erosão. Por outro lado, necessitam de áreas bem drenadas, não tolerando encharcamento prolongado. Preferencialmente, os Cynodons devem ser cultivados em solos profundos e bem drenados, pois como a grande maioria das plantas forrageiras, as únicas limitações em termos de textura são solos muito argilosos onde ocorrem grande compactação ou solos muito arenosos em que há baixa retenção de água. Atualmente, não existem informações detalhadas a respeito das exigências hídricas dos *Cynodons*, mas de maneira geral as do grupo bermuda são relativamente adaptadas às condições de certa restrição hídrica, ao passo que as do grupo estrela se adaptam melhor a locais com mais de 800 mm anuais de precipitação. Diferentes cultivares apresentam diferentes níveis de adaptação ao excesso ou ao déficit hídrico, sendo os valores mencionados apenas um indicativo. De forma geral, para produções na ordem de 15 a 20 toneladas de $MS.ha^{-1}.ano^{-1}$ seriam necessárias precipações de 500 a 700 $mm.ano^{-1}$, o que, em função das perdas em evaporação levariam a uma necessidade hídrica da ordem de 1000 a 1200 $mm.ano^{-1}$ efetivamente aplicada (TONATO *et al*., 2012).

No que diz respeito à fertilidade do solo, os Cynodons podem ser considerados como planta exigente. Essa exigência, quando comparada, à de outros capins, pode ser percebida na necessidade de calagem, que, tendo por base o método de saturação por bases (V%) como referência, coloca os Cynodons no grupo de maior exigência com valores de V% recomendados de 55 a 70%. Para os outros parâmetros de fertilidade do solo como exigência de P, K, Ca, Mg e S situam-se numa faixa semelhante à dos *Panicum* e *Pennisetum*.

Respondem bem à aplicação de N, e quando corretamente manejados requerem maior reposição de N para a manutenção de

sua produtividade, principalmente em explorações mais intensivas (ALVIM *et al*., 1987). Nota-se que a distribuição da produção forrageira durante o ano tem menor variação para a maioria dos capins do gênero *Cynodon* quando comparada a outras espécies forrageiras como, as *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum*, que atualmente são espécies importantes na pecuária brasileira. Em áreas tropicais, os capins do gênero *Cynodon* apresentam elevado potencial de produção por animal e por área, e grande flexibilidade de uso, podendo ser empregados para pastejo ou conservação de forragem produzida como feno, silagem ou pré-secado. Em função de sua exigência por solos férteis, e de características ligadas à sua propagação, que quase sempre é vegetativa, por mudas. Os capins Cynodon têm sido empregados principalmente em explorações leiteiras e para a produção de forragem conservada, marcadamente feno. De maneira geral, um pasto de *Cynodon* sp. bem manejado pode produzir mais de 20 toneladas de matéria seca por hectare em um ano.

O valor nutritivo médio está entre 11 e 15% de Proteína Bruta (PB) e 58 a 65% de digestibilidade. Ressalta-se que esses valores se relacionam diretamente com o tipo de manejo empregado, em especial ao intervalo de pastejo e a adubação nitrogenada. Quando comparados a outros capins, destacam-se principalmente pelo teor de PB, que é geralmente superior aos demais, como o cultivar Marandu de *Brachiaria brizantha*, um dos mais expressivos em área no Brasil. Capins do gênero *Cynodon* apresentam grande flexibilidade de manejo, adaptando-se bem a diferentes intensidades e frequências de desfolhação. Isso se deve à combinação de características como porte baixo e crescimento rasteiro, estolonífero, e à preservação dos principais pontos de crescimento dos perfilhos, meristemas apicais, além de área foliar próxima ao nível do solo no decorrer de quase todo o ciclo de crescimento

da planta. Além disso, essas plantas têm alta capacidade de gerar novos perfilhos, o que evidencia sua tolerância à desfolhação drástica sendo, porém, a baixa desfolhação mais frequente. Adicionalmente, a variação na relação folha: colmo no decorrer do ciclo de crescimento não é grande, e consequentemente ocorre menor acúmulo de componentes estruturais, celulose, hemicelulose e lignina, mesmo em pastos relativamente mais maduros. É fundamental, entretanto, entender que as gramíneas do gênero *Cynodon* são uma boa opção para a formação de áreas de pastagem, mas que são exigentes em fertilidade e condições climáticas para que sua exploração seja economicamente viável.

Em função da combinação da exigência em fertilidade com o fato de serem multiplicadas vegetativamente, sua implantação é cara, exigindo uma exploração intensiva para que o investimento inicial seja amortizado num prazo adequado. Para que ocorra o estabelecimento adequado dessas gramíneas, é importante utilizar um material vegetativo livre de doenças e espécies invasoras, garantir solo com adequada fertilidade e manejo inicial adequado, pois o crescimento inicial depende das reservas orgânicas dos estolões e rizomas, que só são encontradas em quantidade adequada em plantas bem desenvolvidas. Pode ser plantada a lanço ou em sulcos, abrindo covas ou sulcos de 5 a 10 cm de profundidade em solos argilosos e aproximadamente 15 cm em solos arenosos, espaçando-se as linhas de plantio, em aproximadamente 50 a 60 cm. As mudas devem ser depositadas nos sulcos de forma que ¾ das mesmas sejam enterrados e ¼ fique na superfície. Em covas abertas manualmente, com enxadas, pode-se adotar espaçamento de 30-40 cm entre covas, cobrindo as mudas com pequena camada de terra, esse método indicado para áreas com topográfica acidentadas, onde não se pode usar maquinaria agrícola.

A distribuição de mudas a lanço exige terreno preparado, com a passagem de uma grade aberta após o lanço das mudas para incorporar as mudas ao solo. Esse método é mais simples barato e dá maior rendimento, porém exige uma maior quantidade de mudas do que os outros. O plantio por sulcos é o mais recomendado, pois as mudas são distribuídas uniformemente nos sulcos e cobertas parcialmente com uma camada de terra, permitindo uma brotação vigorosa das gemas. Após o plantio, deve ser feito uma leve compactação com rolo compactador ou pisoteio e ou pedaço de madeira, para aumentar o contato das gemas com o solo. Recomenda-se que cerca de duas a três semanas após a germinação das mudas deverão ser aplicados 40 $kg.ha^{-1}$ de N na forma de ureia ou sulfato de amônia. Realizar um primeiro pastejo 90 a 100 dias após o plantio.

Com relação ao manejo, essas espécies têm demonstrado resultados similares quanto a produção e valor nutritivo quando se usa altura ou dias fixos como critério de entrada dos animais na pastagem. De forma geral, trabalhos enfocando o manejo de *Cynodons* no Brasil e no exterior indicam que para todas as espécies e cultivares do gênero, o intervalo de descanso deve ser próximo dos 28 dias, ou seja, 4 semanas no verão e ao redor dos 42 dias ou 6 semanas no inverno, sob pena de ocorrer queda na qualidade da forragem acima desse intervalo. A altura correspondente para Tifton 85 pode ser ao redor de 25 cm, e de saída por volta dos 15 cm, ao passo que para Florakirk, Coastcross e Jiggs a colheita se realizaria em alturas na faixa de 30 a 35 cm, e um resíduo semelhante ao do Tifton 85 (PEDREIRA & TONATO, 2013; SILVA, 2012). Em manejo de lotação contínua, a altura deve ser mantida entre 15 a 20 cm para todas as espécies/cultivares. Alturas mais elevadas resultam em elevada proporção de estolões, o que diminui a habilidade do animal em selecionar

as folhas. Em algumas condições especiais, como a produção de feno ou o manejo de uma área de *Cynodon* para sobressemeadura de gramíneas de inverno como aveia ou azevém, por exemplo, a altura de resíduo poderia ser um pouco mais baixa, na faixa entre 5 e 7 cm do nível do solo.

7.11 - *Andropogon*

As espécies do gênero *Andropogon* apresentam uma capacidade de adaptação para o seu cultivo no Brasil. Bastante conhecida, a espécie *Andropogon gayanus* por ser tolerante a solos ácidos e pobres em nutrientes. Contudo esta espécie responde bem a fertilizações e correção do solo (RODRIGUES *et al.*, 2007). A cultivar Planaltina, espécie *Andropogon gayanus*, é uma gramínea forrageira perene, ereta, resistente à seca e ao frio. Apresenta bom brotamento e entouceiramento formando touceiras de até 1,0 m de diâmetro e produz afilhos com altura variando entre 1,0 e 3,0 m. Devido sua origem africana encontra-se amplamente distribuída na maioria dos cerrados tropicais, em áreas com estação seca bem prolongada.

Vegeta bem em diferentes altitudes que variam desde o nível do mar até 1.400 m, com bom comportamento em regiões onde a precipitação oscila entre 1.000 e 2.000 $mm.ano^{-1}$. Tolera seca, embora seu crescimento seja favorecido em regiões com três a cinco meses de estiagem preservando a fotossíntese e o metabólismo sob condição de estresse hídrico e rebrota imediatamente com o início das chuvas. Por ser de boa palatabilidade apresenta boa aceitação pelos equinos (INSTITUTO HÓRUS, 2012).

7.12 - *Digitaria*

Originário da África, desenvolvido como capim Transvala introduzido nos Estados Unidos da América em 1964, que após intensiva seleção foi liberado em 1973 para comercialização

(SCHANK *et al*., 1990). Folhas colocadas na planta verticalmente e por isso apresenta boa resistência a pragas e doenças. Adaptado às condições tropicais e subtropicais apresentando bom valor nutritivo. Consumido sob a forma de pastejo ou na forma de forragem para conservação.

Seu crescimento se intensifica com temperatura de solo a partir de 13,9ºC, sendo que para o Pangola é necessário 19,4ºC, indicando, desta maneira, ter capacidade a se desenvolver sem grande inconveniente em áreas de clima subtropical (MANSFIELD *et al*., 1990). É multiplicado vegetativamente, por não ter sementes férteis.

7.13 - *Paspalum*

A importância das espécies de *Paspalum* como pastagens cultivadas tem sua origem discutida, sugerida por muitos como sendo da América do Sul. Apresenta grande variabilidade entre e intraespecífica com diversificação genética das espécies deste gênero. A utilização das espécies do gênero *Paspalum* nos sistemas agropecuários subtropicais foi ressaltada por MONTEIRO (1986). O quadrante formado pelas latitudes de 19º a 22º S e longitudes de 47º a 63º W apresenta 47% dos acessos selecionados, constituindo-se em área prioritária para futuras coletas para introdução de germoplasma de *Paspalum* na região Sudeste do Brasil (BATISTA & GODOY, 2000).

O capim pensacola (*Paspalum notatum* Fluegge var. *saurae* Parodi) é considerado uma forrageira de origem Sul-Americana introduzida em 1935 na Flórida, onde foi estudada inicialmente por Haddad *et al.*, (1999) observando melhor desenvolvimento quando cultivado em clima tropical (BATISTA *et al*., 2000; BURTON & MULLINIX, 1998).

7.14 - *Pennisetum*

O capim elefante é uma planta perene, cespitosa formando grandes touceiras, muito altas geralmente com até 3 metros, podendo atingir 5 metros, às vezes curvadas pelo próprio peso. Grandes panículas terminais, cilíndricas e compactas, com raque pubescente, espiguetas isoladas ou em grupos de 2 a 5, guarnecidas por cerdas, sendo uma sempre maior que as outras. Os colmos podem chegar a 3 cm de espessura na base, sendo muito resistentes. Formam-se até 20 entrenós, geralmente lisos e glabros, podendo ocorrer alguma pilosidade pouco abaixo da panícula, com coloração amarelada às vezes com pigmentação avermelhada, cerosidade epicuticular e nós intumescidos. O sistema basal apresenta rizomas de até 25 cm de comprimento, raízes fibrosas. As folhas com lâminas de 30 a 90 cm de comprimento e até 2,5 cm de largura, a nervura mediana provoca depressão na face ventral e proeminência na dorsal a folha geralmente é áspera nas duas faces e nas margens coloração verde ou verde azulada, fosca, com tons purpurescentes. Bainhas lisas e glabras ou ásperas e pilosas na face ventral. A inflorescência apresenta panículas cilíndricas, compactas, com 8 a 30 cm de comprimento por 1,5 a 3 cm de diâmetro, eretas com longas hastes na parte terminal dos colmos e de seus ramos, cerdosas de coloração variável: esverdeada, amarelada, castanha ou purpurescente. Em cada grupo de espiguetas geralmente apenas uma é fértil (INSTITUTO HÓRUS, 2012).

O capim elefante, assim como toda espécie submetida ao programa avançado de melhoramento genético apresenta cultivares disponibilizados para plantio. O cultivar Pioneiro apresenta alta velocidade de crescimento em pós pastejo e, de emissão de perfilhos aéreos e basais. Além disso, apresenta rápida expansão do diâmetro da touceira. O plantio do capim elefante deve ser

realizado em época chuvosa. As mudas devem ser plantadas em sulcos de 20 cm de profundidade, com espaçamento de 50 a 60 cm entre linhas. Estas devem ser sobrepostas ponta com pé, e um corte a cada 70 cm.

7.15 - *Hyparrhenia*

O capim Jaraguá, *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf é uma gramínea perene de colmos eretos e firmes, cespitosa, geralmente atingindo de 1,5 a 1,7 m de altura, podendo alcançar 3 m. Suas touceiras são densas e vigorosas com inúmeros perfilhos basais. Apresenta colmos cilíndricos com até 8 mm de espessura, com entrenós longos, lisos e glabros, de coloração verde-clara ou amarelada na fase inicial passando ao avermelhado em plantas mais velhas e ao amarelo-palha no fim do ciclo, sendo os nós castanhos. Até a maturação observa-se um contraste de coloração entre a parte dos entrenós coberta pela bainha, verde, e a parte exposta, verde amarelada. Em plantas velhas os colmos sofrem lignificação, tornando-se bastante resistentes. Possui raízes bastante consistentes, quase rizomatosas. A partir da base da planta podem se formar novos caules em qualquer época. As folhas possuem bainhas relativamente frouxas, cobrindo pouco mais da metade de cada entrenó; verde-claras, lisas e glabras, ligeiramente ciliadas na parte apical. Apresenta lígula membranácea bem desenvolvida e de coloração castanha. As lâminas foliares são longas, podendo ultrapassar 100 cm de comprimento, estreitas, de margens curtas em forma de serra e ápice acuminado, lisas e glabras, verde-claras ou róseas. Após o florescimento as folhas ficam duras e ásperas. A inflorescência é em panículas muito grandes, chegando a 50 cm de comprimento.

Dos nós superiores dos colmos e sob as bainhas elevam-se hastes filiformes que apresentam um pequeno nó, do qual se eleva uma espátula, pequena folha modificada, e a raque de um

racemo. As raques são filiformes, têm cerca de 5 cm de comprimento e terminam em ráquilas que sustentam as espiguetas. Apenas nos 2 a 3 cm terminais de cada raque ocorrem os órgãos reprodutivos; em cada ráquila ocorrem 3 a 7 espiguetas. Sua reprodução é realizada por sementes dispersas. Essa gramínea foi introduzida do continente africano, sendo que sua primeira classificação ocorreu em 1829 no Piauí, sendo por isso considerada como nativa (INSTITUTO HÓRUS, 2012).

8. MANEJO DE FORRAGEM

A necessidade de aumentar a produtividade dos rebanhos de gado de corte e de leite na América Latina é cada vez mais necessária. Pastagens de alta qualidade e bem manejadas permitem satisfazer as demandas alimentares dos rebanhos. Melhorar a disponibilidade e a qualidade das forragens é um a forma de satisfazer as exigências dos animais. Para isso é muito importante um manejo correto das plantas forrageiras, seja sob pastejo direto ou servida no cocho.

Dependendo da forrageira, uma pastagem tem capacidade de suportar pelo menos 1,5 animal adulto por hectare, podendo, em situações de uso de alta tecnologia, suportar até cinco ou mais cabeças, contudo na atualidade suporta em média entre 0,5 e 0,7 cabeça, exigindo desempenho que exige até quatro anos para ser abatido (VIEIRA, 2008).

As variações climáticas sazonais nas características das pastagens exercem impacto negativo na pecuária brasileira, porque os animais são alimentados basicamente com pasto. Na estação seca, a produção forrageira é severamente reduzida e a senescência de folhas e perfilhos é acelerada. Isto reforça a realidade sobre a baixa qualidade das pastagens tropicais, especialmente

aquelas mantidas sob pastejo que apresentam baixa disponibilidade de forragem de boa qualidade.

Dos resultados observados até o momento e de maior significado zootécnico tem sido a confirmação de uma expressiva queda nos valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca após 30 dias. A despeito de outros parâmetros tais como proteína bruta e teor de minerais apresentarem, nessa idade, valores considerados aceitáveis para a nutrição animal, o efeito dessa baixa digestibilidade sobre a produção animal pode ser marcante. Sendo assim, no manejo da gramínea forrageira no Brasil deve-se, portanto, condicionar intervalos máximos de 30 dias entre cortes, visando produção de forragem de adequada qualidade (ANDRADE, 2004; HADDAD & DOMINGUES, 1999).

9. VANTAGENS DE UMA PASTAGEM BEM FORMADA

O sistema radicular das gramíneas, em condições de baixa tecnologia, tem maior dificuldade para penetrar em camadas compactadas do solo que aquelas que apresentam sistema radicular semelhante ao das leguminosas, que é do tipo pivotante. Quando se utilizam sistemas de manejo de pastagem, sejam solteiras ou em consórcio com culturas, as primeiras atividades são incluídas a correção das condições físicas, químicas e biológicas do solo. Essas operações promovem uma maior estabilidade de agregados, contribuindo, assim, para uma maior estruturação do solo, o que influi na permeabilidade. Ao mesmo tempo, além desses efeitos sobre a estrutura do solo, as gramíneas forrageiras reúnem todas as características protetoras do solo. A parte aérea forma uma cobertura vegetal em toda a superfície do solo e o sistema radicular prende as partículas da área trabalhada, o que resulta em erosão suave ou nula (STONE *et al.*, 2003).

Naturalmente, a pastagem bem formada e manejada tem como característica marcante, dentre outras, presença constante de grande quantidade de matéria seca sobre o solo e, como se espera, um sistema radicular desenvolvido que atua na exploração de maior volume de água e nutrientes, contribuindo desse modo com a alimentação desta cobertura vegetal. Esta pequena variação da temperatura ou amplitude térmica do solo, resulta na manutenção do teor de umidade mais elevado. A presença da cobertura vegetal não permite a redução intensa do teor de matéria orgânica do solo, o que permite uma maior disponibilidade de nutrientes para as plantas. Indiretamente isso reduz a necessidade da aplicação de fertilizantes e corretivos de solo, mas deve-se fazer paralelamente um acompanhamento das condições dos locais em uso.

De acordo com os estudos realizados com a pesquisa, concluiu-se que as condições físicas, químicas e biológicas de solos cultivados com *Brachiaria brizantha*, solteira ou consorciada, se aproximam bastante em relação aos solos sob mata nativa. Quase sempre, os solos sob pastagem, consorciada ou solteira, apresentam, na camada superficial, menores valores de massa específica, e maior de macroporosidade em relação ao milho solteiro (STONE *et al.*, 2003). A *Brachiaria ruziziensis* tem proporcionado maior resistência e maiores agregados que as leguminosas. A taxa de decomposição da braquiária quase sempre é maior que das leguminosas avaliadas devido ao maior conteúdo de lignina das últimas. O sistema radicular da gramínea, quase sempre, se apresenta mais extenso que das leguminosas (SILVA *et al.*, 1998).

A matéria orgânica do solo é frequentemente considerada como a fonte de vida do solo, pois fornece energia aos organismos do solo que participam dos eventos de reciclagem de nutrientes (VILELA *et al.*, 2003). Em geral, com os anos de culti-

vo há perda de matéria orgânica do solo, o que produz efeitos na qualidade química, física e biológica do solo (VILELA *et al*., 2003; VILELA *et al*., 1999; MARTIUS *et al.*, 2001).

A boa formação de pastagens associada a uma tecnologia adequada é importante, pois a forrageira, além de produzir alimento de qualidade para os animais, necessariamente resiste ao pisoteio e ao aumento da compactação do solo ocasionada pelos cascos. Em condições de pastagem de cobertura vegetal deficiente, os efeitos do pisoteio são danosos. Por outro lado, além dos animais, os sistemas que envolvem máquinas e implementos pesados, a compactação do solo desenvolve rapidamente. As mudanças são observadas pelo aumento da densidade do solo sob pastagem e que podem ser retardadas com carga controlada dos animais de acordo com a disponibilidade de matéria seca.

10. FORMAÇÃO DE PASTAGEM

A formação da pastagem é uma técnica de suma importância por ser duradoura para a alimentação futura do rebanho. A implantação adequada promove um maior desenvolvimento da forrageira produzindo grande quantidade de matéria seca por unidade de área, melhorando a nutrição dos animais além de aumentar os conhecimentos da técnica em relação aos cultivos anuais.

A primeira decisão a ser tomada é de se fazer a recuperação ou a renovação da pastagem. Essa decisão deve ser tomada durante uma visita a campo, momento em que será observado o nível de degradação da forrageira e coleta de uma amostra de solo para avaliação do nível de fertilidade atual. A recuperação da pastagem acontece quando um conjunto de atividades necessárias é realizado para que a mesma espécie forrageira permaneça na área. E renovação é quando há mudança da forrageira.

Depois de ter definido este ponto, o produtor passa para a escolha da forrageira. Essa escolha não pode ser motivada por modismo, mas sim por avaliações técnicas e sua consequente recomendação para a região. Depois de definida a forrageira a ser plantada, é muito importante a definição de que tipo de semente adquirir. As sementes de forrageiras são vendidas com base em valor cultural. Esse índice é calculado pela divisão da pureza pela germinação, ambos em percentuais, e o resultado multiplicado por cem. Esse valor representa quantas sementes são necessárias para atingir o número de plantas por área. Quase sempre é bom multiplicar esses dois fatores, e também multiplicar por cem, para conhecer a pureza da semente.

Sementes que não passaram por um processo rigoroso de beneficiamento podem trazer complicadores depois de plantadas ou semeadas. O primeiro deles é a baixa germinação. Caso ocorra germinação em quantidade menor que a prevista, é difícil fazer a correção, principalmente quando não existe um técnico responsável pela produção. A segunda dificuldade que pode ser gerada é a introdução de plantas indesejáveis que não existiam na área. Caso essas plantas daninhas sejam de difícil controle, o problema será maior ainda. O terceiro problema é o uso de sementes piratas que podem trazer incerteza de que cultivar é realmente do cultivar desejada. Isso pode gerar dificuldades de manejo, principalmente no caso de compra de uma cultivar muito produtiva e o nascimento de outra não tão produtiva ou com menor valor nutricional.

Antes do início das atividades faz-se uma avaliação visual para decidir se é necessária a limpeza da área. O ideal é que essa observação seja realizada por profissional habilitado, o que pode gerar economia de recursos na implantação do sistema de produção. É muito importante que se faça a correção da acidez

e conservação do solo. Seu dimensionamento e aplicação devem ser realizados com base em dados técnicos por profissional capacitado para tanto. O preparo do solo deve ser realizado com cuidado e atenção. Os implementos a serem utilizados dependem de como está o solo, principalmente em termos de umidade e densidade, além da disponibilidade dos mesmos (KICHEL; KICHEL, 2001; KICHEL *et al*., 1999). Contudo existem máquinas que fazem com qualidade um trabalho padrão, desde que se tenha um histórico da área, utilizando uma gradagem pesada, uma aração com revirada da leiva e um nivelamento tudo em tempo sequencial de 7 a 10 dias após a outra operação.

O plantio da semente pode ser feito tanto a lanço quanto em linha, sendo que no primeiro caso há a necessidade de incorporação das sementes. Quando o plantio é realizado em sulcos, o espaçamento entre eles pode variar de 15 cm a 40 cm, com profundidade de até 4 cm. Nesta etapa pode ser semeada ou plantada, simultaneamente várias espécies vegetais, sejam forrageiras folhosas ou graníferas. É importante ainda que se faça uma adubação com adubos de fontes de nitrogênio, em cobertura, entre 30 e 45 dias após a germinação das plantas (KICHEL & KICHEL, 2001). O uso de sementes de *Brachiaria brizantha* apresenta bons resultados quando as sementes são colocadas a 2,5 cm de profundidade, sendo que acima de 10 cm, praticamente inviabiliza a formação da pastagem (FOLONI *et al.*, 2009). Deve-se dar muita atenção ao plantio, pois sementes de andropogon ou de capim elefante, devido à sua morfologia, podem promover embuchamentos no sistema de distribuição. No caso do plantio a lanço, deve ocorrer em condições de ausência de ventos.

A correção do solo e a neutralização do alumínio tóxico são muito importantes para o bom desenvolvimento. A aplicação de gesso geralmente promove aumento na produção de matéria

seca, matéria verde e altura de plantas, seja forrageira ou culturas anuais (CUSTÓDIO *et al.*, 2005). A adubação nitrogenada em Tifton 68, Tifton 85 e Coastcross, ambas do gênero *Cynodon* promove aumento na produção de matéria seca, teor de proteína bruta e quase sempre reduz o teor de fibra em detergente neutro das forrageiras (ROCHA *et al.*, 2001).

10.1 - Pastagem Consorciada

O fracasso na adoção e utilização de pastagens consorciadas, em geral, é atribuído à baixa persistência das leguminosas nas pastagens, o que está associado à quase ausência de germoplasma perfeitamente adaptado às condições edafoclimáticas brasileiras, à falta de técnicas de manejo específicas ou eficientes para essas pastagens e uma adubação inadequada (LEITE & EUCLIDES, 1994).

10.1.1 - Integração Lavoura e Pecuária

No estabelecimento de pastagens associadas com culturas acompanhantes ou companheiras, empregam-se comumente as gramíneas forrageiras dos gêneros *Brachiaria*, *Panicum*, *Andropogon*, *Hyparrhenia* e *Setaria*, com as culturas acompanhantes, como milho (*Zea mays* L.), sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], arroz (*Oryza sativa* L.) e milheto [*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.] (MAIA *et al.*, 2000).

A grande vantagem esperada, e geralmente alcançada, dessa associação ou consórcio é a redução de custos da formação de pastagem da espécie perene, praticamente representada pelo custo das sementes, pois todas as práticas realizadas para a condução da cultura anual certamente beneficiam a planta forrageira associada, sendo que a pastagem deverá ficar formada após a retirada da cultura anual.

As culturas de milho, sorgo e arroz e, raramente, o milheto, nesse caso, são empregadas para a produção de grãos. Esse sistema de cultivo tem como principal fundamento a utilização de implementos que promovem um revolvimento profundo do solo. Há ainda o sistema Santa Fé, que prevê a formação de cobertura morta, o não revolvimento do solo e o controle de plantas indesejáveis com a utilização de herbicidas.

Kichel & Miranda (2001) citam alguns requisitos básicos para que se faça a integração da lavoura com a pecuária de maneira adequada. Para que se tenha sucesso nessa integração, é preciso que se trabalhe num solo favorável à produção de grãos e é importante a disponibilidade de máquinas, equipamentos e insumos para a condução da lavoura. É importante ainda que se tenha conhecimento da tecnologia ou se contrate um responsável técnico para a condução do trabalho. Tudo isso somado à disponibilidade de capital para que tudo se realiza.

A mistura de sementes testadas de capim-tanzânia mais milheto em qualquer proporção entre si, apresenta rendimento de matéria seca e composição química da forragem semelhante. Quando as forrageiras são cortadas, até mesmo a cada 50 dias tem-se verificado bom rendimento de matéria seca de boa qualidade nutricional. O estabelecimento de pastagem do capim-tanzânia com o milheto, como cultura acompanhante, é viável, pois o rendimento de matéria seca da consorciação quase sempre é superior ao da gramínea perene exclusiva e com qualidade da forragem equivalente (MAIA *et al.*, 2000).

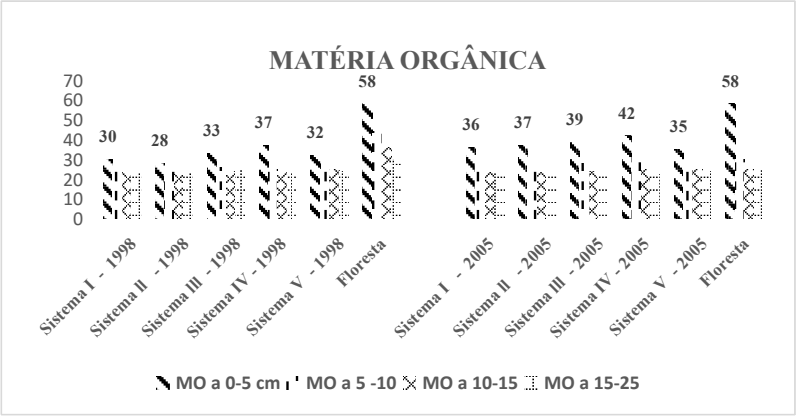
O plantio de forrageiras, para pastejo, consorciadas com culturas anuais tem se mostrado uma técnica eficiente e economicamente viável como método de recuperação e renovação de pastagens. Nesse caso, é feito o plantio simultâneo das sementes da cultura anual e da forrageira, ou aproveita-se o potencial das

sementes da forrageira existente no solo. Após a colheita da cultura, tem-se o pasto formado (KICHEL *et al*., 1999). Várias culturas anuais têm sido usadas, porém tem-se preferido o milho, devido à sua tradição de cultivo, ao grande número de cultivares comerciais adaptados às diferentes regiões ecológicas do Brasil e à sua excelente adaptação quando plantado em consórcio. Tem-se observado resultados produtivos importantes nos sistemas de produção utilizando a integração de lavoura e pecuária (SPILP) como por exemplos: I - trigo/soja, aveia branca/ soja e ervilhaca/milho; sistema II - trigo/soja, aveia branca/ soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; sistema III - pastagens perenes para pastejo na estação fria (festuca + trevo branco + cornichão); sistema IV - pastagens perenes para pastejo na estação quente (Pensacola + trevo vermelho + cornichão); e sistema V - alfafa para feno, acrescentado como tratamento adicional.

O estudo de sistemas focaliza o comportamento no ambiente criado, uma vez que recebe correção de acidez do solo e as variações ocorridas na fertilidade do solo incluindo os teores de nutrientes, matéria orgânica, presença de alumínio trocável e resíduos das culturas. Alguns fenômenos naturais ocorrem como a elevação dos teores de alumínio quando as atividades agropecuárias perduram no mesmo local por um período de tempo elevado (Figuras 19 e 20). Esses resultados geralmente são atribuídos à redução do pH do solo. Quase sempre, paralelamente ocorrem redução nos teores de bases trocáveis ou disponíveis do solo dependendo da sequência de culturas cultivadas (Figuras 21, 22, 23), considerando o número de animais constantes para todos os sistemas.

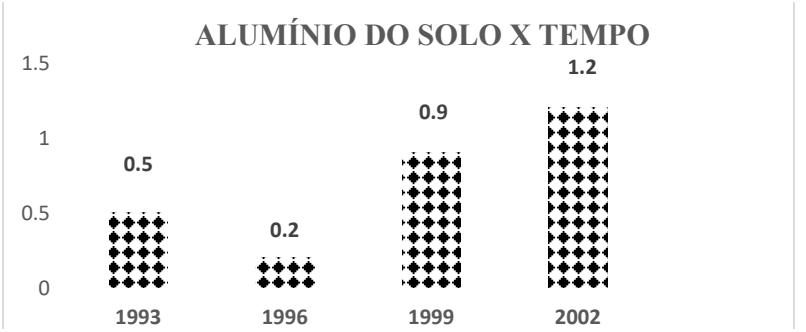
IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 19 - Variação nos teores de matéria orgânica (MO) nos sistemas estudados, com ênfase na profundidade de 0 a 5 cm, comparado com o ambiente Floresta.



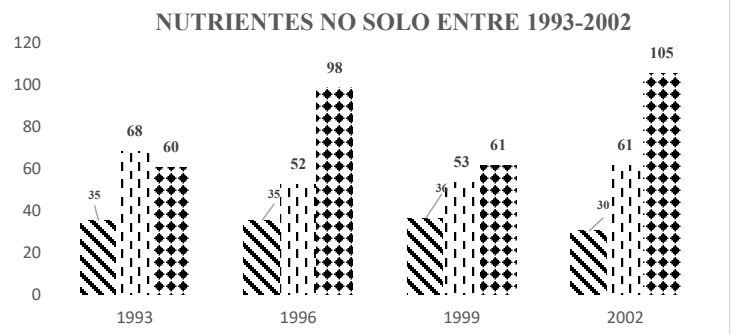
Fonte: Adaptado de Santos *et al*., 2011.

Figura 20 - Concentração de alumínio trocável ($mmol_c.dm^{-3}$) nos diferentes anos de execução dos sistemas estudados, observados de 0-20 cm de profundidade



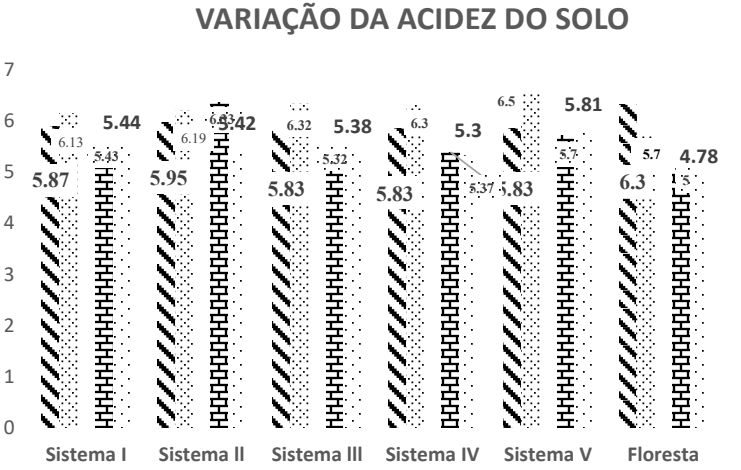
Os tratamentos consistiram de quatro sistemas de produção com integração de lavoura e pecuária (SPILP) I - trigo/soja, aveia branca/ soja e ervilhaca/ milho; sistema II - trigo/soja, aveia branca/ soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; sistema III - pastagens perenes para pastejo na estação fria (festuca + trevo branco + cornichão); sistema IV - pastagens perenes para pastejo na estação quente (pensacola + trevo vermelho + cornichão); e sistema V - alfafa para feno, acrescentado como tratamento adicional.

Figura 21 - Variação nos teores médios de magnésio e cálcio trocáveis e potássio disponível nos sistemas estudados nos anos de 1993 a 2002, com ênfase na profundidade de 0 a 20 cm. comparado com o ambiente Floresta



Fonte: Adaptado de Santos *et al.*, 2011; proveniente da integração de lavoura e pecuária (SPILP).

Figura 22 - Variação do pH nos diferentes sistemas estudados à profundidades de 0-5 e 5-10 cm. Os tratamentos consistiram de quatro sistemas de produção com integração de lavoura e pecuária (SPILP) I - trigo/soja, aveia branca/ soja e ervilhaca/milho; sistema II - trigo/soja, aveia branca/ soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; sistema III - pastagens perenes para pastejo na estação fria (festuca + trevo branco + cornichão); sistema IV - pastagens perenes para pastejo na estação quente (pensacola + trevo vermelho + cornichão); e sistema V - alfafa para feno, acrescentado como tratamento adicional



Fonte: Adaptado de Santos *et al.*, 2011.

Os níveis de fósforo podem ser aumentados na camada superficial do solo devido ao comportamento deste nutriente em função da sua dinâmica no solo, da quantidade adicionada, das doses aplicadas e dos modos de aplicação de fertilizantes fosfatados. Ainda a sua presença depende da presença do fósforo lábil e características físicas do solo e dos microrganismos presentes.

Figura 23 - Teores de fósforo no solo nos diferentes sistemas estudados a profundidades de 0-5 e 15-25 cm nos anos 1998 e 200. Os tratamentos consistiram de quatro sistemas de produção com integração de lavoura e pecuária (SPILP) I - trigo/soja, aveia branca/ soja e ervilhaca/milho; sistema II - trigo/ soja, aveia branca/ soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; sistema III - pastagens perenes para pastejo na estação fria (festuca + trevo branco + cornichão); sistema IV - pastagens perenes para pastejo na estação quente (pensacola + trevo vermelho + cornichão); e sistema V - alfafa para feno, acrescentado como tratamento adicional

Fonte: Adaptado de Santos *et al*., 2011.

Em grande parte do território brasileiro, há predominância dos solos formados sob as condições climáticas tropicais e subtropicais constantemente cultivados, quase sempre intemperados. O controle dos teores de fósforo em solução do solo é realizado pelo fosfato adsorvido aos grupos funcionais dos coloides inorgânicos. A elevação dos níveis de disponibilidade de fósforo até a faixa ótima quase sempre é realizada de forma gradativa com incorporação de fertilizantes fosfatados em sulco, correlacionando as frações de fósforo no solo e a produtividade das cul-

turas. Algumas mudanças no processo de aplicação dos fertilizantes consistem atualmente na aplicação de fertilizantes sobre a palha das culturas em sistema de plantio direto.

O cultivo do milho para silagem, consorciado com forrageiras, além de reduzir a compactação do solo, em razão da maior cobertura deste no momento da remoção da silagem e da ação de seu sistema radicular, proporciona, ainda, pastagem para o período seco e/ou palhada para o cultivo seguinte (AGNES *et al*., 2004).

Determinadas plantas são mais competitivas por utilizarem um recurso rapidamente ou por continuarem a crescer mesmo com baixos níveis do recurso no ambiente (RADOSEVICH *et al*., 1997).

Segundo Silva *et al*. (2004), o milho é considerado um ótimo competidor com plantas de menor porte, como é o caso das braquiárias. Estes autores têm verificado expressiva vantagem no desenvolvimento do milho sobre *Brachiaria brizantha*, evidenciada pela maior taxa de matéria seca produzida nas primeiras quinzenas após emergência.

11. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Por sistema de pastejo entende-se a duração da permanência do rebanho na pastagem, e pode ser dividido em pastejo rotacionado, diferido ou contínuo.

A ideia de pastejo rotacionado tem como base o corte da forrageira pelos animais e sua retirada após breve período de tempo. Em alguns casos essa mudança de local de pastejo é diária, mas a permanência dos animais pode ser estendida a 10 dias. Para que sempre haja disponibilidade de matéria seca, após cerca de trinta dias os animais voltam ao primeiro piquete. Logo após a saída dos animais, é necessário que se faça uma adubação de manutenção. A dose e a fórmula a serem aplicadas dependem de vários fatores. O primeiro deles é a espécie forrageira que se tem

na área, pois a cada uma apresenta um nível de exigência nutricional. O segundo ponto é conhecer o complexo sortivo do solo para que se aplique, principalmente, os nutrientes presentes em menor concentração. Pode-se colocar como terceiro ponto a intensidade de utilização da pastagem, quanto maior for o consumo, maior deve ser a adubação de manutenção.

O intervalo entre pastejos sucessivos e a intensidade de pastejo afetam os processos de crescimento e senescência de folhas de *Panicum maximum* cv. Tanzânia. Quando o período de descanso passa de duas semanas, a taxa média de expansão por folhas incrementa de forma quadrática, já para período de descanso de quatro e seis semanas esta resposta decresce de forma quadrática em função da intensidade de pastejo. Enquanto para intensidade de pastejo de 20 e 60 cm não ocorre efeito de período de descanso, para intensidade de pastejo igual a 40 cm a taxa média de expansão por folhas decresce de forma quadrática em função de período de descanso. Os resultados indicam que o processo de senescência de folhas de Tanzânia, no período do verão, é intensificado, principalmente, por aumentos do período de descanso (SANTOS & NOBRE, 2016; ARRUDA *et al.*, 2005).

A espécie mais usada nas bacias leiteiras de São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo para o pastejo rotacionado é o *Pennisetum purpureum*, representado pelas inúmeras variedades cultivadas, genericamente denominadas capim-elefante. A despeito de ser a espécie forrageira de maior potencial produtivo, é de custo de formação elevado devido o plantio realizado por colmos, sensível ao ataque de cigarrinhas-das-pastagens, e de formação lenta e deficiente. Muitos usuários do sistema, hoje em dia, têm preferido os capins Tanzânia-1, Marandu e Mombaça, que são também altamente produtivos e bastante conhecidos (MARTINS *et al*., 2011, 2016; VEIGA, 1997; VIEIRA, 1997).

Ainda, os capins do gênero *Brachiaria* são os mais conhecidos para ocupação das áreas destinadas à capineiras por serem rústicos, produtivos, muito estudados, e embora requeiram tecnologias são menos exigentes da presença constante do proprietário que atualmente devem estar observando as tendências do mercado e as épocas favoráveis de administrar as atividades nas épocas apropriadas das diferentes fases da programação. Quase sempre novas alternativas são oferecidas aos agropecuaristas que lhe oferecem maiores e melhores retornos que fazem da sua administração uma atividade sustentável (ESALQ-USP, 2016, MONTAGNER, 2014; DANÉS, 2010; DEREZ, 2001).

O pastejo rotacionado Voisin, tende a promover a fixação biológica de N pela introdução da leucena e a adubação química realizada aumenta a matéria orgânica do solo, a atividade da biomassa microbiana e os teores de P e K. Para densidade aparente, os tratamentos com pastejo rotacionado Voisin e Lucena têm mantido as propriedades do solo original. Para a resistência à penetração demonstram que as propriedades originais do solo foram alteradas. O pastejo rotacionado Voisin aliado a Leucena promove melhorias nas propriedades biológicas e químicas do solo, e fisicamente, dependendo das condições locais é comum manter a densidade aparente original do solo (ERPEN *et al.*, 2005).

Como exemplo deve-se observar a composição química e a digestibilidade de novas opções como do cultivar Florico que resulta em adequadas às exigências de animais em crescimento até por volta de 35 dias de rebrota, com exceção dos teores de zinco e cobre. Estes parâmetros de valor nutritivo apresentam valores razoáveis mesmo em idade de corte avançada, o que permite o aproveitamento desta forrageira na forma de pastejo diferido. O maior acúmulo de minerais pela espécie *Cynodon dactylon*, L. Pers. Cv. Florico), entre 60 e 90 dias de crescimento demons-

tra a alta capacidade de extração de nutrientes pela planta e enfatiza a necessidade de adequada fertilização em pastagens desta gramínea (CASTRO *et al.*, 1999).

11.1 - Pastejo Diferido

O diferimento da pastagem se refere ao isolamento da forrageira para permitir que esta tenha um crescimento contínuo e que gere acúmulo de matéria seca para que os animais tenham alimento na época de pouca disponibilidade de forragem verde. Esse alimento, geralmente é de baixa qualidade, com alto teor de fibra e baixa concentração de proteína. Portanto, para o aproveitamento desse alimento, é necessário que se tenham estratégias para melhorar a sua digestibilidade, como a utilização de ureia no cocho.

A vedação de sete meses da pastagem de *Brachiaria decumbens* tem proporcionado altas disponibilidades de forragem total, forragem verde e morta, antes do período de pastejo. A utilização contínua da pastagem diferida durante o período seco nem sempre afeta a disponibilidade média de forragem total e de forragem morta. Os meses de agosto, setembro, às vezes outubro caracterizam a época mais crítica da seca, quando as pastagens apresentam menor disponibilidade e proporção de forragem verde e de folhas verdes, e os animais nas pastagens perdem peso. Essa estratégia permitiu a manutenção apenas de pequeno ganho de peso dos animais, durante esse período. O ganho de peso dos animais pode ser influenciado negativamente pela disponibilidade de forragem morta e positivamente pelas relações disponibilidade de forragem verde/forragem morta e de folha verde/forragem morta mais caule verde, podem não ser influenciados pela simples disponibilidade de forragem verde e folhas verdes (SANTOS *et al.*, 2004 a).

Durante a estação seca e fria de inverno, as pastagens tropicais normalmente apresentam baixa disponibilidade de forragem de boa qualidade, em razão da avançada idade fisiológica das plantas forrageiras e da baixa rebrota, decorrente da inibição causada pela presença de grande quantidade de perfilhos maduros, baixa umidade no solo, das temperaturas mais baixas e dos dias mais curtos. Assim, a sazonalidade da produção forrageira conduz frequentemente à estacionalidade da produção animal, principalmente se a criação é conduzida em regime extensivo. Para garantir determinado suprimento de pasto na época da baixa produção forrageira, os pecuaristas vedam algumas pastagens no período chuvoso ou a partir do final das chuvas, acumulando forragem para utilização na seca. O diferimento da pastagem, desde que essa não esteja degradada, tem permitido aumentar a lotação animal e garantido a sobrevivência dos animais durante o período de seca (SANTOS *et al.*, 2004 b).

No entanto, as gramíneas C_4, cujo primeiro produto formado contém quatro carbonos, que constituem os pastos tropicais, exibem alterações em suas características morfológicas, químicas e biológicas, associadas ao desenvolvimento, à maturidade fisiológica e senescência natural da planta forrageira, que alteram a qualidade e a disponibilidade de forragem e a estrutura do relvado, influenciando o consumo e o desempenho dos animais (SANTOS *et al*., 2016; EUCLIDES *et al*., 1990; BLASER, 1994; GOMIDE, 1997).

11.2 - Pastejo Contínuo

O sistema de pastejo mais utilizado é o contínuo, caracterizado pela permanência de animais na mesma área durante todo o ano. Este pode ser contínuo com carga fixa, ou contínuo com carga variável, dependendo se altera ou não o número de ani-

mais na área durante o ano. Para o caso de se usar o pastejo contínuo com carga fixa, recomenda-se determinar a lotação média para o ano, com base na capacidade de lotação dos pastos no período seco. Haverá, evidentemente, sobra de pastos no período chuvoso, mas isso será benéfico porque proporcionará acúmulo de feno-em-pé, necessário para a fase seca seguinte. No caso da carga variável, o número de animais varia de acordo com a disponibilidade de massa da forrageira ao longo do ano, incluindo forrageiras leguminosas de considerável valor nutricional além da gramínea cultivada. (EMBRAPA GADO DE CORTE, 2000); EMBRAPA, 2000; VIEIRA, 1997).

12. Referências bibliográficas

AGNES, E. L.; FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R. Situação atual da integração agricultura pecuária em Minas Gerais e na Zona da Mata Mineira. *In*: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A. A.; AGNES, E. L. **Manejo integrado**: integração agricultura-pecuária. Viçosa-MG: 2004. p. 251-267.

AMOSSÉ, C.; JEUFFROY, M. H.; DAVID, C. Relay intercropping of legume cover crops in organic winter wheat: effects on performance and resource availability. **Field Crop Research**, v. 145, p. 78-87, 2013.

ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; ALVAREZ, V. H.; MARTINS, C. E.; D. P. H. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 9, n. 6, p. 1589-1595, 2000.

ANDRADE, C. M. S; ASSIS, G. M. L. *Brachiaria brizantha* **cv. Piatã**: Gramínea recomendada para solos bem–drenados do Acre. Rio Branco, AC. 2010. 17 p, (Embrapa Acre. Circular técnica n. 54)

ANDRADE, F. M. E. **Produção de forragem e valor alimentício do capim marandu submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte**. Piracicaba, 2004. 125 p. (Dissertação apresentada à ESALQ para receber o título de Mestre em Zootecnia).

ARRUDA, D. S. R.; DAMASCENO, J. C.; JOBIM, C. C. e RODRIGUES, E. R. Fluxos dos componentes do crescimento e de perdas em pastagem de capim tanzânia (*Panicum maximum*, jacq. cv. tanzânia), sob pastejo: 1) combinações de intensidade e frequência de desfolha por bovinos**.** *In*: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42. **Anais ...** Goiânia: SBZ, 2005. CD ROM.

BALSALOBRE, M. A. A. **Desempenho de vacas em lactação sob pastejo rotacionado de capim-elefante** (*Pennisetum purpureum Schum*.), Piracicaba, p. 139, 1996. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

BALSALOBRE, M. A. A.; SANTOS, P. M. **Práticas de manejo para o capim Tanzânia.** 2000. Disponível em: http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/pastagens/praticas-demanejo-para-o-capim-tanzania-16059n.aspx. Acesso em: 20 out 1016.

BARBOSA, C. M. P.; CARVALHO, P. C. F.; C AUDURO, G.F. LUNARDI, R.; KUNRATH T, R.; GIANLUPPI, G. D. F. Terminação de cordeiros em pastagens de azevém anual manejadas em diferentes intensidades e métodos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 36, n. 6, p. 1953-1960, 2007.

BATISTA, L. A. R. e GODOY, R. Caracterização preliminar e seleção de germoplasma do gênero *Paspalum* para produção de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 23-32. 2000.

BATISTA, L. A. R. e GODOY, R. Variabilidade intraespecífica em *Paspalum notatum* Fluegge. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 43, 1997, Goiânia. **Anais...** Ribeirão Preto: SBG, 1997, p. 323.

BERTOLOTE, L. E. M. **Densidade de semeadura de aveia e altura de corte da pastagem de capim Tanzânia sobressemeada**. Botucatu-SP, 2009. 84 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu. 2009.

BLASER, R.E. Manejo do complexo pastagem-animal para avaliação de plantas e desenvolvimento de sistemas de produção de forragens. *In*: PEIXOTO, A.M. (Ed.). Pastagens: fundamentos da exploração racional.

2. ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1994. p. 279-335.

BURTON, G. W.; MULLINIX, B. G. Yield distributions of spaced plants within *Pensacola bahiagrass* populations developed by recurrent restricted phenotypic selection. **Crop Science**, v. 38, n. 2, p. 333-336, 1998.

CARASSAI, I. J.; CARVALHO, P. C DE F.; CARDOSO, R. R.; FLORES, J. P. C. ANGHINONI, I.; NANBINGER, C.; FREITAS, F. K. DE., MACARI, S. Atributos físicos sob intensidades de pastejo e métodos de pastoreio com cordeiros em integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1284-1290, 2011.

CARPEJANI, G. C. **Estratégias de manejo rotacionado em pastos de capim-mombaça**. Tese apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Doutor em Ciência Animal. Campo Grande, MS. 2014, 59 p.

CASTRO, F. G. F.; HADDAD, C. M.; VIEIRA, A. C.; VENDRAMINI, J. M. B. e HEISECK, O.R.P. Época de corte, produção, composição químico-bromatológica e digestibilidade da matéria seca da grama-estrela Florico. **Scientia agricola**, 1999, v. 56, n. 1, p. 225-234.

CARVALHO, C. A. B.; PACIULLO, D. S. C.; ROSSIELLO, R. O. P.; DERESZ, F. Dinâmica do perfilhamento em capim-elefante sob influência da altura do resíduo pós-pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 41, n. 1, p. 145-152, 2006.

CARVALHO, P. C. F.; SANTOS, D. T.; GONÇALVES, E. N.; MORAES, A. M.; NABINGER, C. **Forrageiras de clima temperado**. Disponível em: http://www.ufrgs.br/gpep/documentos/capítulos/Forrageirasde clima temperado.pdf. Acesso em: 22 dez. 2016.

CARVALHO, M. M.; CRUZ FILHO, A. B. **Estabelecimento de pastagens**. Coronel Pacheco: EMBRAPA – CNPG L, 1985. 16 p. (Circular Técnica, 26).

CASTRO, C. C. R. **Relações planta-animal em pastagem de milheto** (*Pennisetun americanum (L.)* Leeke.) **manejada em diferentes alturas com ovinos.** 2002. 185 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -

Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

CÓRDOVA, U. A.; FLARESSO, J.A. **Principais grupos de forrageiras de clima temperado. Agropec**. Santa Catarina., Florianópolis, v. 28, n. 1, p. 38-43, 2015.

CÓRDOVA, U. A. **Forrageiras de clima temperado**: Caracterização, implantação e manejo. 1º Seminário de Pecuária da Serra Catarinense, São Joaquim, SC, 2013. 93 p.

CORSI, M., SILVA, S. C., FARIA, V. P. Princípios de manejo do Capim-Elefante sob pastejo. *In*: PEIXOTO, A. M., MOURA, J. C., FARIA, V.P. (Ed.). Pastagens de Capim-Elefante: utilização intensiva. Piracicaba: FEALQ. p. 51-70, 1996.

COSTA, K. A. P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I. P.; CUSTÓDIO, D. P. e SILVA, D. C. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha*cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n 1, p. 27-34, 2005.

COSTA, N. L. **Formação e manejo de pastagens de capim-Mombaça na Amazônia Ocidental.** 2015. Disponível em: http://www.ruralnews.com.br/visualiza. php? bid=332. Acesso em: 20 jan. 2016.

COSTA, N. L. **Manejo de Pastagem de** *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés na Amazônia Ocidental. 2006. Disponível em: http://www.agrolink.com.br/colunistas/ColunaDetalhe.aspx?CodColuna=1727. Acesso em: 20 jan. 2016.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I.A. Cultivares de milho para silagem. *In*: **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2001. p. 11-38.

CUSTÓDIO, D. P.; OLIVEIRA, I. P.; COSTA, K. A. P.; SANTOS, R. S. M. e FARIA, C. D. Avaliação do gesso no desenvolvimento e produção do capim-tanzânia. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 187-193, 2005.

DANÉS, M. A. C. **Teor de proteína no concentrado de vacas em lactação mantidas em pastagens de capim elefante.** p. 117, 2010.Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de

Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

DERESZ, F. Produção de leite de vacas mestiças holandês x zebu em pastagem de capim elefante, manejada em sistema rotativo com e suplementação durante a época das chuvas. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 30, n. 1, p. 197-204, 2001.

DUFLOTH, J. H.; VIEIRA, S. A. Qualidade nutricional, produção de matéria seca, rendimento animal e econômico da missioneira gigante (*Axonopus catharinensis*) na região sul de Santa Catarina. **Revista Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, Santa Catarina, v. 18, 2012. p. 56-69.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Gado de Corte**; Ano 2 - Edição 6. 2009. Disponível em http://www.unipasto.com.br/artigos/Porqu CAA.pdf. Acesso em: 11 jun. 2016.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Gado de Corte**. Informativo piatã. Ano 2. 2009. Disponível em http://www.cnpgc. embrapa.br/ produto seservicos/piata/piata_ 8.pdf. Acesso em: 11 jan. 2016.

EMBRAPA **Gado de Corte**. Xaraés: *Brachiaria brizantha*. Campo Grande, Folder, 2004. 6 p.

EMBRAPA 2009. **Ocorrência, flutuação populacional distribuição vertical no solo e controle do percevejo castanho da raiz**. Embrapa Agropecuária Oeste Dourados- MS 2009, 30 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, n. 50)

EMBRAPA GADO DE CORTE. **Estilosantes Campo Grande.** Campo Grande, 2000. 2 p. (Embrapa Gado de Corte. Gado de Corte Divulga, 38).

EMBRAPA GADO DE CORTE. **Estilosantes Campo Grande: estabelecimento, manejo e produção animal.** Campo Grande, 2000. 8 p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 61).

EMBRAPA GADO DE CORTE. **Capim-Massai (*Panicum maximum* cv. Massai): alternativa para diversificação de pastagens.** Campo Grande, 2001. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico), 69.

ERPEN, J. G.; VINCENZI, M. L.; MACHADO, L. C. P. e CEZAR, I. M. Propriedades biológicas, físicas e químicas de solos manejados em sistemas convencional e pastoreio racional Voisin em Deodápolis - MS. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42. **Anais ...** Goiânia: SBZ, 2005. CD ROM

ESALQ /USP. CASA DO PRODUTOR RURAL. **Capins do Gênero** *Cynodon***, opções para a pecuária brasileira.** Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Disponível em: http://www.clubeamigosdocampo.com.br/artigo/capins-do-generocynodon-opcoes-para-a-pecuaria brasileira-1192. Acesso em: 11 jun. 2016.

EUCLIDES , V. P. B.; MONTAGNER, D, B. **Estratégias para intensificação do sistema de produção:** Melhoramento Genético Aplicado em Gado de Corte**.** p. 51-60. Cap. 5. Disponível em: https://cloud.cnpgc.embrapa.br/geneplus28/files/2016/07/Cap.5.MIntensificacao_SistemaProducao.pdf. Acesso em: 6 set. 2018.

EUCLIDES, V. P. B.; VALLE, C. B.; SILVA, J. M. e VIEIRA, A. Avaliação de forrageiras tropicais manejadas para produção de feno em pé. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 393-407, 1990.

FERREIRA, P. D. S.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; JAYME, D. G.;/TOMICH, T. R.; RODRIGUEZ, N. M. Valor nutricional de híbridos de/sorgo para corte e pastejo (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*)/ em diferentes fases fenológica. **Semina**: **Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 377-390, 2015.

FONSECA, D.M.; SALGADO, L. T.; QUEIROZ, D. S.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; BONJOUR, S. C. M. Produção de leite em pastagem de capim elefante sob diferentes períodos de ocupação dos piquetes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 5, p. 848-856, 1998.

FONTANELI, R. S., FONTANELI, R. S., SANTOS, H. P. **Gramíneas Anuais de Verão**. ILPF - Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. p. 185-197, 2009.

FONTANELI, R. S.,; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P; NASCIMENTO JUNIOR, A.; MINELLA, E.; CAIERÃO, E. Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou

grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 111, p. 2116-2120, 2009.

FZEA - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo **A dinâmica do crescimento de plantas forrageiras e o manejo das pastagens**. 2016; 78 p.

GEFEP – Grupo de estudo em forrageira e pastagem. **Gramíneas forrageiras de clima temperado e tropicais**. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA). Universidade de São Paulo (US). 2016. 79 p.

GIMENES, F. M. A.; SILVA, S. C.; FIALHO, C. A.; GOMES, M. B, BERNDT, A.; GERDES, L.; COLOZZA. M.T. Ganho de peso e produtividade animal em capimmarandu sob pastejo rotativo e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 7, p. 751-759, 2011.

GOMIDE, J. A.; GOMIDE, C. A. M. Morphogenese and growth analysis of Panicum maximum cultivars. *In*: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18, Canadá, 1997. Proceedings... Canadá: Plant phisiology and growth. 1997. p. 65-66.

GRECCO, F. C. A. R.; CUNHA FILHO L. F. V; OKANO, W.; SILVA, L. C.; ZUNDT, M.; VIANNA, L. C. Produtividade e composição química de gramíneas temperadas na cidade de Arapongas. **Colloquium Agrariae**, v. 7, n.1, p. 17-23, 2011.

HACK, E. C.; BONA FILHO, A.; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; MARTINICHEN, D.; PEREIRA, T. N. Características estruturais e produção de leite em pastos de capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) submetidos a diferentes alturas de pastejo. **Ciência Rural**, v. 37, p. 218-222, 2007.

HADDAD, C. M.; DOMINGUES, J.L.; CASTRO, F.G.F.; TAMASSIA, L.F.M. Características de produção e valor nutritivo do capim Pensacola (*Paspalum notatum* Flügge var. saurae Parodi) em função da idade de corte. **Scientia Agrícola** v. 56, p. 753-761. 1999.

HADDAD, C. M.; DOMINGUES, J. L. Como avaliar fenos de qualidade. **Revista Pecuária de Corte**, v. 10, n. 90, p. 56-60, 1999.

HANISCH, A. L.; GISLON, I. Massa de forragem e valor nutritivo de gramíneas perenes de inverno no planalto norte catarinense. **Scientia Agraria**, v. 11, n. 1, p. 25-32, 2010.

HEINRICHS, R.; SOARES FILHO, C. V. **Adubação e manejo de pastagens**. Piracicada, Livro Ceres 2014. 180 p.

INSTITUTO HÓRUS. **Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental**. 2012. Disponível em: http://i3n.institutohorus.org.br/brasil. Acesso em: 13 set. 2012.

KAIABARA, M. A. **Rendimento animal em uma pastagem nativa melhorada no planalto sul catarinense**. Florianópolis – SC: UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, 2014. 60 p.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B.; ZIMMER, A. H. Degradação de pastagens e produção de bovinos de corte com a integração agricultura x pecuária. *In*: SIMPOSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1., 1999, Viçosa. **Anais**... Viçosa: UFV, 1999. p. 201-234.

KLUTHCOUSKI, J. Benefícios da integração lavoura-pecuária. *In*: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2003. p. 145-170.

LEITE, G. G.; EUCLIDES, V. P. B. Utilização de pastagens de *Brachiaria* spp. *In*: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. **Anais**... Piracicaba: Fealq, 1994. p. 267-297.

LIMA, M. L. P.; SIMILI, F. F.; GIACOMINI, A. A.; RIBEIRO, E. G.; JUNIOR, L. C. R. Pastejo Rotacionado de Capim-Tanzânia para vacas leiteiras. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 1, jan./jun. 2012.

LUPATINI, G. C.; RESTLE, J.; VAZ, R. Z.; VALENTE, A. V.; ROSO, C.; VAZ, F. N. Produção de bovinos de corte em pastagem de aveia preta e azevém submetida à adubação nitrogenada. **Ci**. **Anim. Bras**., Goiânia, v. 14, n. 2, p. 164-171, abr./jun. 2013.

MAIA, M. C.; PINTO, J. C.; ANDRADE, I. F. Estabelecimento de Pastagem de Capim-tanzânia Usando Milheto Como Cultura Acompanhante. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 29, n. 5, p. 1312-1319, 2000.

MANSFIELD, C. W.; MISLEVY, P.; HAMMOND, L. C. Yield and nutritive value of forages grown under irrigated and non-irrigated conditions. **Trop. Grass**., v. 24, p. 55-6, 1990.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; CORSI, M.; TRIVELIN, P. C. O.; VILELA, L.; PINTO, T. L. F.; TEIXEIRA, G. M.; MANZONI, C. S.; BARIONI, L. G. Perda de amônia por volatilização em pastagem de Capim-Tanzânia adubada com ureia no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 2240-2247, 2004.

MARTINELLI, M.; SILVA, W. H. **Projeto para a recuperação de áreas degradadas a partir de diagnóstico da situação atual no estado de São Paulo**. Disponível em: http://www.cati.sp.gov.br/integrasp/docs_tecnicos/ProjetoRecAreasDegradadas2010_12.pdf. Acesso em: 4 set. 2018.

MARTINEZ, J. C. **Substituição do milho moído fino por polpa cítrica peletizada no concentrado de vacas leiteiras mantidas em pastagens de capim Elefante durante o outono-inverno.** 2004. p. 110. (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; ALVIM, M. J.; DERESZ, F. **Manejo e utilização de pastagens de capim-elefante.** EMBRAPA, Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Utilizacao_PastagensID-fWL5ScuMZ C.pdf. Acesso em: 20 nov. 2016.

MEZZALIRA, J. C.; CARVALHO, P. C. F.; AMARAL, M. F.; BREMM, C.; TRINDADE, J. K.; GONÇALVES, E.N.; GENRO, T.C.M.; SILVA, R.W.S.M. Manejo do milheto em pastoreio rotativo para maximizar a taxa de ingestão por vacas leiteiras. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**., v. 65, n.3, p. 833-840, 2013.

MONTAGNER, D. B. - **Manejo de pastos de *Brachiaria brizantha* – *Embrapa Gado de Corte.*** 2014. Disponível em: https://www.embrapa.br/tema-integracao-lavoura-pecuariafloresta-ilpf/busca-de-noticias/noticia/2386025/artigo-manejode-pastos-debrachiaria-brizantha. Acesso em: 11 jun. 2016.

MONTEIRO, F. A. **Sulfur fertilization and nutrient distribution in a Flórida spodosol profile under white clover-Pensacola bahiagrass**. Gainesville, 1986. 182 p. Thesis (Ph.D.) - University of Florida.

OLIVEIRA, A. B. **Morfogênese e Produção do Capim-Tanzânia submetidos a adubações e intensidades de corte.** Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB, 2005. s.p.

OLIVEIRA, IP.; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P.; DUTRA, L, G, PORTES, T. A.; SILVA, A. E.; PINHEIRO, B. S.; FERREIRA,E.; C. A. S; CASTRO, E. M. **Sistema Barreirão**: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF-APA, 1996. 90 p. (EMBRAPA-CNPAF. Doc.64)

ORTH, R.; FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; SACCARDO, E. Produção de forragem de gramíneas anuais semeadas no verão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 9, 2012. Paso Ita, *Brachiaria Brizantha* cv. BRS Piatã. Disponível em: http://www.pasoita.com.br/conteudo/brachiaria-brizantha-cv-brspiata.html. Acesso em: 11 jun. 2016.

PEDREIRA, C. G. S.; TONATO, F. **Capins do gênero *Cynodon* e seu manejo**. Disponível em: http://www.milkpoint.com.br/radartecnico/pastagens/capins-do-genero-cynodon-e-seu-manejo-85445n.aspx. Acesso em: 20 set. 2016.

PEDREIRA, C. G. S.; TONATTO, F. Sobressemeadura de gramíneas de inverno em pastos tropicais. MilkPoint, 2014. Disponível em: http://www.milkpoint.om.br/radartecnico/pastagens/sobressemeadura-de-gramineas-de-inverno-empastos-tropicais-88146n.aspx. Acesso em: 23 out. 2018.

PORTAL KLFF. **Potencial produtivo de** *Brachiaria decumbens*, 2013. Disponível em: http://www.portalklff. com.br/ publicacao.asp?id=078&. Acesso em: 20 nov. 2016.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology:** implications for vegetation management. 2. ed. New York: Wiley, 1997. 589 p.

REIS, G. L.; LANA, A. M. Q.; EMERENCIANO NETO, J. V.; LEMOS FILHO, J. P.; BORGES, I.; LONGO, R. M. Produção e Composição Bromatológica do Capim Marandu, sob diferentes Percentuais de Sombreamento e Doses

de Nitrogênio. **Bioscience Journal,** v. 29, Suplement 1, p. 1606-1615, 2013.

REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; PIZA, M. T. Impacto da qualidade da forragem na produção animal. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 43, 2006, João Pessoa. **Anais**... João Pessoa. 2006. p. 480-505.

ROCHA, G. P.; EVANGELISTA, A. R.; PAIVA, P. C. A.; FEITAS, R. T. F.; SOUZA, A. F.; GARCIA, R. Digestibilidade e fração fibrosa de três gramíneas do gênero Cynodon. **Ciência Agrotécnica,** v. 25, n. 2, p. 408-416. 2001.

RODRIGUES, G. B.; MALTONI, K. L. & CASSIOLATO, A. M. R. Dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas dentro do bioma Cerrado. **Agriambi**, v. 11, p. 73-80, 2007.

ROSA, J. L.; CÓRDOVA, U. DE A.; PRESTES, N. E. **Forrageiras de clima temperado para o Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2008, 64 p. (Epagri. Boletim técnico, 141).

ROSA, K. K., VIEIRA, R. & SIMÕES, J. C. **Dinâmica glacial e características sedimentares resultantes na zona proglacial da geleira** Ecology - Baía do Almirantado, ilha Rei George, Antártica. **Revista brasileira de Geomorfologia**, v. 7, n. 2, p. 51-60. 2006.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. **Cereais de inverno de duplo propósito para integração lavoura pecuária no Sul do** Brasil. Passo Fundo: Embrapa Trigo. 2006. 104 p.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T.; DREON, G. Fertilidade e teor de matéria orgânica do solo em sistemas de produção com integração lavoura e pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v. 6, n. 3, p. 474-482, 2011.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R.S.; PIRES, J.L.F.; BIAZUS, V.; VERDI, A.C.; VARGAS, A.M. Rendimento de grãos e características agronômicas de soja em função de pastagens perenes em sistema de plantio direto **Bragancia**, v. 73, n. 3, p. 1678-4499. 2014

SANTOS, O. V. dos. Custos de implantação do melhoramento de pastagens naturais. *In*: **Melhoramento e manejo de pastagens naturais no Planalto Catarinense**. Florianópolis: Epagri, 2004. 274 p.

SANTOS, G. T.; ZANINI, G.D.; PADILHA, D.A.; SBRISSIA, A.F. A grazing height target to minimize tiller stem elongation rate in annual ryegrass swards. **Ciência Rural**, v. 46, n. 1, p. 169-175, 2016.

SARTOR, L. R.; ADAMI, P.F.; CHINI, N; MARTIN, T.N.; MARCHESE, J.A.; SOARES, A.B. 2009. Alelopatia de acículas de *Pinus taeda* na germinação e no desenvolvimento de plântulas de *Avena strigosa*. **Ciência Rural.** v. 39, p. 1653-1659. 2009.

SBRISSIA, A. F.; DUCHINI, P. G., ECHEVERRIA, J. R.; MIQUELOTO, T.; BERNARDON, A.; AMERICO, F. L. Produção animal em pastagens cultivadas em regiões de clima temperado da America Latina. *In*: XXV Reunion da Associtión Latinoamericana de Producción Animal. Recife, 2016. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. v. 25, n. 1, p. 45-58. 2017

SILVA, V. J. **Desempenho produtivo e análise de crescimento de capins do gênero *Cynodon* em resposta à frequência de desfolhação.** 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-08082012-142801/. Acesso em: 13 set. 2018.

SILVA, A. A.; JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L. R. Manejo de plantas daninhas no sistema integrado agricultura-pecuária. *In*: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A. A.; AGNES, E. L. **Manejo integrado lavoura-pecuária**. Viçosa: UFV, 2004. p. 117-170.

SILVA, S. C.; PASSANEZI, M. M.; CARNEVALLI, R. A. Bases para o estabelecimento do manejo de Cynodon sp para pastejo e conservação. *In*: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 15., 1998. Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1998, p. 129-150.

SILVA, G. M.; MORAES, C. O. C. **Cevadilha vacariana** (***Bromus auleticus Trinius*****): histórico, utilização e perspectivas**. Documentos 88. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2009. 20 p.

SIMÃO NETO, M.; CAMARÃO, AP.; GONÇALVES, CA; NASCIMENTO, H. T. S. do. **Curva de crescimento e valor nutritivo de capim-elefante**,

cv. Porto Rico-534, na região de Belém-Pará. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1994. 21 p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 156).

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; KLUTHCOUSKI, J. Influência das pastagens na melhoria dos atributos físico-químicos do solo. *In*: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 171-181.

TAMELE, O. H. **Manejo de híbridos de sorgo e cultivares de milheto em sistema de pastejo rotativo**. 2009. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus Jabotical, Jaboticabal, 2009.

TOMICH, T. R.; TOMICH, R. G. P., GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; RODRIGUES, J. A. S. **Valor nutricional de híbridos de sorgo com capim-sudão em comparação ao de outros volumosos utilizados no período de baixa disponibilidade das pastagens.** Arq. Bras. Med. Vet. Zoot. v. 58, n. 6, p. 1249-1252, 2006.

TONATO, F.; BARIONI; L. G.; PEDREIRA, B. C. Desenvolvimento de modelos preditores de acúmulo de forragem e sustentabilidade de sistema de produção de pastejo. *In*: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 22., 2012. Cuiabá. Zootec 2012. **Anais...**Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso, 2012-ROM. 1 CD.

TONATO, F.; PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; PEQUENO, D.N.L. Aveia preta e azevém anual colhidos por interceptação de luz ou intervalo fixo de tempo em sistemas integrados de agricultura e pecuária no Estado de São Paulo. **Cienc. Rural**, v. 44, n. 1, p. 104-110. 2014.

TREVISAN, N. B; QUADROS, F. L. F.; SILVA, A. C. F.; BANDINELLI, D. G.; MARTINS, C. E. N.; SIMÕES, L. F. C.; MAIXNER, A. R.; PIRES, D. R. F. Comportamento ingestivo de novilhos de corte em pastagem de aveia preta e azevém com níveis distintos de folhas verdes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1543-1548, set./out. 2004.

VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; PEREIRA, J. M.; VALÉRIO, J. R.; PAGLIARINI, M. S.; MACEDO, M. C. M.; LEITE, G. G.; LOURENÇO, A. J.; FERNANDES, C. D.; DIAS FILHOS, M. B.; LEMPP, B.; POTT, B. L. A.; SOUZA, M. A. **O Capim-Xaraés (*Brachiaria brizantha cv. Xaraés*)**

na diversificação das pastagens de Braquiária. EMBRAPA. Campo Grande, MS, 2004, 36 p. (Documentos I Embrapa Gado de Corte)

VEIGA, J. B. **Utilização do capim-elefante sob pastejo**. *In***:** CARVALHO, M.M. *et al*. (eds.) Capim-elefante: produção e utilização. 2 ed. revisada. Brasília: EMBRAPA-SPI e Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, p. 161-187, 1997.

VIEIRA, E. L.; CARVALHO, F. R. C.; BATISTA, A. M. V.; FERREIRA, R; Ç; C; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A; SILVA, M. J.; SILVA, E. M. B. Clerical compositivo of forage and selectivity by bovines of "sabiá" (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) in the rainy and dry seasons. **R. Bras. Zootec**. v. 34, n. 5, 2008

VIEIRA, J. M. Implantação e diversificação de pastagens. *In*: CURSO DE PASTAGENS. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1997. [n.p.]

VILELA, L.; MACEDO, M. C. M.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; MIRANDA, J. C. C.; SHARMA, R. D.; AYARZA, M. A. **Integração Lavoura Pecuária: atividade desenvolvida pela Embrapa Cerrados.** 1999. 31 p. (Embrapa Cerrados, Documentos 91).

VOLTOLINI, T.; SANTOS, F. A. P.; MARTINEZ, J. C.; IMAIZUMI, H.; CLARINDO, R. L.; PENATI, M. A. Milk production and composition of dairy cows grazing elephant grass under two grazing intervals. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, p. 121-127, 2010.

VOLTOLINI, T. V.; SANTOS, F. A. P.; MARTINNEZ, J. C.; IMAIZUMI, H.; PENATI, M. A. Teores de proteína bruta para se atingir a adequação em proteína metabolizável na dieta de vacas em lactação mantidas em pastagens de capim Elefante. *In*: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 40., 2003, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: SBZ, 2003.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Capítulo 2

MORFOLOGIAS DE PLANTAS FORRAGEIRAS E SUA RELAÇÃO COM AS PASTAGENS

Fábio Adriano Santos e Silva,[1] Itamar Pereira de Oliveira,[2] Milena Rizzia Ferreira de Souza,[3] Mariane Porto Muniz,[4] Arminda Moreira de Carvalho,[5] Adriano Jakelaiti,[6] Patricia Soares Epifanio,[7] Victor Costa e Silva,[8] Wayron Araújo de Castro[9]

Resumo: A morfologia, como ciência animal que estuda a estrutura dos vegetais, relaciona o formato de cada parte da planta, que melhor se influencia a produção de uma planta para consumo animal bem como para produção de massa para proteção da superfície arável e incorporação de material orgânico no solo. Diretamente esta ciência relaciona com a Zootecnia na criação e exploração de bovino, e outros animais herbívoros, e indiretamente com a Agronomia, na preservação do solo, com a Irrigação na preservação da umidade, com a Nutrição de Plantas e produção de alimentos, com o Manejo do solo, na preservação de Química, Física e Biologia dentre várias ciências. Quase sempre é discutida com os trabalhos de pesquisas

1 Instituto Federal Goiano–Campus Rio Verde.

2 Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão – Goiânia.

3 Zootecnista discente da Universidade Estadual de Goiás.

4 Pós-graduando do Instituto Federal Goiano.

5 Pesquisador da Embrapa Cerrados.

6 Professor Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde.

7 Professora do Instituto Federal Goiano – Campus Extensão Quirinópolis.

8 Professor do Instituto Federal Goiano – Campus Cristalina.

9 Profissional tecnico superior da COMIGO – Caiaponia.

IR PARA SUMÁRIO ▲

relacionadas com os gêneros de gramíneas e leguminosas embora existam várias famílias de plantas com muitos gêneros importantes como fonte de alimento para os animais. Os fatores que mais interessam em um vegetal é o seu potencial de produção e qualidade de massa formada, incluindo a preferência do animal e o ganho de peso. Tem-se valorizado nas forrageiras os teores de proteína bruta, fibra solúvel em detergente neutro (FDN), fibra solúvel em água (FDA), produção de perfilhos, volume do sistema radicular em área e profundidade do solo, persistência em brotação, produção de massa, exigência regular de fertilidade e nutrientes, tolerantes aos ambientes adversos. Esses fatores são historicamente considerados quando se caracteriza a finalidade de exploração do rebanho, produção de carne, leite, venda de animais, exigências das raças em alimentação e em meio ambiente, precocidade das raças, resposta a alimentação, sanidade do animal, manejo condizentes com a estrutura física das propriedades regionais. Como ciência estão relacionados os fatores climáticos – luz, temperatura, fotoperíodo, umidade, ventos e precipitação; fatores edáficos – fertilidade do solo, propriedades físicas do solo e topografia; espécie forrageira – potencial genético para produção e valor nutritivo, adaptação ao ambiente, competição entre plantas, aceitabilidade para pastejo animal e persistência a longo prazo; e, manejo da pastagem – tipo de pastejo animal, taxa de lotação, sistemas de pastejo, estratégias de fertilização, controle de invasoras e outras práticas culturais.

Palavras-chave: Histórico. Forragicultura como ciência. Bovino. Crescimento e organização das plantas forrageiras. Meristemas.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de uma atividade associada à ciência, como criação de animais, em pauta o bovino, exige tanto na teoria como na prática, conhecimentos sobre o comportamento, o desenvolvimento e a capacidades de respostas destes seres ao

ambiente e ao manejo continuadamente em todas as fases de seu de crescimento. Como ciência, são enquadradas a teoria e a prática de igualmente importância quando se tenta conhecer e explicar métodos e processos científicos.

A ciência, possivelmente, mesmo que considerando o animal bovino, seja a arte do direito da liberdade e da compreensão, ao mesmo tempo da sua criação, que surgem mecanismos de conhecimento ou de um sistema de conhecimentos que compreende fatos gerais e abrangentes, ao mesmo tempo, que utiliza a aplicação das leis científicas obtidas e testadas através do método científico. Sua realidade e a permanência na sociedade que se encontra em mudanças constantes, ou a curto ou em longo prazo como as pastagens. Através da ciência sempre se procura um conceito para definir paradigmas, sejam anexados a um processo de adição de conhecimento compreendido para explicação de fenômenos de mudanças ou de evolução de fatos, atuais ou que sofreram transformações, com o passar de períodos necessários para ocorrer diferenciação no processo evolutivo, de quaisquer tipos de corpos existentes em convivência com os fatos e ações dos seres vivos e corpos inertes que se assentam e utilizam daquele ambiente. Em concordância com o enunciado o local de pastagem está sempre em mudanças evolutivas estacionárias ou em processo de decadência (SANTOS E VARELA, 2019),

Paradigma derivado de mostrar, apresentar, confrontar, é um conceito das ciências e da epistemologia, a teoria do conhecimento, que define um exemplo típico ou modelo de alguma coisa, no caso, características morfológicas das forrageiras associadas à produção de massa. É a representação de um padrão a ser seguido, como por exemplo, a pastagem para produção de um animal sadio e com potencial de rendimento. É um pressuposto filosófico, matriz, ou seja, uma teoria, um conhecimento que ori-

gina o estudo de um campo científico; uma realização científica com métodos e valores que são concebidos como modelo; uma referência inicial como base de modelo para estudos e pesquisas. Nesse sentido tem relação direta com métodos de pesquisa com animais quando se usa processo de comparação.

Considerando a pesquisa de morfologia de forrageira o agente da ciência, ou seja, o estudioso da arte, desenvolve linhas e pesquisas, no caso, levando em consideração o bovino, quando os profissionais da área a aceitam podendo ser considerada suporte essencial, acompanhando, aprendendo e registrando fatos novos, ao mesmo tempo criando sugestões a favor da produção para sustento do homem.

Dentre os diversos conceitos e classificações, com a ciência o homem tem aprendido muito dentro de cada ramo selecionado pelo profissional, os pontos positivos que influenciam a evolução. A literatura técnico-científica tem considerado alguns pilares que através de seu suporte, e assim ao mesmo tempo, tem sido usado como apoio para o desenvolvimento da mesma ciência. Incluem nesta síntese de pensamentos e ações sinais de alertas que para conhecer a ciência é necessário conhecer o universo da realidade e totalidade onde o objeto está presente. A ciência não é feita, ela existe como testemunha dos fatos que ocorrem no universo considerado como único, também por ser relacionado com o conhecimento. Assim a ciência é baseada em fatos naturalmente verificáveis que pode ser comprovada pelo ser humano sempre que ocorre dúvida sobre a ação dos fenômenos naturais. Quando algum fato, novo ou histórico, ocorre e se cientificamente comprovado a falseabilidade da realidade desse fato, esse deve ser reciclado ou abandonado, mesmo assim, essa operação deixa um legado que é a mudança ou substituição do caminho iniciado. Os fatos reais ocorridos, positivo ou negativo,

geram conhecimento, para melhor entendimento do significado das coisas e dos acontecimentos, devem ser redigidos em linguagem simples e abrangente.

As condições de melhorar as pastagens e tornar a atividade agropecuária uma atividade sustentável parece ser a saída em direção certa, uma vez que o Brasil, já se intitula como o país com maior rebanho comercial do mundo, embora ainda muito tem que ser realizado para aproveitar melhor o seu potencial em área, criando animais e produzindo leite e carne. Mesmo considerando que o sistema extensivo de criação de gado, tendo como processo o consumo de forrageira pelos bovinos em pasto, esse sistema constitui o principal processo de alimentação. Mesmo com a evolução dos estudos de pesquisa pouco ainda foi aproveitado na agropecuária as áreas cobertas por vegetação nativa ou plantas introduzidas e adaptadas, que naturalmente são utilizadas para pastoreio dos animais. Tem-se considerado que as condições de clima brasileiro, além da extensão territorial, facilitam o desenvolvimento de ervas potencialmente usáveis para nutrição animal. Pelos levantamentos oficiais podem ser melhor explorados aproximadamente 111 milhões de hectares de pastagem cultivada e 46 milhões de hectares de pastagem naturais de bovino. Ainda, aproximadamente o rebalho bovino soma 214 milhões de cabeças (IBGE, 2020).

2. MORFOLOGIA VEGETAL COMO CIÊNCIA

Teofrasto de Ereso (378-287 a.C.), um filósofo grego, discípulo de Aristóteles o "Pai da Botânica", foi o primeiro a formular uma terminologia descritiva da planta. Também, foi responsável pelas primeiras descrições completas de vários vegetais, utilizando-se geralmente de palavras de conotação popular do idioma grego. Dentre outras palavras de acordo com Teofrasto

define pericarpo como o tecido que compõe a parede do fruto (LAERTIOS, 1987).

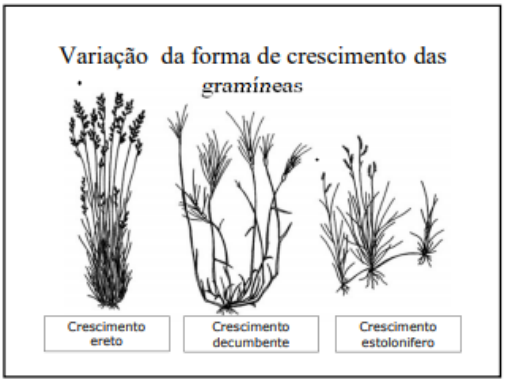
Dando continuidade os primórdios de morfologia, Plínio, o Velho que viveu entre 23-79 d.C., no século I (um) compilou toda uma nova série de terminologias, baseadas em novos dados coletados. Seguindo a ciência de Teofrasto e Aristóteles, usando palavras desses estudiosos, Plínio incluiu também muitas palavras latinas a fim de descrever estruturas botânicas. Constam na literatura impressa grega muitos termos de origem do grego como a principal fonte de termos. Contudo, o latim influenciou na descrição de termos e serviu de ponte entre o grego e as línguas posteriores.

A morfologia moderna, como é atualmente conhecida, teve suas bases na Filosofia botânica de Linnaeus . Escrita em latim acessível, apresenta-se como documento na forma de organografia (BUCKERIDGE, 2019). As estruturas descritas e, muitas delas ilustradas, são divididas, em parte vegetativa e reprodutiva, e ocasionalmente grupos taxonômicos onde tais estruturas podem ser encontradas em citações históricas.

O termo morfologia é atribuído a Johann Wolfgang von Goethe, mesmo sendo de formação humanística era poeta e romancista, interessou-se pela mutabilidade das formas vegetais após conhecer o trabalho de Linnaeus. Admirava a morfologia mais pelo dinamismo das transformações vegetais que pela sistematização descritiva. Considerava a folha o órgão central das plantas e imaginava todos os outros órgãos como derivados desta. Sua obra principal foi intitulada Versuch die Metamorphose der Pflanzen zuerklären (1790), Goethe tentava mostrar que, apesar da variação morfológica, os órgãos vegetais tinham uma organização essencial, comum a um grande número de formas superficialmente distintas.

A morfologia é uma ciência comparativa, o que significa que o morfologista relaciona estruturas em diversas plantas da mesma ou de diferentes espécies e, em seguida, faz comparações e formula ideias sobre semelhanças (Figura 1). Quando se acredita que estruturas em diferentes espécies possuem a mesma origem embrionária, essas estruturas são ditas homólogas (UNESP, 2019).

Figura 1 - Diferentes formatos de crescimento das gramíneas, UNESP, 2019



As folhas de pinheiros, carvalhos e couve são todas muito diferentes, mas partilham determinadas estruturas básicas e disposição destas. A homologia de folhas é uma conclusão fácil de fazer. Nem sempre as formas são a mesma, os espinhos dos cactos também partilham a mesma estrutura básica e desenvolvimento como folhas em outras plantas, e, por conseguinte, os espinhos dos cactos são homólogos aos da folhas também. Este aspecto da morfologia vegetal se sobrepõe o estudo da evolução vegetal e paleobotânica.

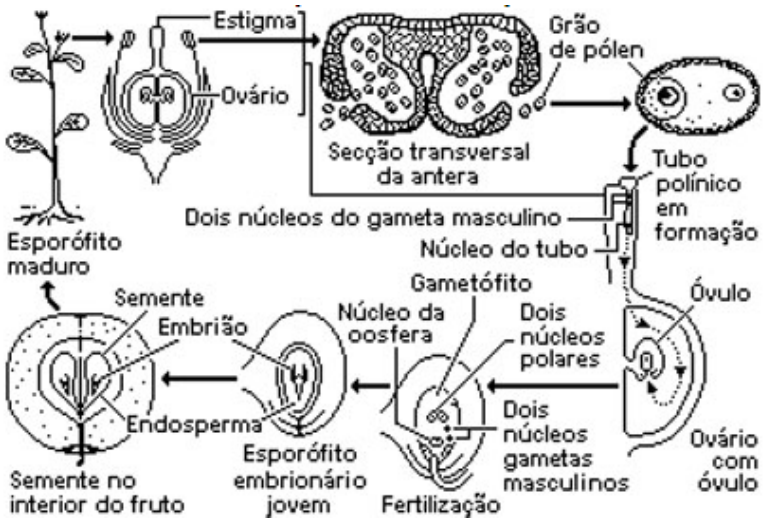
Observa-se nesses estudos, tanto as estruturas vegetativas ou somáticas, bem como as estruturas reprodutivas. As estruturas vegetativas das plantas vasculares incluem o estudo do sistema caulinar, composto de caules e folhas, bem como o de sistema

radicular. As estruturas reprodutivas são mais variadas, e são normalmente específicos para um determinado grupo de plantas, como flores e sementes, esporos das pteridófitas, cápsulas das briófitas. O estudo detalhado das estruturas reprodutivas das plantas levou à descoberta da alternância de gerações encontradas em todas as plantas e na maioria das algas. Esta área da morfologia vegetal se sobrepõe ao estudo da biodiversidade vegetal e sistemática.

Ainda, a morfologia vegetal estuda as estruturas vegetais em várias escalas. A menor escala é a ultraestrutura, em geral são características estruturais das células visíveis apenas com o auxílio de um microscópio eletrônico, e citologia, o estudo de células usando microscopia óptica. Nesta escala, morfologia vegetal se sobrepõe à anatomia vegetal, como um campo de estudo. Na maior escala é o estudo do hábito de crescimento das plantas, a arquitetura geral do vegetal. O padrão de ramificação em uma árvore varia de espécie para espécie, assim como a aparência de uma planta, podendo ser árvore, arbusto ou erva.

A morfologia vegetal examina o padrão de desenvolvimento, o processo pelo qual estruturas se originam e amadurecem ao longo do crescimento da planta. Embora todos os animais produzam todas as partes do corpo que possuem desde cedo em sua vida, as plantas produzem constantemente novos tecidos e estruturas ao longo do seu ciclo de vida. Uma planta viva sempre tem tecidos embrionários. A forma como as novas estruturas amadurecem a partir de sua produção pode ser afetada pelo ponto da vida das plantas, quando elas começam a desenvolver, bem como pelo ambiente em que as estruturas estão expostas (Figura 2). Um morfologista estuda este processo, as suas causas, e seu resultado. Esta área da morfologia vegetal se sobrepõe à fisiologia vegetal e ecologia (CORSI; NASCIMENTO, 1994)

Figura 2 - Ciclo esquemático da formação de fruto de uma semente de angiosperma

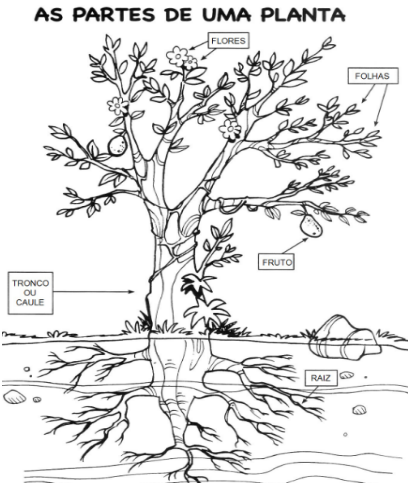


Características estudadas por Lineu, dividindo as plantas em dois grupos primários: as fanerogâmicas, com órgãos sexuais visíveis, e as criptogâmicas, sem órgãos sexuais facilmente discerníveis. Essa classificação tem tendência a ser modificada por análises de natureza genética e molecular (UNIRIO, 2019).

3. CONHECIMENTOS GERAIS

De acordo com o conteúdo e os princípios da morfologia vegetal procura-se estudar as estruturas vegetais em várias escalas. Considerando que menor escala se refere a ultraestrutura, em geral são características estruturais das células visíveis apenas com o auxílio de um microscópio eletrônico, e citologia, o estudo de células usando microscopia óptica. A morfologia vegetal se sobrepõe à anatomia vegetal, como um campo de estudo que ainda tem muito a conhecer. Na maior escala, estuda-se o hábito de crescimento das plantas e a arquitetura geral do vegetal.

Figura 3 - Planta superior e sua divisão. Podem ser usadas como forrageiras em vegetações como as do cerrado, quase sempre enfatizada como leguminosa embora existem outras que são consumidas por animais



Fonte: OLIVEIRA, 2019.

Na maior escala, estuda-se o hábito de crescimento das plantas e a arquitetura geral do vegetal. O padrão de ramificação em uma planta varia de espécie para espécie, assim como a sua aparência , podendo ser árvore, arbusto (Figura 3), ou erva, (CORSI,-NASCIMENTO, 1994). Nessa ampla consideração são incluídas as forrageiras para pastagem e também os campos de abrangência que se associam ao processo de morfologia das plantas.

Costa *et al*. (2013) observaram que existe uma grande diversidade genotípica entre as bactérias isoladas de pau-rainha. Há predominância de bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. Recentemente foram isoladas 178 bactérias de pau-rainha em Roraima. Destas, 26 foram caracterizadas através do sequenciamento parcial do gene 16S rRNA, sendo identificados como pertencentes aos gêneros *Klebsiella, Enterobacter, Pleomorphomonas, Bur-*

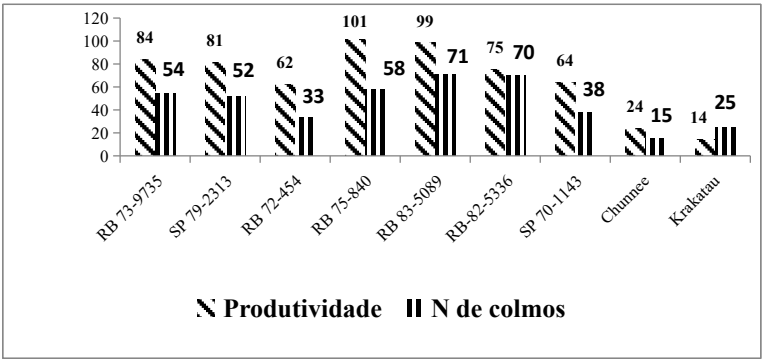
kholderia, Rhizobium e Bradyrhizobium. No entanto, é necessária ainda a caracterização das bactérias.

Dentre as leguminosas, tem-se observado e concentrado os trabalhos de fixação de nitrogênio às culturas de ervilha, lentilha, feijão caupi e soja, denominadas leguminosas herbáceas de forrageiras e algumas leguminosas arbóreas. Para algumas delas foram lançadas estirpes de rizóbios adaptadas ao Cerrado, com potencial de substituir o uso de adubos nitrogenados. A estirpe BR 3267 possibilitou um aumento de produção de caupi entre 40 e 52%. Ainda tem-se observado em pasto de gramíneas mantendo 30 % de leguminosas resultando em proporção suficiente para o desenvolvimento da pastagem sem utilização de nitrogênio comercial com capacidade de suprir a necessidade animal em pastejo. Para recuperação de áreas degradadas leguminosas arbóreas tem sido utilizadas com sucesso na recuperação de solos depauperados utilizando leguminosas nativas ou introduzidas como *Acacia* spp, *Albizia* spp e *Mimosa* spp associadas às bactérias diazotrópicas (MENDES *et al*., 2010).

A inoculação das sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com *Azospirillum* aumentou a produção de forragem no primeiro corte e pode se constituir em prática recomendada para a melhoria do estabelecimento de novas áreas de pastagem.

Em relação aos produtos fertilizantes, estudos de Moraes *et al*. (2008) tem apresentado resultados com o molibdênio, Mo, aplicado via foliar transloca para os nódulos e para os grãos na fase de granação, embora, nesta pesquisa foi verificado que aplicações de Mo via foliar ou nas sementes não influenciaram o rendimento da cultura, nem teores de nitrogênio e de proteína nos grãos. Contudo em campo, a aplicação de 400 g ha^{-1} de Mo aumentou os teores deste nutriente nos grãos.

Figura 4 - Produtividade de genótipos de cana (t/ha) e nitrogênio (N) de colmos (kg/ha)

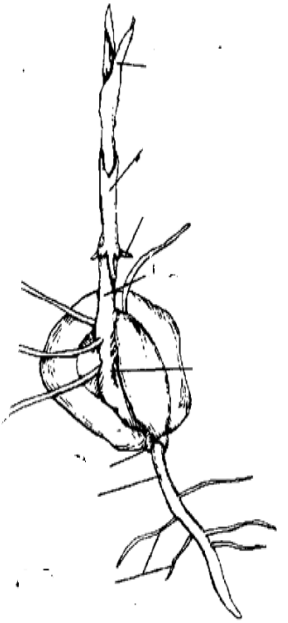


Fonte: Adaptado de Caballero, 2019.

Em gramíneas resultados obtidos por Caballero (2019) demonstraram, em experimentos de longa duração que existe diferença de potencial entre os genótipos de cana e também diferenças no potencial a fixação biológia e no aumento na concentração de nitrogênio nos colmos (Figura 4).

IR PARA SUMÁRIO

Figura 5 - Germinação da semente do milho

1 - Pericarpo – envoltório da semente, equivalente entre 5 e 6% do peso da semente.	**Semente de milho em processo de germinação**	**Prospecto da planta de milho.**
2 - Endosperma - camada externa de amido rígido ao redor de um núcleo e amido interno maleável, 83%.		Surgimento da primeira folha no processo da germinação
3 - Embrião ou germe – formado por uma plúmula na planta embrionária e o escutelo que pode ser um cotilédone ou folha de sementes, 11%.		Bainha de proteção ou coleóptilo Raízes adventícias ou âncoras.
4 - Coleóptilo – bainha de proteção que envolve o ponto de crescimento.		
5 - Mesocótilo – primeiro internódio ou parte do colmo entre o cotilédone e o primeiro nó. Ponto de crescimento.		Mesocoptilo Ponto de crescimento Coleóptilo
6 – Pelos radiculares na superfície da primeira raiz – radicela ou raiz primária		Raízes secundárias.
7 - Coleorhiza – bainha de proteção que envolve a radícula.		Raiz principal ou raíz primária – radicela ou radícula

IR PARA SUMÁRIO

Carvalho (2019), Embrapa Cerrados, relata que tendo o milho (Figura 5), uma cultura antecessora, dependendo da espécie escolhida para suceder uma leguminosa, mesmo está sendo produtora de grandes volumes de grãos e massa, até mesmo recebendo baixas quantidades de fertilizantes nitrogenados é, muitas vezes, desnecessária, conseguindo produzir plantas sem carência do nitrogênio, apresentado níveis desse nutriente suficientes para suprir as suas necessidades.

A relação C/N conhecida por muitos anos, grande parte dos rendimentos obtidos com o milho dependem da flutuação dos níveis de carbono e nitrogênio no solo. Quando se tem muito carbono e pouco nitrogênio, os microrganismos imobilizam esse nutriente para sua sobrevivência. Se há um volume maior, acabam disponibilizando nitrogênio em condições que, naturalmente, são assimiláveis pela planta. Tem-se explicado que o nitrogênio aplicado para a cultura principal além de quebrar o ciclo de pragas e doenças, melhora as condições do solo e influencia a atividade dos microrganismos, confirmando assim a conhecida importância do nitrogênio para a produção de alimentos para os homens e para os animais. Outras culturas têm sido testadas além do milho (Figura 6) como o trigo, milheto, sorgo e braquiária, mucuna, grandu, crotalária, nabo forrageiro, feijão bravo do Ceará e outras de ocorrência natural no Cerrado com relativo sucesso na produção. Esta pesquisadora lembra ainda que a espécie de feijão bravo é eficiente na fixação de nitrogênio do ar atmosférico e também na associação com micorriza, aumentando a absorção de fósforo, zinco e outros nutrientes pela planta

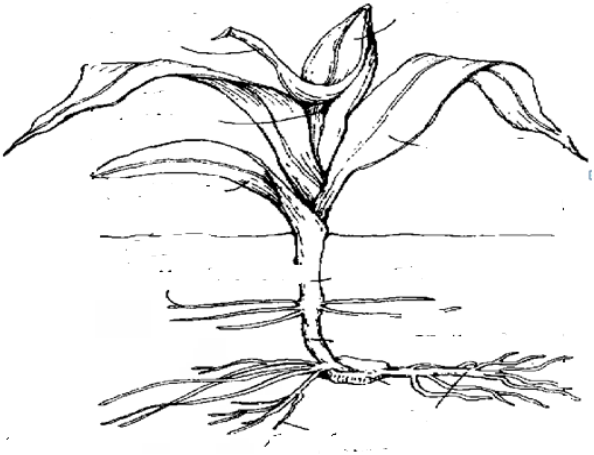
Rizoma é o tipo de caule subterrâneo ou aéreo (Figura 7), geralmente com formato cilíndrico, semelhante à raiz, apresenta gemas, e devido a esta característica é classificado como caule. Comumente este tipo de caule tem origem ao crescimento para-

lelo ao solo formando raízes adventícias a partir dos nós. Conceitua-se raízes adventícias aquelas originadas de estruturas específicas da planta que não seja da própria raiz. O rizoma não é clorofilado, podendo ser ou não ramificado. Quando a espécie apresenta folhas no rizoma no formato de escamas recobrindo as gemas são consideradas catafilos. Dos brotos formados a partir das dessas gemas laterais se desenvolvem os brotos aéreos. O rizoma pode ser capilar e delgado ou, espesso, sendo considerado órgão de reserva de nutrientes para diversas plantas. Para forrageira utilizada em pastagem este caule envolvido na reprodução assexuada das plantas é importante para o tempo de permanência da pastagem em atividade produtiva.

Existem gêneros que apresentam espécies com rizóbio como órgão de reserva subterrâneo. Tem-se conhecimento de rizoma tuberoso e rizoma escamoso. Estudos anatômicos têm revelado que o órgão subterrâneo é um caule envolto por folhas modificadas, imbricadas, as quais protegem suas gemas e acumulam reservas, principalmente carboidratos na forma de amido. A multiplicação de várias plantas ocorre por meio da brotação de gemas do órgão subterrâneo.

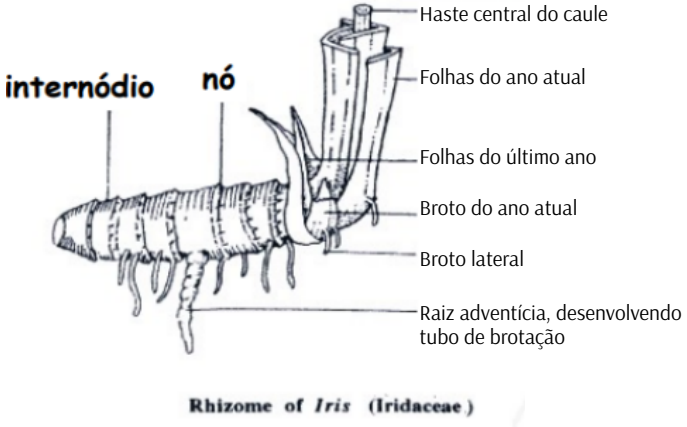
IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 6 - O milho, uma gramínea de uso contínuo continental, para alimentação animal e consumo humano



Font: Caballero, 2019; Carvalho, 2019.

Figura 7 - Colmo subterrâneo, aclorofilado



Fonte: Suwa 2019.

No caso, um colmo estolonífero e rizomatoso; dos nós partem raízes e novas plantas. Ex: capim–elefante e grama-bermuda. Obs: Raízes em processo de adaptação de célula para formação de broto originária do rizoma.

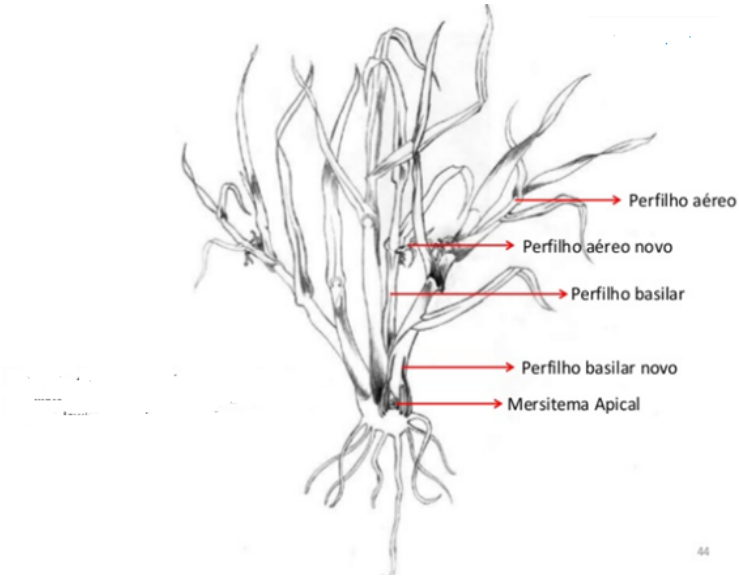
É sabido que fatores do ambiente podem influenciar a brotação de gemas de órgãos subterrâneos em diferentes espécies como temperaturas baixas inibiram a brotação de *Cyperus rotundus*, tiririca, enquanto rizomas só brotam em temperaturas superiores a 30 ºC. Para a maioria das espécies, é necessária a presença de umidade para ocorrer a brotação de gemas de órgãos subterrâneos. Entretanto, há espécies que podem brotar na ausência parcial ou total de umidade, como bulbos que brotam em meio artificial com adição de manitol, onde a disponibilidade de água é reduzida. Seções pequenas do rizoma também brotam na presença de substrato sem adição alguma de água. Algumas espécies são tolerantes às condições desfavoráveis de ambiente, como seca, umidade ou temperaturas baixas. Na seca, essas plantas perdem a parte aérea, porém mantêm o rizoma, permitindo-lhes a sobrevivência (RAVEN *et al*., 2007). Ainda não exploradas, as plantas que possuem rizoma apresentam potencial ornamental, por apresentar flores com características atrativas e que se formam indiferente ao fotoperíodo.

Revisões do GEFEP relatam que crescimento e o desenvolvimento das plantas, folhas e colmos, no caso as forrageiras, é um mecanismo é estudado pelos conceitos e conhecimentos da morfogênese. Atualmente, esse grupo de estudiosos, conceitua morfogênese o processo responsável pela formação e modificação da estrutura do dossel. Também é definida como sendo a dinâmica de geração e expansão da planta no espaço. Considerando as fases de desenvolvimento da planta, a produção e fluxo de biomassa de uma forrageira, representada pelo perfilho, varia a partir da emergência, seguindo o alongamento, a senescência e morte de folhas, o que juntamente com sua população de perfilhos determinam índice de área foliar (lAF) da pastagem. Em uma pastagem em início de germinação, ou seja, após a semeadura, ou no

início do processo de rebrotação, período conceituado como pós-pastejo, os perfilhos são pequenos (Figura 8). O pseudocolmo é curto e o meristema apical está próximo do nível do solo.

Pereira (2019) relata os parâmetros importantes sobre a persistência de uma forrageira constitui um dos mais importantes fatores na implantação de uma pastagem. Esse fator é altamente influenciado pela espécie da forrageira adaptada. Por isso é sempre necessário escolher forrageiras adaptadas ao ambiente e ao manejo.

Figura 8 - Gramínea com diversos tipos de perfilhos. Caracterização de uma forrageira com diversos tipos de perfilhamento



Fonte: Adaptado por Corrêa e França, 2019 de Hodgson, 1990. Acesso em: 7 mar 2019.

Plantas forrageiras ou forragens são definidas como plantas inteiras ou partes destas que servem de *alimento para os animais domésticos e silvestres.* Neste conceito, são incluídas além das forragens também as partes comestíveis das plantas utiliza-

das como alimento pelos animais, em pastejo, ou ainda, colhidas para arraçoamento de bovinos, em condição arejada e preservada. Esta consideração é importante por existirem diferentes tipos de forragens, como folhas e caules das plantas herbáceas, raízes e tubérculos, cascas de sementes, folhas, brotos e cascas de arbustos, árvores e cactos, restos e rebrota de cultura, frutos e sementes.

As forrageiras e o clima ocorrem em conjunto, e prejudiciais tanto na falta quanto no excesso de umidade. Como os pastos geralmente se encontram nos locais mais altos e secos das propriedades rurais, a disponibilidade de água é sempre um fator fundamental para qualquer pastagem, na formação e na distribuição da produção ao longo do ano. A falta de água prolongada, ou seja, o estresse hídrico determina a diminuição e, até mesmo, a paralisação do crescimento. A reação à deficiência de água, entretanto, varia de espécie para espécie. Algumas são mais tolerantes ao estresse hídrico por apresentarem sistemas radiculares mais profundos, mas outras são mais sensíveis.

Em relação à temperatura, por a planta estar relacionada ao ambiente, sempre deve ser considerado a planta e fatores ambientais. *A temperatura* exerce influência semelhante à umidade sobre o comportamento das forrageiras tropicais. Em geral, as gramíneas tropicais alcançam crescimento máximo, em temperaturas elevadas, entre 30 e 40º C., entretanto, não suportam geadas e em frio intenso, reduzem drasticamente o crescimento, mesmo que a água e a luminosidade não constituam fatores limitantes. Já as gramíneas de inverno, são mais adaptadas aos climas frios, podendo manter elevadas taxas crescimento em temperaturas bastante baixas.

A *luminosidade* tem influência sobre o crescimento da planta à medida que contribui para a realização da fotossíntese. Além

disso, o comprimento do dia determina reações fisiológicas relacionadas à floração e à produção de sementes. A maioria das gramíneas tropicais é muito exigente em luminosidade, mas algumas são mais tolerantes ao sombreamento moderado, como os capins Tanzânia e Green Panic, que são cultivares da espécie *Panicum maximum*, ou a *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu e a *B. Decumbens*.

A umidade relativa do ar apresenta significativa influência sobre a ocorrência de pragas e doenças, que, por sua vez, vão afetar o desenvolvimento da pastagem, a qualidade da forragem e a produção de sementes. De modo geral a umidade relativa do ar tem influência sobre a distribuição de espécies nas diferentes regiões ou ecossistemas.

Basicamente, o desenvolvimento de uma planta forrageira é afetado pela estrutura, o grau de drenagem da água e a fertilidade do solo, relacionada com o *fornecimento dos nutrientes* necessários ao crescimento das plantas. Entre as várias características dos solos, estes podem se apresentar pedregosos, arenosos e argilosos. As diferentes características dos solos podem determinar facilidades ou dificuldades para o manejo e o desenvolvimento das *plantas forrageiras.* A drenagem está relacionada à topografia, à estrutura e à constituição química do solo. Normalmente, as áreas de várzeas e as baixadas, ao longo dos cursos d'água, apresentam problemas de drenagem, permanecendo muito úmidas a maior parte do tempo, bem como podendo ser inundadas na estação chuvosa.

A presença da água diminui muito a disponibilidade de ar no solo, prejudica a absorção de nutrientes e aumenta a ocorrência de podridões de raízes e caules. Somente plantas adaptadas a essas condições podem se desenvolver bem nesses locais. A solução para aproveitamento destas áreas é a realização de obras de dre-

nagem, quando esta alternativa é viável. A outra solução é a utilização de forrageiras adaptadas a estas condições, como a setária, capim Angola ou capim bengo, capim Pojuca, dentre outras.

A fertilidade, por sua vez, está relacionada a dois fatores principais: à presença e à disponibilidade de nutrientes no solo. Esses três fatores são essenciais para o crescimento das plantas forrageiras incluindo a acidez, presença de alumínio tóxico e a disponibilidade de nutrientes.

A acidez caracterizada pela presença do alumínio, embora também ocorrências de Fe, Mn, afeta a disponibilização de nutrientes para a planta, mesmo que eles estejam presentes em quantidades relativamente próximas da faixa crítica no solo. A carência de nutrientes no solo está relacionada à baixa produção de forragem, enquanto o excesso de determinados minerais pode causar toxidez.

O alumínio é um mineral que, quando presente em níveis elevados, como acontece em determinadas regiões, como o Cerrado, prejudica a solubilização de alguns minerais nutrientes, inibindo o crescimento das plantas, no caso as forrageiras. Enquanto isso, o fósforo, nessas condições, dependendo da faixa de acidez do solo, sendo um nutriente de grande importância no estabelecimento e produção das forrageiras, é um nutriente que tem a sua disponibilidade diminuída, prejudicando a produção das pastagens na maioria dos solos brasileiros.

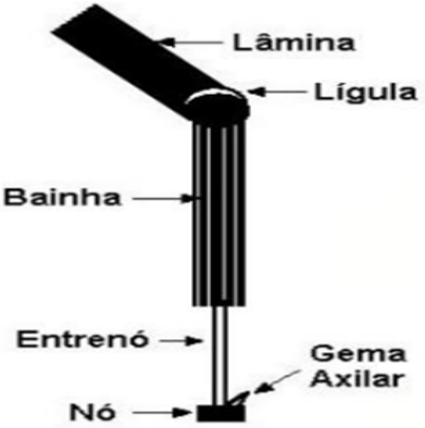
Quanto à acidez, típica dos cerrados e do Brasil Central, e outras ilhas ácidas em todo o país, muitas gramíneas são consideradas tolerantes, podendo se desenvolver relativamente bem em solos com esta característica. De acordo com Pereira (2019) a *Brachiaria decumbens* é um exemplo de forrageira que tolera solos ácidos e com elevados teores de alumínio. Essa con-

dição, entretanto, não é indicada para produção intensiva, quando se espera altas taxas de lotação nas pastagens.

A produtividade em solos ácidos pode ser melhorada pelo uso de calagem que constitui um corretivo *de solo* pela sua capacidade de neutralizar a acidez e liberar nutrientes para as plantas. O uso da calagem em solos ácidos promove um imediato aumento da produtividade da pastagem. Entre as vantagens do uso da calagem, dentre vários fatores, mencionam-se custo acessível além da elevação de pH, fornecimento de Ca e Mg como nutrientes, diminuição ou eliminação dos efeitos tóxicos do Al, Mn e Fe; diminui a fixação de P; aumenta a disponibilidade do N, P, K, Ca, Mg, S e Mo no solo; aumenta a eficiência dos fertilizantes; aumenta a atividade microbiana e a liberação de nutrientes, tais como N, P, S e B, pela decomposição da matéria orgânica; melhora as propriedades físicas dos solos, proporcionando melhor aeração, circulação de água, favorecendo o desenvolvimento das raízes das plantas (PEREIRA, 2019).

Organização de um fitômero:

Figura 9 - Unidade do fitômero de uma forrageira



Fonte: Citado por GEFEP, 2016, Taiz; Zeiger 2003.

As leguminosas herbáceas, feijão, soja e forrageiras (Figura 9), são culturas anuais. Dessas aproximadamente 18% formam nódulos e são estudadas. Entretanto das famílias Caesalpinioideae, Mimosoideae e Papilionoideae são 97, 95 e 38% são arbóreas respectivamente. Ao mesmo tempo tem-se conhecimento que espécies provenientes das florestas brasileiras 63 são moduladoras e 16 não nodulam. Para as espécies arbóreas *Mimosa caesalpiniaefolia*, *Prosopis julijlora* e *Leucaena leucocacephala*, já existem inoculantes disponíveis e podem fixar até 600 kg de N/ha por ano (DOBEREINER, 1984). Desde esta época, esta pesquisadora alertava a importância destas espécies para reflorestamento devido à capacidade de apresentar nodulação e fixar nitrogênio atmosférico.

3.1 - Botânica - Tecidos Vegetais: Parênquimas

Os tecidos importantes incluindo os parênquimas podem exercer a função de preenchimento, tecido adulto originário do meristema fundamental, encontrado no córtex da raiz e caules, na medula dos caules, no mesófilo foliar, e na polpa de frutos. Tecido vivo formado por células parenquimáticas com capacidade de divisão celular Como tipo de parênquimas tem-se o parênquima clorofiliano sendo paliçádico e lacunoso com a função de dar suporte à fotossíntese, parênquima de preenchimento, com função aerífero, chamado de aerênquima ou parênquima aquífero, ambos com função de armazenamento extracelular de ar e água, respectivamente, parênquima de armazenamento denominado amilífero com atividade de armazenamento intracelular de amido.

3.1.1 - Tipos de parênquimas

O parênquima é um tecido importante, tem como função básica de preenchimento vegetal. É um tecido adulto primário, originário de células meristemáticas primárias do meriste-

ma fundamental. É encontrado em algumas partes das plantas preenchendo espaços no córtex da raiz e caules, na medula dos caules, no mesófilo foliar e na polpa de frutos. É caracterizado como um tecido vivo, formados por células parenquimáticas que geralmente possuem somente parede celular primária constituída por celulose e preservam a capacidade de divisão celular.

São tecidos metabolicamente ativos com funções específicas como preenchimento, armazenamento e transporte de substâncias. Esses tecidos vegetais são encontrado em todas as plantas em zonas onde o crescimento pode ocorrer. É constituído de células não diferenciadas que possuem grande capacidade de multiplicação e especialização, sendo chamadas de células meristemáticas.

Os parênquimas clorofilianos: são parênquimas formados por células parenquimáticas clorofiladas, paliçádico ou lacunoso, responsáveis pela fotossíntese produzindo carboidratos e gás oxigênio. Ocorrem no mesófilo foliar na forma de parênquima paliçádico e, parênquima lacunoso enquanto que o paliçádico é formado por células justapostas que apresentam espaços aéreos para a circulação de ar, adjacentes a epiderme inferior, especialmente onde ocorrem estômatos.

Parênquimas de armazenamento são tecidos formados por células parenquimáticas grandes que armazenam no seu citoplasma substâncias como o amido em raízes e caules, óleos e proteínas em sementes. Quando armazenam amido são chamados de parênquima amilífero. Parênquimas de preenchimento apresentam tecidos formados por células com formatos irregulares que apresentam espaços entre as células que armazenam ar e água. Nas plantas aquáticas há um parênquima de preenchimento que armazena grande quantidade de ar que permite a flutuação no meio aquático, é chamado parênquima

aquífero ou aerênquima. Nas plantas de clima seco, as xerófitas, como os cactos, o caule é preenchido por um parênquima que armazena água, chamado parênquima aquífero.

3.2 - Ecologia: ciclo do carbono

O elemento C (carbono) é encontrado nos ecossistemas na forma inorgânica e orgânica. Na forma inorgânica, é encontrado principalmente na forma de gás dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera e na água. As plantas absorvem o CO_2 da água pelas plantas aquáticas e do ar do ambiente pelas plantas terrestres. As plantas absorvem o CO_2 sob a ação da energía da luz solar para produzir alimentos como glicose, sacarose, amido, celulose e outros, liberando oxígênio na água ou no solo. Este processo químico se denomina fotossíntese.

O CO_2 é assimilado por seres fotossintetizantes como as plantas, por exemplo, é utilizado para realizar a síntese de compostos orgânicos, como a glicose representada por $C_6H_{12}O_6$. Parte da glicose produzida na fotossíntese é consumida pelas plantas produtoras na respiração celular para alimentar o metabolismo, devolvendo CO_2 para a atmosfera. Parte da produção de glicose é estocada na estrutura da planta e pode ser assimilada pelos consumidores, ou seja, pelos herbívoros. A digestão dos produtos pelos consumidores não é completa e muitos compostos de carbono C, tendo a celulose e outros compostos como exemplos, são eliminados pelos excrementos ou fezes. Esses excrementos são disponíveis aos decompositores como fungos e bactérias. Os compostos de carbono assimilados pelos consumidores poderão ser consumidos pela respiração celular, devolvendo C na forma de CO_2 para atmosfera e armazenados na estrutura corporal, ficando disponível para o próximo nível trófico, ou seja, os carnívoros. Os excrementos dos consumidores e os cadáveres

possuem compostos de carbono que serão decompostos pelos organismos decompositores que no processo de respiração celular devolvem o CO_2 para a atmosfera.

Duas moléculas importantes para os seres vivos, animais e vegetais, são as proteínas e os ácidos nucleicos. As proteínas são denominadas macromoléculas formadas por uma ou mais cadeias de aminoácidos, presentes em todos os seres vivos. Participam em quase todos os processos celulares, exercendo um conjunto elevado de funções no organismo, incluindo replicação de ADN, ácido desoxirribonucleico, em resposta aos estímulos e o transporte de moléculas. Uma série de proteínas são enzimas que catalisam reações bioquímicas vitais para o metabolismo. Ao mesmo tempo as proteínas têm também funções estruturais ou mecânicas, como é o caso da actina e da miosina nos músculos e das proteínas no citoesqueleto, as quais formam um sistema enredado de ligações que mantém a forma celular. Outras proteínas são mensageiras na sinalização celular em resposta imunitária e no ciclo celular. As proteínas são fundamentalmente importantes na sua sequência de aminoácidos, que é determinado pela seu ordenamento genético e que geralmente resulta no seu enovelamento ou enredamento numa estrutura tridimensional específica para a sua atividade.

Por outro lado, os animais não sintetizam todos os aminoácidos de que necessitam chamados essenciais, para sobreviver. Por isso, devem ser obtidos pelo consumo de alimentos que contenham proteínas, originárias da carne, ovos, leite e peixe, considerados fontes completas, as quais são transformadas em aminoácidos durante a digestão. Os feijões, as lentilhas, a soja ou o grão-de-bico são considerados as principais fontes de proteínas vegetais. Uma proteína deve conter pelo menos uma cadeia polimérica linear derivada da condensação de aminoácidos ou

poli-peptídeos. Os aminoácidos residuais se encontram unidos entre si através de ligações peptídicas.

A sequência dos resíduos de aminoácidos, cobrada pelo receptor, planta ou animal, em cada proteína é definida pela sequência de um gene, a qual está codificada no código genético.

As proteínas podem ser naturalmente alteradas quimicamente após as modificações realizadas pelos genes Durante ou após o processo de síntese, os resíduos de uma proteína são muitas vezes alterados física e quimicamente através de modificação pós-traducional, do seu enovelamento, estabilidade, atividade e, por fim, a sua função também modificada. Quando as proteínas se anexam aos grupos não peptídicos, os produtos formados são chamados cofatores ou grupos prostéticos embora essas mesmas proteínas podem também trabalhar em conjunto agrupadas em complexos proteicos para desempenhar outras funções específicas. A purificação das proteínas pode ocorrer a partir de outros componentes celulares recorrendo a técnicas, como a precipitação, ultracentrifugação, eletroforese e cromatografia. Os métodos utilizados para conhecer a estrutura e funções das proteínas são as imuno-histoquímicas, mutagênese sítio-dirigida, ressonância magnética nuclear e espectrometria de massa.

Existem muitos tipos de animais herbívoros de acordo com a parte da planta que cada tipo tem preferência como folhas, (herbívoros), frutos (frugívoros), madeiras (xilófagos) e outros. Esses animais apresentam adaptações do trato alimentar que determinam a escolha da parte da planta adaptada à digestão do alimento.

Os animais carnívoros consomem outros animais ou partes para suprir as necessidades corporais. Absorvem o alimento pelo processo digestivo e decompõem os tecidos ou células com a ajuda do oxigênio na respiração e emitem o CO_2 ao ambien-

te, ou seja, ao ar ou à água. Existem animais microscópicos que consomem denominados zooplantíforos, outros são insetívoros, outros comem peixes, dentre outros.

A decomposição de plantas e animais ao morrer restitui o carbono na forma de CO_2 e matéria orgânica que são aproveitados por outras plantas para dar início ao ciclo do carbono. A decomposição ou putrefação se inicia principalmente pelos fungos e bactérias.

A importância do ciclo do carbono é essencial, valorizado porque depende da produção de matéria orgânica que constitui alimento para todos os seres vivos.

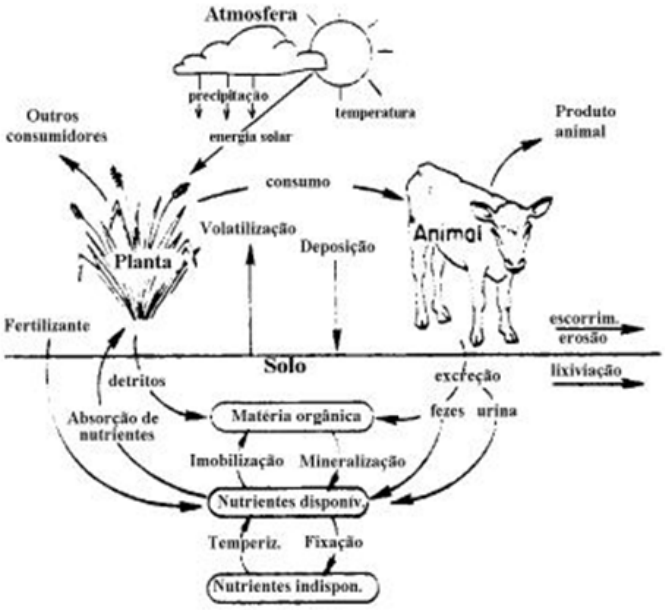
4. CICLO DO NITROGÊNIO

As plantas requerem para sobrevivência, nutrientes minerais, mas, também não sobrevivem sem a formação de compostos orgânicos, constituídos de carbono e oxigênio, na forma de CO_2 ou dióxido de oxigênio, obtidos diretamente da água do solo naturalmente, formada de hidrogênio e oxigênio, ou seja, representada empiricamente como H_2O. O carbono e o hidrogênio são provenientes da desintegração das rochas e são absorvidos do solo; mas, o nitrogênio representa 78% da atmosfera terrestre. As rochas da superfície terrestre também possuem nitrogênio que penetra no solo por meio da atmosfera e através do solo a planta o retiram.

Muitos seres vivos não conseguem utilizar o nitrogênio atmosférico para suprir suas necessidades e formar as proteínas e outras moléculas orgânicas. Apenas algumas bactérias e algas azuis são especializadas em converter o nitrogênio da atmosfera em uma fórmula que pode ser usada pelas células. O nitrogênio é o nutriente mais importante na produção de forrageiras.

Para se conhecer a utilização de nitrogênio pelas plantas é necessário conhecer o ciclo de nitrogênio incluindo a presença de microrganismos vivos no processo de fixação biológica (Figura 10).

Figura 10 - O nitrogênio adicionado por fatores diretos e indiretos e os consumidores



Fonte: Wilkinson, Lowrey, 1973, citado por Nabinger, 1988.

4.1 - Amonificação

Os compostos orgânicos provenientes de materiais orgânicos mortos, plantas, animais e compostos mumificados no solo são formados de compostos orgânicos complexos como proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos e nucleotídeos de cadeias longas. Contudo, esses compostos são rapidamente decompostos em substância simples através de organismos que vivem no ambiente e facilmente absorvidos. Nestas condições, as bactérias saprófitas, ou seja, as bactérias que alimentam de resíduos or-

gânicos, e algumas espécies de fungos realizam a decomposição dos materiais orgânicos mortos. Esses microrganismos utilizam as proteínas e os aminoácidos como fonte para suas próprias proteínas e liberam o excesso de nitrogênio sob a forma de amônio NH_4 no processo denominado amonificação.

O nitrogênio também pode ser fornecido às plantas na forma de gás amoníaco, ou seja, na forma de NH_3. Esse processo ocorre em condições de decomposição de grandes quantidades de materiais ricos em nitrogênio ou também com aplicação de fertilizante nitrogenado. A amônia produzida nesse processo de amonificação é dissolvida em água do solo onde se combina aos prótons para formar o ion amônio.

4.2 - Nitrificação

Várias espécies de bactérias encontradas nos solos são capazes de oxidar a amônia ou amônio em um processo conhecido como nitrificação que produz energia que é liberada é utilizada por estas bactérias para reduzir o dióxido de carbono, da mesma forma que as plantas autotróficas utilizam a energia luminosa para a redução do dióxido de carbono. Esses organismos são conhecidos como autotróficos quimiossintéticos, diferentes dos autotróficos fotossintéticos, como as plantas e as algas. As **bactérias que oxidam a amônia ou amônio são denominados nitrificantes** quimiossintéticos como as *Nitrosomonas* e *Nitrosococcus* oxidam o amoníaco produzindo nitrito.

$$2\ NH_3 + 3O_2 \text{ --------> } 2\ NO_2^- + 2\ H^+ + 2\ H_2O$$

(gás amoníaco) (nitrito)

O nitrito é um produto nitrogenado tóxico para as plantas superiores, mas raramente se acumula no solo. Bactérias pertencentes ao gênero *Nitrobacter,* oxidam o nitrito, formando nitrato (NO_3^-), novamente com liberação de energia:

$$2\ NO_2^- + O_2 \text{ ---------> } 2\ NO_3^-$$
(nitrito) (nitrato)

O nitrato movimenta facilmente no solo tornando disponível às plantas ao se movimentar no ambiente e ser absorvido pelas raízes.

Algumas raras espécies vegetais são capazes de utilizar proteínas animais como fonte de nitrogênio. São qualificadas como plantas carnívoras, que possuem adaptações especiais utilizadas para atrair e capturar pequenos animais. Digerem não somente o nitrogênio, mas, também absorvem outros compostos orgânicos e minerais, tais como potássio e fosfato. Estas plantas, em sua maioria, são encontradas em pântanos, cujos ambientes são fortemente ácidos desfavoráveis ao crescimento de bactérias nitrificantes.

4.3 - Perda de nitrogênio

Os compostos nitrogenados das plantas clorofiladas retornam ao solo quando completam o ciclo vegetativo com a morte desses organismos, plantas ou dos animais que delas se alimentaram, são reprocessados pelos organismos e microrganismos do solo e são absorvidos pelas raízes sob a forma de nitrato dissolvido na água do solo e reconvertidos em compostos orgânicos. Nesse ponto do ciclo do nitrogênio ocorre perda desse nutriente, no sentido de se tornar-se inutilizável para a planta.

O solo perde nitrogênio pela remoção desse nutriente pelas plantas e por isso, quase sempre, as plantas nos cultivos exibem uma queda constante no conteúdo de nitrogênio embora podendo ser perdido pela retirada ou decapitação das plantas por limpeza, no processo denominado bateção, limpeza do pasto ou em pastagem pelos animais. Esse nutriente pode ser também

quando a parte superficial do solo ou eliminada pelo fogo principalmente no período da seca.

O nitrogênio é também pode ser removido pela lixiviação, os nitratos e nitritos, que são anions, mostram-se particularmente suscetíveis à lixiviação pela água que se infiltra através do solo. Dependendo do solo, bactérias desnitrificantes decompõem os nitratos e liberam nitrogênio para o ar. Os solos mal drenados e deficientes em nitrogênio fornecem à bactéria o oxigênio necessário para a respiração mas para isso acontecer deve haver dispêndio de energias quando o O_2 pode ser reduzido mais rapidamente que o NO_3.

Algumas vezes, uma alta proporção do nitrogênio presente no solo não é disponível para as plantas. Esta imobilização ocorre quando existe excesso de carbono. Quando substâncias orgânicas ricas em carbono, mas pobres em nitrogênio, a palha é um bom exemplo, se encontram em abundância no solo, os microrganismos que atacam estas substâncias precisarão de mais nitrogênio do que o solo contém a fim de utilizar totalmente o carbono presente. Em consequência, não utilizarão apenas o nitrogênio presente na palha ou material semelhante, mas também todos os sais de nitrogênio disponíveis no solo. Por outro lado, este desequilíbrio tende a normalizar-se à medida que o carbono é fornecido sob a forma de dióxido de carbono pela respiração microbiana, e à medida que aumenta a proporção entre nitrogênio e carbono no solo.

4.4 - Fixação do nitrogênio

O carbono sempre está presente no solo em condições equilibradas com o nitrogênio e também onde o tecido se encontra em baixa ou em excesso no tecido da planta. Caso o nitrogênio não fosse removido do solo e não fosse constantemente reposto,

praticamente a vida neste planeta seria difícil a não ser que se mudasse quantitativamente ou desaparecesse o mecanismo de nutrição dos seres vivos, no caso as forrageiras. O nitrogênio é reabastecido no solo pela fixação do nitrogênio, processo pelo qual o nitrogênio gasoso do ar é incorporado em compostos orgânicos nitrogenados e, assim, introduzido no ciclo do nitrogênio. A fixação deste gás, que pode ser efetuada, em graus apreciáveis, por apenas algumas bactérias e algas azuis, é um processo do qual dependem atualmente todos os organismos vivos, da mesma forma que todos eles dependem, em última análise, da fotossíntese para a obtenção de energia.

Considera-se que de uma a duas centenas de milhões de toneladas métricas de nitrogênio são acrescentadas à superfície terrestre a cada ano pelos sistemas biológicos. O homem produz cerca de 30 milhões de toneladas métricas, cuja maior parte é utilizada como fertilizantes, por um processo de alto custo energético em termos de combustíveis fôsseis. Estima-se que a quantidade total de energia necessária para a produção de fertilizantes de amônio é atualmente estimada como equivalente a dois milhões de barris de óleo por dia. Devido ao alto custo do fertilizante produzido tem-se sentido cada vez mais a necessidade de conseguir o nitrogênio através dos processos biológicos como a fixação simbiótica e também a utilização de microrganismos de vida livre antes que o uso de fertilizantes torne de custo inviável economicamente. Também tem-se estudado cultivares potencialmente pouco exigente ou muito responsiva aos fertilizantes nitrogenados.

As combinações simbióticas são, fora de dúvida, as mais importantes em termos de quantidades totais de nitrogênio fixado e dentre elas sobrem as mais comuns das bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Rhizobium*, que invadem as raízes

de leguminosas, classificadas como angiospermas da família *Fabaceae* ou *Leguminosae*, incluindo o trevo, ervilha, feijão, ervilhaca e alfafa.

Os efeitos benéfico das leguminosas são conhecidos a séculos relacionando os conhecimentos entre os gregos sobre a importância das leguminosas para o solo, também reconhecidos por Teofrasto, que viveu entre 372 a.C. e 287 a.C. e que escreveu sobre o enriquecimento do solo com nitrogênio quando se cultivava o feijão onde essas leguminosas cresciam, e deixava no solo quantidades de nitrogênio extra que se tornava disponível para outras plantas. Atualmente constitui prática comum alternar uma cultura não leguminosa, como o milho, com uma leguminosa, como a alfafa sendo as leguminosas colhidas para feno deixando as raízes ricas em nitrogênio, ou ainda melhor, são incorporadas novamente no campo. Tem-se relatado que uma boa colheita de alfafa pode fornecer 450 quilogramas de nitrogênio por hectare. Recomenda-se para essa cultura, a aplicação dos nutrientes como o cobalto e o molibdênio, além dos outros nutrientes encontrados em baixas concentrações no solo, exigidos pelas bactérias simbióticas, que incrementam positivamente a produção de nitrogênio.

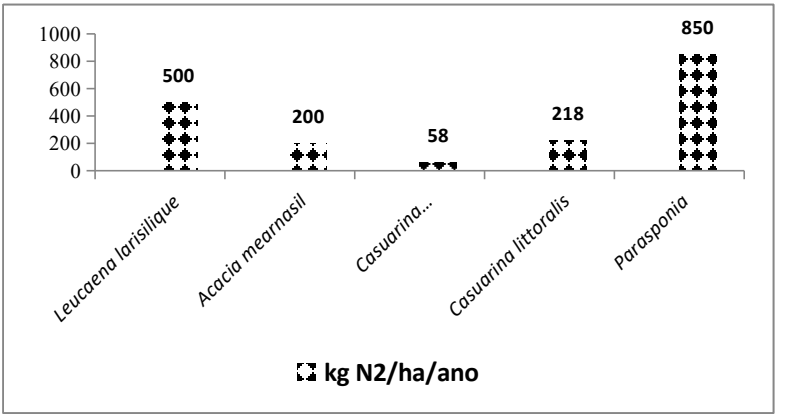
4.5 - Microrganismos fixadores de nitrogênio de vida livre

As bactérias não simbióticas dos gêneros *Azotobacter, aeróbica,* e *Clostridium*m anaeróbica são capazes de fixar o nitrogênio. *A*mbas são bactérias saprófitas comuns encontradas no solo. Calcula-se que elas fornecem provavelmente cerca de sete quilogramas de nitrogênio por hectare de solo por ano.

Outro grupo importante inclui muitas bactérias fotossintéticas como as algas azuis de vida livre desempenham também um papel importante na fixação do nitrogênio. São essenciais para o

cultivo do arroz, que constitui a principal dieta de mais da metade da população mundial. As algas azuis podem desempenhar também um importante papel ecológico na fixação do nitrogênio nos oceanos.

Figura 11 - Quantidades de nitrogênio fixada por cinco árvores tropicais



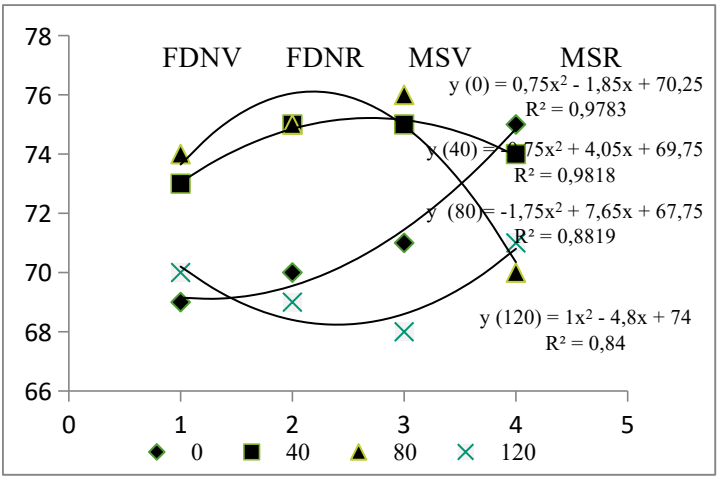
Fonte: Adaptado de Dommergues, 1982.

A distinção entre fixação do nitrogênio por organismos de vida livre e simbióticos pode não ser tão rigorosa como se pensava tradicionalmente. Alguns micróbios ocorrem regularmente no solo, ao redor das raízes de certas plantas que eliminam carboidratos, consumindo estes compostos e, ao mesmo tempo, fornecendo indiretamente nitrogênio para as plantas. Têm sido observadas as associações simbióticas entre bactérias normalmente de vida livre, como *Azotobacter* e as células de plantas superiores (Figura 11) em culturas de tecido que induzem nelas o crescimento em meios artificiais carentes em nitrogênio.

Em revisões de Silva *et al*. (2013) relatam que adubação, especialmente a nitrogenada (Figura 12), é fundamental para o aumento da produção de biomassa, no caso a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, principalmente quando se trata da recuperação de

pastagens. Vários pesquisadores observaram que o uso de nitrogênio resulta em melhorias na estrutura do pasto e o aumento da produção de biomassa mediante a utilização de adubação nitrogenada. (COSTA *et al*., 2009).

Figura 12 - Doses crescentes de nitrogênio, 0, 40, 80 e 120 kg N/ha em *Brachiaria decumbens* cv



Basilisk sobre as concentrações de FDNV, fibra em detergente neutro em tecido vegetativo; FDNR, fibra em detergente neutro em tecido reprodutivo; MSV, matéria seca em tecido vegetativo; MSR, matéria seca em material reprodutivo.

Fonte: Adaptado de Santos *et al*., 2010.

5. NITROGÊNIO E MORFOLOGIA

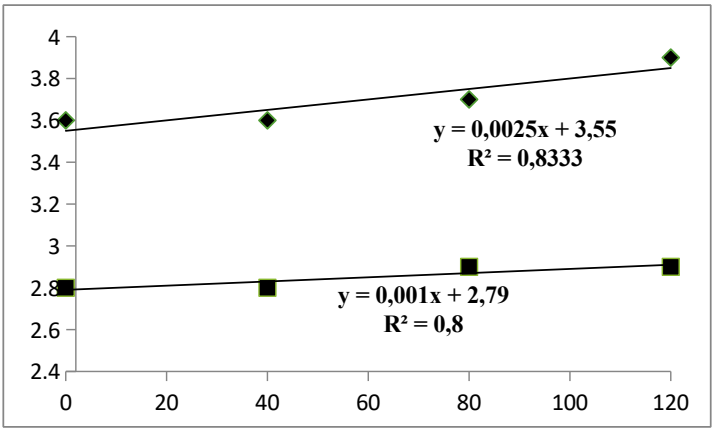
Tem-se atribuída as melhores respostas dos animais bovinos às plantas forrageiras ao nitrogênio e ao manejo pelo melhor desenvolvimento do dossel resultando no aumento da área foliar das folhas, produção e densidade de perfilhos, produção de massa seca da parte aérea (EUCLIDES *et al*., 2007) além de ser observada melhor altura de plantas, área foliar e maior relação folha: colmo (SANTOS *et al*., 2010), melhor estrutura de dossel e

que otimizam as ações de manejo da forrageira (CARVALHO; SILVA; CARNEVALLI, 2000). O parcelamento das doses de nitrogênio resulta principalmente diminuir as perdas por volatilização, desnitrificação e por lixiviação, ocorrendo assim melhor aproveitamento do nitrogênio pelas forrageiras e pelos animais com redução das perdas e manutenção positiva de taxas de acúmulo de massa seca produzida pela população mais uniforme de plantas forrageiras (WERNER; COLUZZA; MONTEIRO, 2001). A carência de nitrogênio na planta interfere negativamente nas características estruturais de uma pastagem degradada com reflexo no comportamento ingestivo e digestivo animal, resultando em problemas relacionados ao desempenho bovino na área de pastejo.

A adubação nitrogenada ocasiona aumento do percentual de fibra em detergente neutro no colmo verde e no perfilho vegetativo, assim como do teor de proteína bruta nas folhas verdes e mortas, nos colmos verdes e nos perfilhos vegetativos e reprodutivos. Em pastos diferidos de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, maior período de diferimento aumenta o percentual de fibra em detergente neutro e reduz o percentual de proteína bruta nos perfilhos vegetativos e reprodutivos. Em pastos de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk diferidos por longos períodos e adubados com altas doses de nitrogênio (Figura 13), o valor nutritivo do perfilho vegetativo é semelhante ao do perfilho reprodutivo. No diferimento da pastagem, ações de manejo que resultem em maiores massas de lâmina foliar verde e número de perfilhos vegetativos contribuem para melhorar o valor nutritivo da forragem diferida (SANTOS *et al*., 2010).

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 13 - Doses crescentes de nitrogênio, 0, 40, 80 e 120 kg N/ha em *Brachiaria decumbens* cv



Fonte: Adaptado de Santos *et al.*, 2010.

Basilisk sobre as concentrações de PBV, proteína bruta no material vegetal; PBR, em tecido reprodutivo.

A morfologia das forrageiras é um produto de vários ramos da ciência. Com isso, quando se estuda o desenvolvimento de uma planta verifica-se que as qualidades que se procura de uma pastagem, relacionadas aos fatores intrínsecos da planta além da influência principalmente do clima, solo e manejo da pastagem. Naturalmente a planta carrega consigo a carga genética que lhe qualifica ao potencial de produção de massa. A maior ou menor produção depende da fotossíntese, das folhas individuais, arquitetura do relvado, remoção e translocação de foto-assimilados para órgãos aéreos e subterrâneos, efeito de espécie e ambiente, perfilhamento, aspectos nutricionais, eficiência nutricional para produção das forrageiras, relação folha/caule, qualidade das gramíneas, reserva orgânica, índice de área foliar, senescência, tempo de crescimento e morte da planta, importância para o

IR PARA SUMÁRIO

desempenho animal, persistência da forrageira, perfilhamento, dentre outros (HODSON 1990 citado por SIMIONI *et al*., 2014).

A variação do vegetal no processo de desenvolvimento engloba os processos que originam as estruturas e o amadurecimento de uma planta, integrando a anatomia, a morfologia e a fisiologia da planta. As plantas vivas, diferente dos animais vertebrados mantêm seus tecidos embrionários, constantemente produzem novos tecidos e estruturas a partir de meristemas localizados nas extremidades de órgãos ou em tecidos maduros.

Plantas vasculares se desenvolvem a partir de um zigoto formado pela fecundação de um oócito e uma célula espermática. Nesse processo, o zigoto começa a se dividir para formar o embrião. As células se organizam nos polos para formar a primeira raiz e o ápice do caule ou broto. Em plantas com sementes, o embrião ainda forma uma ou duas folhas chamadas de cotilédones.

O embrião, no processo de germinação, começa a produzir órgãos adicionais, como folhas, caules e raízes em um processo conhecido como embriogênese. Os meristemas formam novas raízes na região apical da raiz e formam e caules e folhas no ápice do broto. Ramificações se formam quando porções de células meristemáticas são deixadas para trás durante o desenvolvimento das extremidades. O espessamento do caule ou da raiz, crescimento secundário, é dado a partir de sucessivas divisões do tecido vascular. Plantas também apresentam o alongamento celular, onde ocorrem células ou grupos de células. Este fenômeno pode estar associado a estímulos como a luz, fototropismo, gravidade, geotropismo, e água chamado hidrotropismo. O alongamento não ocorre uniformemente em todas as células da planta. Quando um lado da planta se alonga mais que o outro, o caule se curva. O crescimento e desenvolvimento das plantas são mediados por hormônios e reguladores de cres-

cimento (PGR). A produção de hormônios endógenos é influenciada pela idade da planta, temperatura e condições ambientais, dormência e outras condições metabólicas, fotoperíodo e por hormônios exógenos.

6. EVOLUÇÃO DA MORFOLOGIA VEGETAL

6.4 - Observações sobre escolha de variedades de forrageiras

A agropecuária, com diferentes arestas a serem aperfeiçoadas, deixa de ser uma atividade amadora para se tornar uma missão de profissional. Assim age o empresário ou indivíduo de qualquer outra atividade, no início de seu empreendimento. Considerando a pecuária uma fonte potencialmente promissora inicia com o processo de programação. Inclui-se nesta tapa, definição do objetivo da pastagem se pasto vai ser para cria, recria ou engorda de bovinos, fenação ou ensilagem (VALLE,2010). A formação de pastagens, de acordo com as programações, pode suprir ora a produção de leite ora a produção carne, cada atividade exige escolhas diferenciadas de forrageira e animais. Quase sempre, essa tomada decisão ainda deixa os produtores com dúvidas cujas características da espécie e da propriedade rural em relação às características de solo e do clima.

A escolha ideal das forrageiras, sugerindo que o produtor opte por diversificar suas pastagens usando entre três a cinco forrageiras evitando desse modo, diminuir a ocorrência de pragas, doenças, umidade, fertilidade, clima e, mesmo que seja ocasionalmente, evita o problema da monocultura. Geralmente a pluralidade de cultivares, devido os diferentes ciclos permite ter alimento de qualidade o ano todo. Para essa autora, o criador que tiver áreas

plantadas com variedades diferentes não fica sem opção porque sempre haverá pastagens em boas condições de consumo.

O conhecimento sobre cultivares é básico para o sucesso da atividade agropecuária. Para início das atividades, o agropecuarista deve contar com uma assessoria de assistência técnica para orientação sobre potencial produtivo, persistência da forrageira, capacidade de brotação após o corte ou pastejo e valor nutritivo. Indiferente, se a forrageira se encontra com as mesmas características de origem ou se foi geneticamente trabalhada, algumas espécies têm maior potencial produtivo e exigem manejo especial ou se produz melhor em cultivo ou solteiro ou em sistemas de produção. Algumas cultivares suportam mais os sistemas de pastejo intensivo ou extensivo, produzem em solos de fertilidades diferenciadas, algumas não saem bem em solo úmido e outras desenvolvem melhor em solos de topografia montanhosa.

A diversidade de climas em cada bioma no país e movimentação de cultivares, algumas tradicionais e outras melhoradas faz com que se observa o bom comportamento de uma cultivar em determinada região e em outras não conseguem concorrer com as cultivares tradicionais. Tem-se observado diferenças climáticas significantes de comportamento nos diferentes biomas brasileiros. Além da influência genética desenvolvida nas regiões de origem, outros fatores relacionados com a temperatura, volume de chuva e o tempo de exposição solar na região influenciam o. desempenho das diferentes forrageiras e na produtividade das pastagens (ARAÚJO 2019).

Reações antagônicas têm sido observadas atualmente com a cultivar *Brachiaria bruzanta* cv. Marandu, muito produtiva, em várias regiões do país tem observado morte das plantas desta espécie nas regiões mais úmidas, havendo sugestão para ser substituída por outras mais adaptadas para estas regiões como

o capim-buffel *Cenchrus ciliares* e palma forrageira conhecida pelos seguintes nomes científicos *Nopalea cochenillifera*, *Nopalea coccinellifera*, *Cactus cochenilliferus* e *Cactus cochenillifer Gomide.....* As cultivares semeadas na Região Sul tem sido os gêneros *Pennisetum* e *Brachiaria* além das cultivares que toleram inverno muito frio como culvares de aveia, azevém e trevo.

Nas regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste são cultivadas gramíneas forrageiras de clima tropical se adaptam melhor em regiões mais quentes e com boa disponibilidade de luz, neste caso, são cultivadas principalmente espécies do gênero *Brachiaria* como *Brachiaria brizantha, Brachiaria decumbens* e *Brachiaria humidicola* e atualmente os Panicuns são recomendados para sistemas de pastejo Recomendações dos capins do gênero *Panicum* estão aumentando, principalmente em sistemas mais intensivos e o capim-elefante cultivado para gado de leite para capineira e o capim-elefante recomendado para propriedades que cuidam de atividades leiteiras e tem sido explorado como capineira (GOMIDE, 1996).

Alguns parâmetros considerados para implantação de uma forrageira podem ser melhorados como cultivares e solos, mas o clima não depende diretamente do executor de um projeto. Do solo pode-se corrigir com aplicação de calcário e gesso, fertilizantes e irrigação. O que se pode fazer para fatores não controláveis como temperatura, precipitação, luminosidade e resistência do solo às pragas e doenças é o uso de cultivares tolerantes. Considerando que a topografia não pode ser corrigida, tem-se recomendado o uso de forrageiras que capazes de fazer boa cobertura de solo e apresentar tolerância à baixa fertilidade (PACIULLO *et al*., 1996).

Dentre os gêneros cultivados sobressaem as espécies usadas do gênero *Brachiaria*, principalmente a Marandu com predomi-

nância em todas as regiões brasileiras, A *Brachiaria decumpens* oferece boa produtividade e valor nutritivo, facilidade de plantio e de manejo, alta flexibilidade de uso, alta produção de sementes e boa produção animal. Atualmente, as cultivares Xaraés, capim MG5, e Piatã, ambas da espécie *Brachiaria brizantha*, têm apresentado crescimento de procura para formação de pastagem.

As cultivares de *Panicum maximum* mais conhecidas são Tanzânia e Mombaça, além do cultivar Massai. Apresentam alta produção de forragem, principalmente as duas primeiras, e resistência às cigarrinhas das pastagens, principal praga de gramíneas forrageiras, diz Paciullo (1996). A cultivar BRS Zuri, lançado apresenta alta produção de forragem, considerado opção forrageira para a pecuária leiteira. Entre as gramíneas do gênero *Cynodon*, destacam-se a grama-estrela e o Tifton 85, embora de elevado valor nutritivo, apresentam a limitação de propagação por mudas.

O capim-elefante do gênero *Pennisetum*, apresenta muitas cultivares, destacando o capim Napier, Cameroon, Pioneiro e Kurumi. Tem sido usado para formação de capineiras, para consumo verde picado ou silagem. São consideradas as gramíneas de maior potencial produtivo e nutricional, mas, apresentam limitações para propagação, por serem vegetativas, e são suscetíveis às cigarrinhas das pastagens, diz Paciullo.

A chave de qualquer empreendimento não pode desprezar o binômio custo-benefício, (GOMIDE *et al*., 1997, GOMIDE 1994). Considerando que em média se gasta as mesmas quantidades para produzir a mesma massa, o melhor resultado é obtido, quando se nivela os gastos para uma cultivar ou um grupo de cultivares, na maior relação desse binômio. Esse fator varia de cultivar para cultivar; tanto mais correto quanto todas as práticas culturais previamente aplicadas tecnicamente desde a com-

pra de sementes até a colheita. As cultivares *de Brachiaria*, especialmente, a cultivar Marandu, são mais flexíveis em termos de manejo. Baseado nestes princípios tem-se justificado a boa aceitação da área ocupada por essa forrageira do gênero *Brachiaria,* tendo aceitação em torno de 80% do plantio realizado em todo o território nacional.

A qualidade de uma forrageira sofre uma queda na qualidade à medida que a planta envelhece. Estudos indicam que ocorre acúmulo de colmo ou haste que são mais fibrosos do que a folha. Ocorre aumento na concentração de folha morta não aceita pelos animais. Embora ocorra aumento de massa na forrageira com prejuízos nutricionais observando queda no teor de proteína, aumento do teor de fibra e redução da digestibilidade da forragem (GOMIDE 1994). Tem-se recomendado que após a definição da forrageira a ser cultivada e os períodos de corte que se deseja, o produtor deve procurar informações ou orientações de manejo, (PACIULLO *et al*., 1996).

Para o consumo animal de matéria de melhor valor nutricional é essencial um bom manejo para consumo das gramíneas. Naturalmente, o animal em pastejo seleciona a forrageira macia e a mais resistente representa perdas de forragem contribuindo para reduzir a eficiência da planta. Cada cultivar deve ser submetido a um manejo adequado específico para aproveitamento do material na melhor fase de desenvolvimento. Para melhor aproveitamento da matéria produzida tem–se teoricamente observado a altura da forragem para entrada e saída dos animais em piquetes rotacionados. Também a altura da planta é considerada em sistema de pasto em pastejo contínuo.

Mesmo com a evolução de criação de cultivares de qualidade as do gênero Brachiaria ainda são as mais utilizadas em sistemas de produção de leite e de carne. Isto se deve ao seu comporta-

mento em campo e facilidade de manejo para o consumo animal desde que respeite suas fases de crescimento, corte, período de descanso e fases de maturação.

As cultivares Marandu e Decumbens são utilizadas em praticamente todas as fases dos sistemas. Para isso, deve ser considerado o manejo que a forrageira necessita em relação ao tempo de descanso e tempo de ocupação, dentre vários. Os cultivares Tanzânia e Mombaça são indicados para vacas em lactação. Os bons cultivares suportam um número de animais entre quatro e oito animais por hectare desde que seja adubado e desde que suplemente a ração com concentrados.

A cultivar Tifton 85, do gênero Cynodon apresenta excelente valor nutritivo e alta produção de forragem e sendo indicada para o produtor que deseja aumentar a produção leiteira. A cultivares Estrela do gênero *Cynodon* como a própria Tifton 85, além de outras, são indicadas também para sistemas de recria de novilhas leiteiras.

Cultivares dos gêneros Cynodon, *Panicum, Pennisetum* ou capim-elefante, além das cultivares da *Brachiaria brizantha* são indicados para intensificação da exploração leiteira podendo ser utilizada para esta finalidade as cultivares Tifton 85, Pioneiro, BRS Kurumi, Mombaça, BRS Zuri, Marandu e Piatã (GOMIDE, 1994).

A correção e recomposição do fertilizante na adubação são recursos básicos para garantir boa produtividade e qualidade da pastagem. Nesta preocupação deve-se consultar as necessidades das cultivares, nível de exploração do rebanho, e época ideal de aplicação, nível de intensificação de pastejo. Sobre doses e fontes de fertilizantes a serem aplicadas devem ter orientação do técnico mesmo que tenham tabelas de recomendação de fertilizantes. Os componentes dos fertilizantes e doses de adubo vão depender das

necessidades da cultura e a correção que se deseja fazer no solo de acordo com o sistema de exploração da atividade.

O milho e o sorgo são duas forrageiras mais empregadas para produção de forragem, contudo atualmente outras forrageiras, denominadas capins, tem sido empregada com essa mesma finalidade com tendência a perpetuar o seu uso para essa finalidade. Ambos, milho e o sorgo, apresentam características semelhantes, contudo o sorgo tem a vantagem de ser mais tolerante à baixa umidade do solo. Os capins são usados por já se encontrarem estabelecidos no solo, em pastos formados e utilizados dentro de planejamentos de uso e também por exigirem menos tecnologia apresentam menor curso de formação que as demais forrageiras. Alguns especialistas relatam que os capins apresentam menores teores de matéria seca na época do corte mais baixo do que aqueles exigidos para uma boa fermentação após serem colocados no silo (PACIULLO *et al*., 1996). Ainda o capim-elefante é o mais usado, mas os capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis são recomendados para a produção de silagem.

8. EVOLUÇÃO DO MERISTEMA

Em uma planta existem células vegetais diferenciadas que não podem dividir ou produzir células de um tipo diferente. Por isso, é necessária a divisão celular no meristema a fim de fornecer novas células para expansão e diferenciação de tecidos e iniciação de novos órgãos, proporcionando a estrutura básica do corpo da planta. Daí atividade meristemática é importante por relacionar com o crescimento e com a morfogênese quando adquire forma específica, e a diferenciação ocorre a partir no estágio plântula e garante o desenvolvimento da planta adulta. Nessa divisão celular do meristema fornecendo células especializadas para expansão e diferenciação de tecidos e iniciação de

novos órgãos, proporcionando a estrutura básica do corpo da planta. As células meristemáticas são análogas em função de células-tronco em animais: são indiferenciadas e capazes de divisão celular. Nesse sentido, células meristemáticas são pequenas, mas seu protoplasma preenche todo o espaço celular, possui o núcleo volumoso, os vacúolos são extremamente pequenos, parede celular fina, apenas primária, e plastídios não diferenciados, ou seja, os proplastídios.

Meristema em grego *merismos* significa divisão, são tecidos vegetais encontrados em todas as plantas, em zonas onde o crescimento pode ocorrer (Figura 14). É constituído de células indiferenciadas que possuem grande capacidade de multiplicação e especialização, sendo chamadas de células meristemáticas.

Meristema é definido como um tecido vegetal responsável pelo crescimento da planta e pela formação de outros tipos de tecidos vegetais. É constituído de células indiferenciadas ou que se encontra em estágio embrionário. Essas células passam por muitas divisões celulares. Dessa forma, multiplicam-se promovendo o crescimento do vegetal. Durante o processo de divisão celular, as células iniciais permanecem indiferenciadas no meristema. Enquanto as células derivadas crescem, elas passam por novas divisões e pelo processo de diferenciação, ou seja, as células sofrem alterações químicas, fisiológicas e morfológicas. Assim são originadas as células especializadas que formam os diversos tecidos e estruturas. Algumas células, as parenquimáticas, mantém um menor grau de diferenciação de modo que podem voltar a se dividir e originar novas células. Isso é particularmente importante para a recuperação de lesões na planta.

O meristema primário é um tipo de tecido cuja origem é embrionária. Suas células estão presentes desde a formação do embrião da planta. Meristema é um tecido vegetal responsável

pelo crescimento da planta e pela formação de outros tipos de tecidos vegetais.

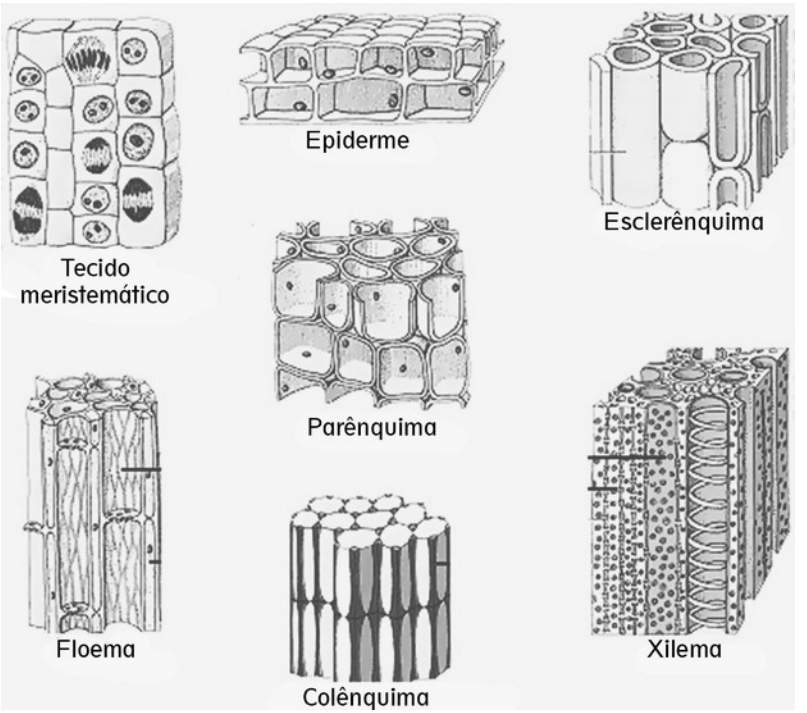
Tem-se relatado também que o meristema é responsável pela formação do corpo primário da planta, tendo como função o crescimento longitudinal. Ele é o primeiro meristema a aparecer nas extremidades, chama se meristema apical formado por células iguais e com múltiplos vacúolos e parede celular fina. Os meristemas podem ser classificados como primário e secundário.

Assim esses dois polos opostos, polo radicular e outro caulinar, fenômeno também denominado de polaridade, que é detectada a partir do início do desenvolvimento do embrião.

É constituído de células indiferenciadas ou, que se encontram em estágio embrionário. Essas células passam por muitas divisões celulares. Dessa forma, multiplicam-se, promovendo o crescimento do vegetal. Durante o processo de divisão celular, as células iniciais permanecem indiferenciadas no meristema. Enquanto que as células derivadas crescem, passam por novas divisões e pelo processo de diferenciação. Na diferenciação as células sofrem alterações químicas, fisiológicas e morfológicas. Assim são originadas as células especializadas que formam os diversos tecidos e estruturas.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 14 - Meristemas primários (epiderme), colênquima, esclerênquima e parênquima (tecidos fundamentais) e xilema e floema (tecidos vasculares)

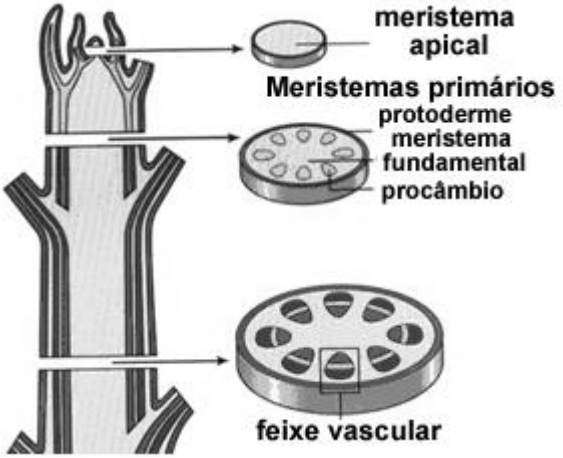


Fonte: Neves, 2019.

Algumas células, as parenquimáticas, mantém um menor grau de característica como processo de diferenciação de modo que podem voltar a se dividir e originar novas células. Isso é particularmente importante para a recuperação de lesões na planta no crescimento primário da planta, ou seja, pelo aumento da elongação desses órgãos. Com a formação de novas células as mais velhas se diferenciam e se incorporam aos tecidos meristemáticos, que se seguem ao meristema apical.

IR PARA SUMÁRIO

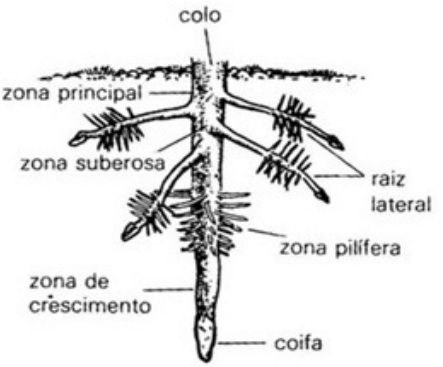
Figura 15 - Sistemas de diferenciação das células dos tecidos vegetais



O meristema apical (Figura 15) do caule e da raiz (LIMA *et al*., 2019; ENEM, 2014; DESIREÈ, 2010;) é composto de células iniciais, e derivativas imediatas que formam o promeristema. As células iniciais são fonte continua de novas células, permanecem na zona meristemática e mantêm-se totipotentes ou independentes e específicas. Já as derivativas, dividem se antes de diferenciarem, porém se diferenciam de acordo com a posição que estão, em células dos diferentes tecidos do corpo.

IR PARA SUMÁRIO

Figura 16 - Sistema radicular de uma forrageira e suas divisões



Fonte: Rodrigues 2019.

Nesse sentido, a diferenciação de uma célula vegetal é determinada por sua posição final no interior do corpo, assim não depende da linhagem como as células animais. A região com certo grau de diferenciação se divide em três regiões ou meristemas primários:

Protoderme: dará origem para a epiderme e seus anexos denominados sistema dérmico ou de revestimento.

Meristema fundamental: diferencia nos tecidos fundamentais ou seja colênquima, esclerênquima e parênquima.

Procâmbio: Tecidos vasculares ou sistema vascular caracterizados como xilema e floema primários.

Os meristemas apicais da raiz (Figura 16) e do caule se organizam de forma diferente, na raiz o procâmbio se estabelece como um canal central, envolvido pelo meristema fundamental e mais periférico à protoderme. Já o meristema apical do caule, o procâmbio está organizado em feixes, e o meristema fundamental está localizado tanto na região central como entre o procâmbio e a protoderme.

Dessa forma, a atividade dos meristemas apicais é responsável pela formação do corpo primário da planta. O meristema apical da raiz é subterminal, pois a coifa, que realiza sua proteção está abaixo da região do promeristema.

Por outro lado, o meristema apical do caule, possui um desenvolvimento mais complexo que o da raiz. Além de produzir as células relacionadas com o meristema do caule, atua formando os primórdios foliares e gemas axilares, que podem dar origem a folhas, flores, ramos, se desenvolvendo diferente em cada espécie vegetal e de acordo com suas necessidades. Para descrever o ápice meristemático caulinar das angiospermas, Schmidt, propôs em 1924, o conceito de túnica-corpo:

O conceito clássico dos histógenos, de Hanstein (1868) apresenta a organização do ápice da raiz, e mostra que a epiderme, córtex e cilindro vascular tem seus meristemas precursores, sendo:

- Dermatogênio: também chamado de protoderme, é o meristema que forma a epiderme e anexos uniestratificados.
- Periblema: meristema formador do córtex é pluriestratificado.
- Pleroma: meristema formador do centro do eixo, cilindro central ou estelo também pluriestratificado.
- Caliptrogênio: responsável pela formação da coifa ou caliptra na raiz.

Existem três tipos de tecidos meristemáticos primários:

Protoderme: se diferencia em epiderme, tecido de revestimento da planta; Procâmbio origina o xilema e o floema primários, tecidos que formam o sistema vascular; O meristema fundamental diferencia e forma os tecidos fundamentais: parênquima, colênquima e esclerênquima.

Os meristemas secundários se originam a partir dos meristemas primários, incorporando novas células aos tecidos existentes. Com isso ajudam na formação da estrutura secundária da planta. São divididos em meristema lateral e câmbio vascular.

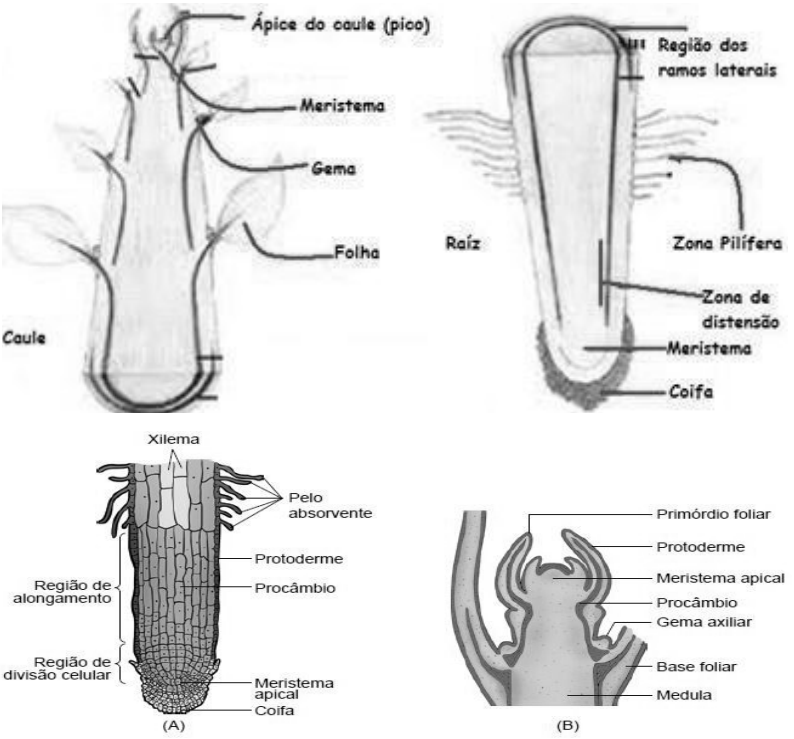
Meristema lateral ou gema lateral é encontrado paralelamente ao maior eixo da planta e cresce nesse sentido, responsável pelo crescimento secundário da planta, que é o aumento da largura. Os tecidos meristemáticos secundários são o câmbio e o felogênio.

O Câmbio vascular se diferencia em xilema e floema, secundários e o felogênio origina a periderme, o tecido de revestimento que substitui a epiderme. Ela forma o súber ou cortiça, na parte mais externa, e o feloderma ou córtex secundário, Meristemas secundários são os tecidos da planta que promovem seu crescimento lateral, isto é, são responsáveis pelo crescimento em largura ou espessura dos vegetais, sendo responsáveis pela formação da periderme e dos tecidos vasculares secundários como xilema e floema (Figura 17).

Estão presentes em Gimnospermas e Angiospermas, dicotiledônias, ou seja, que possuem dois cotilédones. Esses tecidos são originados a partir do processo de desdiferenciação celular, mudança na expressão gênica, dos tecidos adultos primários, principalmente parênquimas da região do floema, que voltam a ter alta capacidade de divisão celular e, portanto se transformam nos meristemas secundários.

Existem dois meristemas secundários: o câmbio vascular e o felogênio, conhecido também como câmbio da casca. As células destes meristemas se dividem e com isso adicionam camadas e mais camadas às raízes e caules, aumentando o diâmetro do vegetal em duas regiões específicas: a região dos tecidos condutores e a região da casca.

Figura 17 - Apresentação das partes de uma raiz e de um caule e a localização dos meristemas também na raiz (A) e no caule (B)



Fonte: Webwyright para fins educativos.

Na região da casca, o felogênio produz um tecido chamado súber, em direção a periferia ou lado externo e também células de um parênquima chamado feloderme, em direção ao interno. Esses três tecidos mais externos do caule e raiz, súber, felogênio e feloderme, juntos, chamam-se periderme, que substitui a epiderme na planta adulta. A periderme pode surgir na epiderme, no córtex, floema ou no periciclo.

Na região dos tecidos condutores a divisão constante de células do câmbio vascular produz e aumenta a quantidade de xilema

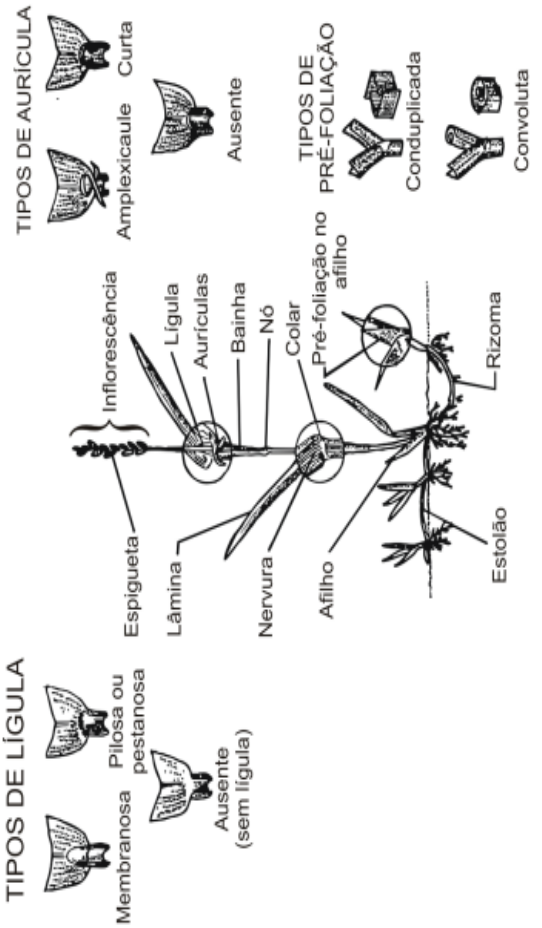
secundário para o lado interno, mais próximo do centro do cilindro vegetal e de floema secundário para o lado externo. Onde ambos, xilema e floema sintetizados possuem diferenciação em sistemas axial e radial.

Enquanto estruturas celulares como vacúolos e grãos de amido são comuns a maioria dos grupos, diferenças no arranjo dos meristemas são observadas em diferentes grupos de plantas. A existência de uma estrutura similar a um meristema é observada a partir do grupo das Charales ou alga verde, onde uma única célula apical se divide. Existe um padrão de aumento da complexidade do tecido meristemtático na escala evolutiva. As pteridófitas, como as samambaias não apresentam um meristema multicelular, elas possuem uma célula tetraédrica. As gimnospermas apresentam meristema multicelular, com uma grande célula central, a célula-mãe, que tem planos de divisão diferentes para cada grupo de células. As angiospermas apresentam grupos de células posicionados exteriormente que se dividem anticlinalmente para formar novas células.

9. EVOLUÇÃO DAS FOLHAS

Folhas são os órgãos primários de fotossíntese da planta, baseadas em sua venação, elas são classificadas em dois tipos: micrófilos ou seja sem venação complexa e megáfilos ou com venação complexa e maiores em relação aos micrófilos. É proposto que antes da evolução das folhas (Figura 18), as plantas apresentavam aparatos fotossintetizantes no caule. Os megáfilos se tornaram comuns há aproximadamente 360 milhões de anos, cerca de 40 milhões de anos após a colonização do espaço terrestre por plantas sem folhas. Esse fato está associado a queda de concentração de dióxido de carbono na atmosfera terrestre.

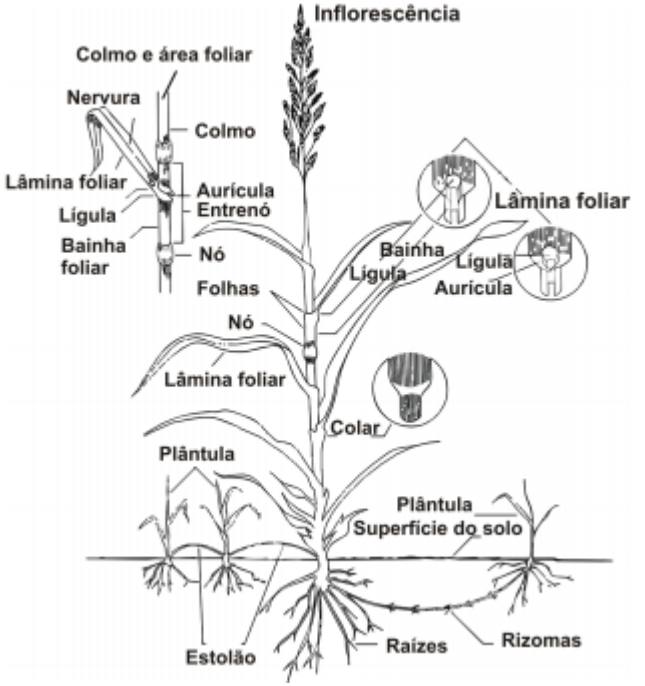
Figura 18 - Tipos de lígulas e aurícula de diferentes gramíneas forrageiras



Fonte: Mullen (1996).

O trigo apresenta aurículas pequenas ou médias, com brotos pilosos, a cevada apresenta aurículas amplexicaules, largas e longas e glabras ou sem pelos, o centeio apresenta aurículas pequenas e glabas, a aveia apresenta aurículas com lígula bastante desenvolvidas.

Figura 19 - Partes de uma gramínea genérica



Fonte: Ball *et al*. (2007).

Diversos fatores influenciam a estrutura das folhas (Figura 19), como intensidade luminosa, umidade, temperatura e velocidade dos ventos, por exemplo. Interações ecológicas, como herbivorismo, também podem influenciar a estrutura da folha.

Evidências genéticas mostram que a repressão do gene KNOX é necessária para a formação do primórdio foliar. Esse gene é bem conservado no processo evolutivo. Os fatores de transcrição que promovem a repressão de KNOX surgem cedo na evolução das plantas vasculares, sendo observado já no grupo das li-

cófitas. Outros fatores associados ao surgimento dos primórdios foliares são a auxina, giberelina e citoquinina.

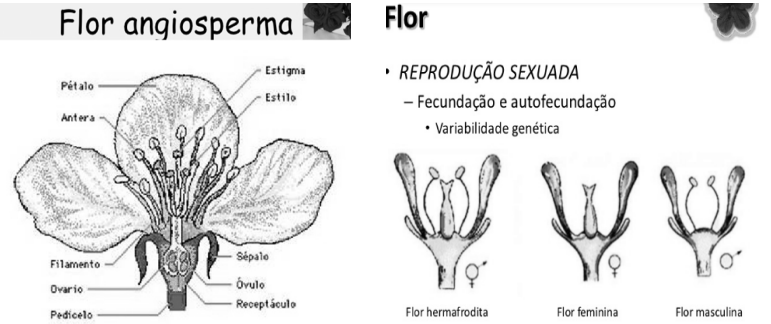
Quando os primórdios foliares estão estabelecidos, novos eixos para o crescimento de folhas são definidos. Os genes que definem os eixos abaxial-adaxial, superfícies inferior e superior, respectivamente, são bem conservados entre plantas superiores. Proteínas da família HD-ZIPIII têm sido apontadas como determinantes da identidade adaxial (SAYOU *et al*., 2016).

10. EVOLUÇÃO DAS FLORES

Estruturas similares as flores aparecem no registro fóssil a partir de aproximadamente 130 milhões de anos atrás, no Cretáceo. A visão tradicional de evolução indica que as angiospermas evoluíram de um grupo que pertencia às gimnospermas, próximo ao das Gnetales. Entretanto, evidências moleculares recentes sugerem que Gnetales são mais próximas às gimnospermas do que às angiospermas e que as angiospermas formam um lado distinto ao das gimnospermas. A divergência entre as plantas com flores e as gimnospermas data de 300 milhões de anos. A família Amborellaceae é indicada como a família irmã do grupo de todas as plantas com flores.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 20 - Flor de planta angiosperma, hermafrodita e gimnosperma (flor hermafrodita, flor feminina e flor masculina



Fontes: Leirado, 2019; Nunes 2019, Carvalho, 2019.

Carvalho (2019) e vários autores conceituam flores como um conjunto de folhas modificadas que possuem função de reprodução ou proteção (Figura 20). São estruturas características das angiospermas assim como os frutos. Esse autor relata que essas folhas ou flores podem se encontrar isoladas ou reunidas em grupos denominados inflorescências. Uma flor é caracterizada pelo cálice, a corola, os estames e os carpelos. As flores que possuem esses quatro componentes são classificadas como flores completas e, incompletas são aquelas desprovidas de algum desses componentes. O cálice e a corola formam em conjunto o perianto. A corola é o conjunto de pétalas de uma flor, enquanto que o cálice é o conjunto de sépalas (Figura 20). Ambas, são folhas modificadas que têm função de proteção. Na maioria das plantas, as sépalas são verdes e relativamente espessas, e as pétalas são mais finas, exibindo cores variadas, brilhantes e aspecto vistoso. As características morfológicas das sépalas e pétalas são importantes para a atração de agentes polinizadores como insetos e pássaros dentre vários. Caso não seja possível uma dis-

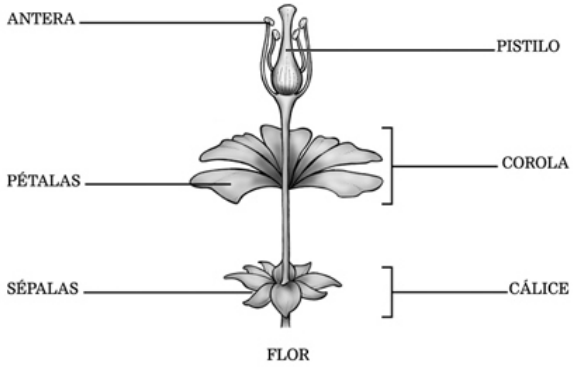
tinção entre essas duas estruturas, pétalas e sépalas elas são referidas como tépalas.

Também os estames e os carpelos são folhas modificadas e especializadas na produção de estruturas reprodutivas masculinas e femininas, respectivamente. Nos estames, coletivamente conhecidos como androceu, que significa casa do homem, é onde são sintetizados os grãos de pólen. A maior parte das flores apresenta dois ou mais estames, porém, algumas espécies apresentam apenas um único estame. Em geral, os estames são constituídos por um filamento delgado chamado de filete, o qual possui na extremidade uma região dilatada denominada antera (CARVALHO, 2019).

Os carpelos são as estruturas das flores que originam os óvulos, sendo designadas como gineceu, que significa casa da mulher. Eles também são folhas modificadas e podem estar separados ou fusionados, em parte ou na totalidade. As flores podem conter um ou mais carpelos, que formam uma estrutura denominada pistilo. Cada pistilo possui três partes (Figura 1): o estigma, o qual recebe o pólen; o estilete, uma parte intermediária, na qual o tubo polínico cresce; e o ovário, o qual contém os óvulos e, dentro destes, o gameta feminino chamado oosfera.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 21 - Flor hermafrodita



Fonte: Bardini, 2019.

A maioria das flores possui tanto estames quanto carpelos (Figura 21), sendo referidas como flores bissexuadas. Quando alguma dessas estruturas estiver ausente, a flor é dita unissexuada. Quando apenas os estames estão presentes, elas são conhecidas como estaminadas, mas se possuírem somente os carpelos, as flores são chamadas de carpeladas. Se as flores carpeladas e estaminadas são encontradas na mesma planta, como no milho e no carvalho, as espécies são designadas monoicas, do grego *monos*, único e *oikos*, casa. Se há indivíduos que produzem apenas flores estaminadas e outros que produzem apenas flores carpeladas, como ocorre no salgueiro, no cânhamo e em certas figueiras, a espécie é denominada dioica.

Ao nível de órgão, as folhas são ancestrais das flores, assim como de outros órgãos florais. Mutações em genes envolvidos com o desenvolvimento floral podem gerar flores não funcionais com estruturas muito semelhantes a folhas. O gene LEAFY (LFY) está envolvido no desenvolvimento de flores em *Arabido psis thaliana.* Genes homólogos ao LFY são encontrados em

vários grupos de angiospermas, regulando a expressão de genes pertencentes à família MADS-box (SAYOU *et al*., 2016).

Os membros da família MADS-box são sobretudo fatores de transcrição conservados durante a evolução. Os genes desta família são encontrados em pteridófitas e também em angiospermas. De acordo com o modelo ABC, de genes, onde de desenvolvimento floral nas três zonas A, B e C são geradas dentro do primórdio floral. As zonas B e C contêm genes que são evolutivamente mais conservados que os da zona A. São denominadas atividades do tipo A (AP1 e AP2) especifica das sépalas, atividade do tipo A e B (AP3 e PI) específicos para a formação de pétalas, atividade do tipo B e C (AG) formação de estame, atividade do tipo C especifica carpelos.

O papel da folha na percepção do estímulo fotoperiódico em uma planta de dias curtos apresenta comportamento diferenciados. As plantas do tipo A permanecem sem florescer quando o ápice é protegido e mantido sob dias curtos e as folhas são mantidas sob dias longos; do tipo B), a planta floresce quando as folhas são submetidas a dias curtos, mesmo que o ápice permaneça sob dias longos; plantas do tipo C, o florescimento pode também ocorrer quando uma única folha é mantida sob dias curtos (HOPKINS, 2000).

11. EVOLUÇÃO DO METABOLISMO SECUNDÁRIO

Metabólitos secundários são moléculas de compostos orgânicos de baixo peso molecular que não possuem funções essenciais no metabolismo primário. Essas moléculas não estão diretamente envolvidas nos processos de crescimento, desenvolvimento e reprodução dos organismos. Entretanto funções anti-herbívora ou de atração de polinizadores são exemplos de processos mediados por metabólitos secundários. Atuam em

defesas interespécies. A ausência dos metabolitos secundários não resulta na morte imediata, mas, ao longo do tempo, afeta a sobrevivência, fecundidade ou estética do organismo, podendo mesmo não ter qualquer impacto significativo. Os metabolitos secundários são frequentemente restritos a um grupo reduzido de espécies de um grupo filogenético. São considerados importantes os metabólitos.

Alguns desses metabólitos e suas vias biossintéticas são conservados evolutivamente, enquanto outras sugerem evolução convergente. Um exemplo são as enzimas responsáveis pela síntese do limoneno, um terpeno, que são diferentes entre angiospermas e gimnospermas, indicando que elas evoluíram independentemente. Em categorias. A maioria dos metabolitos secundários com interesse para a humanidade, encaixa-se em categorias que classificam os metabolitos secundários com base na sua origem biossintética. Uma vez que os metabolitos secundários são muitas vezes produzidos por sintases de metabolitos primários, ou substratos com origem nos metabolitos primários. Deve-se conhecer que estas categorias não devem ser interpretadas como se todas as moléculas em cada categoria fossem metabolitos secundários, por exemplo, na categoria dos esteroides embora existam metabolitos secundários nestas categorias.

Atualmente entre estas categorias são incluídas pequenas moléculas e as maiores ainda pequenas moléculas produzidas pelas chamadas multiplicadoras de moleculares modulares como ADN ou DNA, ácido desoxirribonucleico e ARN ou RNA, ácido ribonucleico, e outras.

IR PARA SUMÁRIO ▲

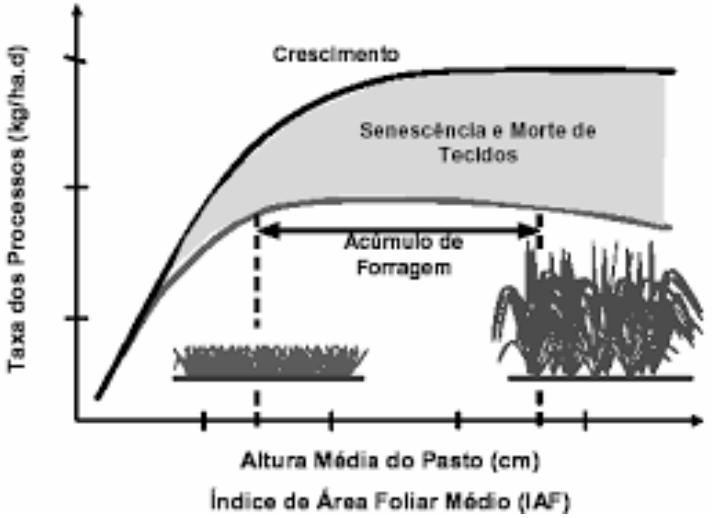
12. MORFOLOGIA E AS FORRAGEIRAS

a) Area foliar e afilhos

A morfogênese de uma planta forrageira pode ser definida como a dinâmica de geração, ou seja, a gênesis e expansão ou forma da planta denominada morphos, no tempo no espaço. A programação morfogênica, cuja taxa é dependente da temperatura e que determina o funcionamento e o arranjo dos meristemas em termos de produção e taxas de expansão de novas células, as quais por sua vez, definem a dinâmica de expansão dos órgãos como folha, internódio, e afilho e as exigências de carbono e nitrogênio necessárias para ocupar os correspondentes volumes de expansão. A morfogênese em uma gramínea durante seu crescimento vegetativo é caracterizada por três fatores como a taxa de aparecimento, a taxa de alongamento e a longevidade das folhas. A taxa de aparecimento e a duração de vida das folhas ditam o número de folhas vivas/afilho. Essas características são determinadas geneticamente, mas podem, no entanto, ser influenciadas por variáveis como temperatura, suprimento de nutrientes, manejo das pastagens (Figura 22) e disponibilidade de umidade no solo.

IR PARA SUMÁRIO

Figura 22 - Fluxo de tecidos em relvados de azevém perene em lotação contínua, crescimento, senescência e acúmulo líquido



Fonte: Citado por Zanine, adaptado de Bircham e Hodgson (1983).

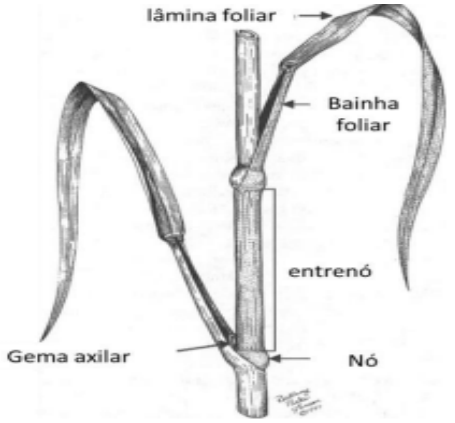
Considerando-se uma proporção constante entre área e comprimento foliar para um dado genótipo o produto entre o tamanho da folha, a demografia populacional dos afilhos e o número de folhas verdes por afilhos do pasto determina seu índice de área foliar (IAF), a principal variável estrutural de pastos e que possui alta correlação com as respostas tanto de plantas como de animais em agrossistemas de pastagens. Em algumas espécies de plantas tropicais, particularmente aquelas de crescimento ereto, outro componente importante de crescimento que interfere significativamente na estrutura da pastagem e nos equilíbrios dos processos de competição por luz, a taxa de elongação das hastes. Para tanto, devem ser adotadas práticas de manejo que minimizem sua participação na composição da forragem em oferta, a qual contribui para a redução de sua qualidade, em detrimento da participação de folhas (COSTA, 2019).

b) Formação de afilhos

A perenidade das gramíneas forrageiras é assegurada por sua capacidade de rebrotar após cortes ou pastejos sucessivos, ou seja, sua habilidade de emitir folhas a partir de meristemas remanescentes, que lhe permite a sobrevivência às custas da formação de uma nova área foliar. Ademais, apresentam a capacidade de emissão de afilhos, os quais são produtos do desenvolvimento de gemas axilares que, quando localizadas na base do colmo, são denominadas de gemas basilares e os afilhos delas originados de afilhos basais. A pastagem é formada por uma população de afilhos, em estado dinâmico de renovação, sendo a persistência das gramíneas perenes atribuídas, em parte, a essa contínua produção e substituição de afilhos. O fitômero é constituído de lâmina e bainha foliares, entre-nó, nó e gema. Inicialmente, o primórdio foliar é todo meristemático (Figura 23), mas logo esta atividade se restringe à sua porção basal, dando origem ao meristema intercalar, que origina a bainha foliar, no sentido basípeto, e a lâmina foliar, no sentido acrópeto. O desenvolvimento das folhas, o surgimento de afilhos originados das gemas axilares e a formação de raízes são processos de desenvolvimento do afilho.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 23 - Organização de um fitômero



Fonte: Nelson (2000) adaptado de Moore & Moser (1995) por Almeida *et al*., 2016.

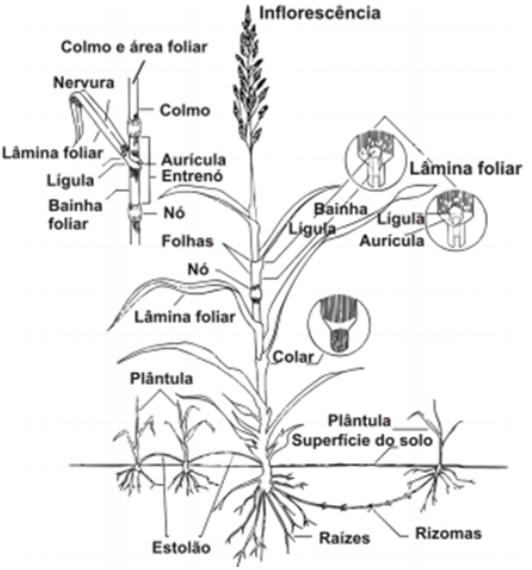
como um todo, que apresentam similaridades, diferenças e interações que resultam no acúmulo de biomassa do afilho. A formação de folhas inicia-se a partir do desenvolvimento de primórdios foliares que surgem alternadamente de cada lado do domo apical, originando os fitômeros, unidades de crescimento das gramíneas. Durante o desenvolvimento inicial de um perfilho vegetativo, três tipos de folhas se distinguem: folhas completamente expandidas, cujas bainhas formam o pseudocolmo; folhas emergentes, cujos ápices se tornam visíveis acima do pseudocolmo; e folhas em expansão, completamente contidas no interior do pseudocolmo. A lâmina foliar cresce até a diferenciação da lígula, enquanto a bainha foliar, até a exteriorização da lígula, quando, então, se tem a folha adulta, completamente expandida (COSTA 2019; PEREIRA *et al*., 2016).

c) Alongamento de células.

Dois grupos, quanto ao hábito de crescimento, são observados nas plantas forrageiras que podem ser divididos em cres-

cimento cespitoso de crescimento ereto formando touceiras e, estolonífero e/ou rizomatoso de crescimento rasteiro ou prostrado. As primeiras forrageiras, por exporem mais facilmente os seus meristemas apicais à decapitação, necessariamente devem ser manejadas sob pastejo menos intenso, ou seja, manter resíduos de maior porte, ou sob pastejo rotativo; enquanto que as de crescimento rasteiro, tem como comportamento importante, por tolerarem pastejo mais intenso, pois seus meristemas apicais ficam menos expostos à decapitação pelos animais.

Figura 24 - Sistema radicular cespitoso-estolonífero: afilhos eretos e presença de estolões cujo desenvolvimento é estimulado por cortes mecânicos ou pastejos



Fonte: Fontaneli *et al*., 2012; Ball *et al*., 2007.

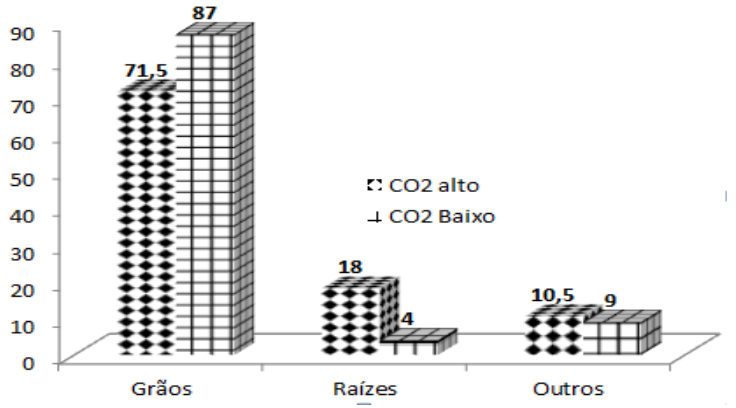
Os meristemas apicais são os tecidos que proporcionam o crescimento em direção vertical ou, seja longitudinal, responsáveis pela produção das novas folhas (Figura 24), alongamento dos caules e inflorescências, determinantes na intensidade de rebrota logo após o corte ou pastejo. As gemas axilares e basi-

lares são tecidos responsáveis pela rebrota das plantas, sendo a presença dessas gemas fator decisivo no manejo do pastejo em espécies forrageiras de crescimento cespitoso. As gramíneas forrageiras, geralmente, durante a fase vegetativa mantêm seu meristema apical próximo ao solo, contudo, na fase reprodutiva ocorre o alongamento das células dos entrenós, resultando na elevação do meristema apical, expondo-o à eliminação normalmente decorrente do corte ou pastejo animal. O comportamento de uma ferrageira é normal e completo ou pouco afetado quando as condições ambientais e nutricionais são favoráveis, quase sempre o processo de fotossíntese não sofre interrupções.

O papel dominante do desenvolvimento do grão é também mostrado em experimentos com forrageiras. Quando a fotossíntese sofre limitações por uma redução no nível de luz, a proporção de fotoassimilado marcado na folha bandeira tem variado entre 49 e 71%. Atribui-se, nesse caso, a diferença observada de uma equivalente de redução na proporção translocada para baixo, no caule. Essas variações podem ser observadas quando se usa sistemas empregando espécies de crescimento mais longos com espécies de ciclo curtos.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 25 - Padrão de distribuição de fotoassimilados (% do ganho de massa seca total durante o enchimento dos grãos) em plantas de sorgo submetidas a altas e baixas concentrações de CO2 (400 µl l-1 e 250 µl l-1)



Fonte: Jochms, *et al*. (2018).

Por outro lado, essas observações são importantes quando se quer controlar temporariamente o crescimento de uma espécie consorciada com outra. Técnicas como a realização de uma profundidade de semeio maior é controlada por outra semeada a uma profundidade mais rasa, até certo ponto, ou aumento do espaçamento, mais fechado, ou aumento da população de plantas, podem controlar o crescimento de outra espécie semeada com menor número de sementes.

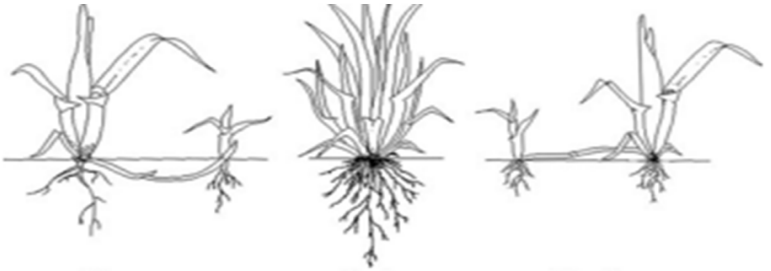
Comportamento ao contrário quando se observa em condições desfavoráveis (Figura 25) podendo ocorrer paralisação temporária no crescimento do sistema radicular, o que influencia na redução da taxa de crescimento logo após a desfolha, sem, contudo, afetar a produção de forragem na rebrota. A desfolhação mais intensa, além da eliminação de um elevado percentual de folhas fotossinteticamente ativas, poderá remover porções do colmo mais próximas do solo e que atuam como regiões de armazenamento de carboidratos não estruturados (CNE). Neste

caso, a recuperação da planta, ao todo, está relacionada com a amplitude dos danos causados ao sistema radicular e depende da capacidade de reposição de folhas pelo meristema apical. Finalmente, com uma desfolhação muito acentuada ocorre remoção do meristema apical, resultando na paralisação do crescimento e eventual morte de afilhos. Logo, a rebrota ocorre muito mais pausadamente, confirmando a importância das gemas apicais comparando na ocorrência relativa lenta quando se compara o mesmo processo de desenvolvimento a partir de gemas basais ou axilares (COSTA 2019).

d) Variação dos parâmetros de crescimento

As gramíneas forrageiras apresentam diferenças entre espécies ou mesmo entre cultivares de uma mesma espécie, quanto à precocidade na elevação e, consequentemente, remoção do meristema apical. Na Embrapa Rondônia, avaliando-se os efeitos da frequência, 28, 42 e 56 dias, e altura de corte, 10 e 20 cm acima do solo, em *Anogon gayanus* cv. Planaltina verificou-se que a proliferação de afilhos (Figura 26) não foi afetada pela altura de corte, contudo, foi incrementado com cortes a cada 43 e 56 dias verificando variação entre 30 e 40 afilhos por planta.

Figura 26 - Afilhamento em forrageira com diferentes formatos de afilhos, rizomas raízes fasciculadas e estolons



Planta rizomatosa Arbustiva Estolonífera

Fonte: Pereira *et al*., 2016.

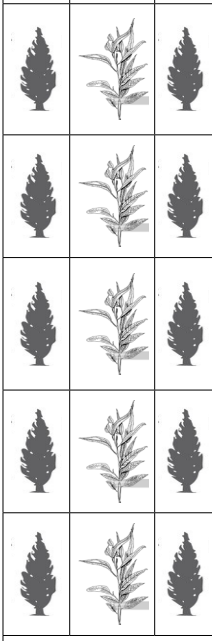
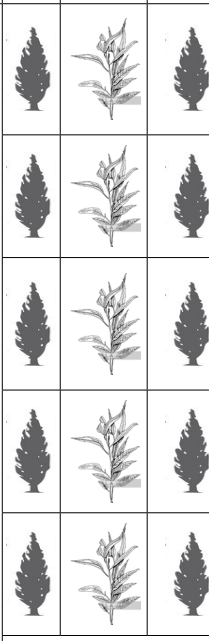
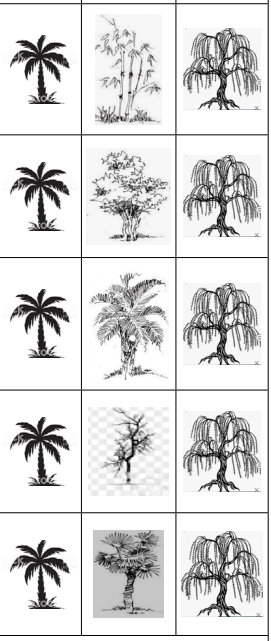
IR PARA SUMÁRIO

Cortes menos frequentes resultam em maior remoção de meristemas apicais aproximadamente de 52, 40 e 28%, respectivamente para cortes a cada 56, 42 e 28 dias. Para pastagens de *P. atratum* cv. Pojuca, *B. humidicola* e de *B. brizantha* cvs. Marandu e Xaraés constatou-se que o vigor de rebrota é inversamente proporcional à idade das plantas, ocorrendo o oposto quanto se faz à eliminação de meristemas apicais (COSTA, 2019, ALMEIDA *et al*., 2003).

13. CONSIDERAÇÕES GERAIS

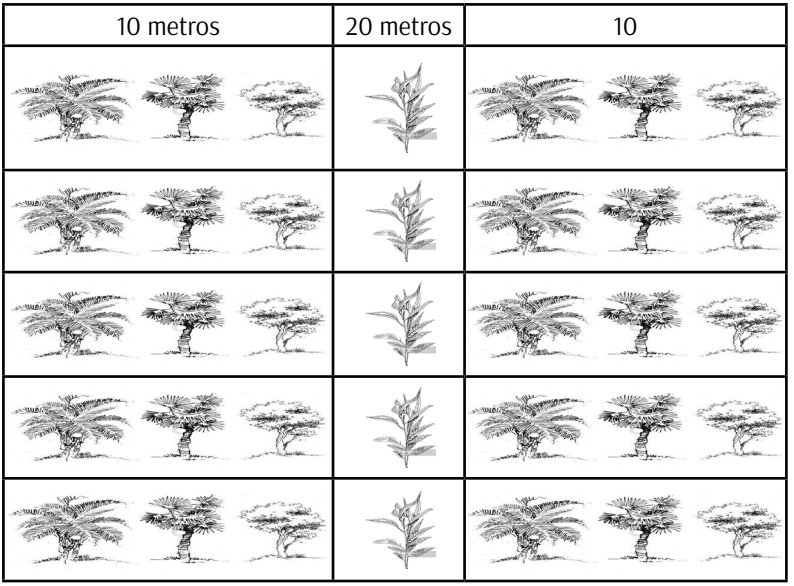
Tem-se apresentado na literatura técnica resultados de estudos com consideráveis recomendações sobre o comportamento das características morfológicas das forrageiras discutindo, em nível de gênero e espécies, onde se observa os melhores comportamentos de animais em pastagens tanto no desenvolvimento como nas respostas dos animais. O número de recomendações tem crescido à medida que se estuda novos sistemas de exploração zootécnica, ainda com bons resultados agrícolas, todos relacionados com as técnicas qualificadas fazendo da atividade agropecuária uma realização sustentável para o executor dos projetos

IR PARA SUMÁRIO ▲

2m	10m	2m	2m	2m	20m	2m	2m	4m	30m	4m
										
Eucalyptus citriodora				*Eucalyptus grandis*				Plantas nativas centrais frutíferas do cerrado		

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 27 - Esquema dos arranjos especiais de pesquisa em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta



Eucalyptus botiroide

Fonte: Adaptado de Pulrolnik *et al.,* 2010.

Os processos e métodos inovados e recomendados progridem de acordo com os novos sistemas vão sendo criados. Para a adoção de uma metodologia mais adaptada a condição de cada agropecuarista egional pode-se selecionar tecnologias relacionadas com cultivos solteiros, consorciados, projetos agrícolas, projetos pecuários, projetos de integração agricultura pecuária e projetos de integração agricultura, pecuária e florestas. Considerando o projeto de Integração Agricultura, Pecuária e Floresta com considerações sobre integração em combinações fatoriais (Figura 27). Pulrolnik *et al*., 2010 apresentam tratamentos selecionados com recursos para obter informações comparativas dentro e entre tratamentos.

O processo comparativo de métodos de manejo de pastagem na pecuária, quase sempre, é realizado para avaliação da técnica na arte de criar e tratar de animais. A pecuária é conceituada como o processo da criação de animais para a comercialização para a obtenção de matérias primas, como a carne, o couro, a lã entre outras finalidades. Assim, qualquer atividade que envolve a domesticação e o tratamento de animais criados em conjunto para fins comerciais é avaliada como atividade pecuária.

Quando se consulta a literatura especializada observa-se uma gama de diferentes métodos de realização dessa atividade, contudo os mais praticados são os considerados os extensivos e os intensivos. Têm sido relatados, que as diferenças entre pecuária extensiva e intensiva estão na área de ocupação e na tecnologia aplicada. Por razões principalmente de baixo investimento proveniente das políticas de produção, a pecuária extensiva a pasto, geralmente ocorre em ocupação de grandes áreas, mas pode ser realizada tanto em nível de grandes latifúndios quanto em pequenas áreas familiares. No Brasil realizada ainda, o gado rebanhado sobrevive solto, com certo nível de liberdade considerada ideal para o chamado gado criado para o abate dos animais de corte. Esse animal se adapta ao modelo de criação quase sempre no processo tradicional com liberdade de espaço, além de ser um processo mais econômico que o de confinamento. Mesmo assim, devido os pastos naturais na pecuária extensiva, necessitam de alguns cuidados essenciais como suplementação mineral, uma vez que as forragens, nem sempre apresentam todos os nutrientes minerais necessários para suprir a nutrição animal.

A pecuária extensiva também é realizada com o gado de leite. Porém, diferentemente do gado de corte, esses animais precisam de um cuidado mais criterioso além da utilização de nutrientes minerais. A alimentação do gado leiteiro está diretamente rela-

cionada com o potencial de produção, as raças leiteiras. Por isso, as raças destinadas à produção de leite necessitam de rações especiais. Esse gado de leite pode permanecer solto a pasto e na hora da ordenha alimentar esses animais com rações suplementares. O manejo também deve ser feito de forma consciente evitando estressamento do animal. A genética também acontece a partir da seleção dos melhores exemplares da raça, para que dessa forma o rebanho fique mais qualificado.

Certas técnicas são essenciais tanto para a pecuária leiteira quanto para a pecuária de corte, como as condições das cercas, para não lesionar os animais, e acompanhar a qualidade do pasto. É essencial para manutenção do gramado ou relvado, utilizar curvas de nível, evitando erosões e impasses no pasto. Em geral, as principais vantagens da pecuária extensiva é a baixa necessidade de investimentos, embora ainda existam gastos com reposição mineral e suplementação, a depender do tipo de animal que está sendo criado. Como desvantagens sobressaem a necessidade de ocupação de grandes áreas, o que pode gerar problemas ambientais e a disponibilidade de pasto com o mínimo de carência que evita as rações complementares que aumentam o preço da atividade leiteira.

A metodologia intensiva, designada moderna, consiste no cultivo de animais pelo confinamento e adoção de procedimentos tecnológicos, incluindo manipulação genética, inseminação, entre outras estratégias de produção. A principal desvantagem da pecuária intensiva é o elevado custo de produção e a baixa necessidade de mão de obra, gerando baixa geração de empregos, que deve ser especializada. Pode-se citar as vantagens no aumento da produtividade e a ocupação de pequenos espaços. Na pecuária extensiva, a produção conta com uma maior modernização e confinamento.

Pecuária semiextensiva constitui no sistema de criação de gado à solta, porém, com alguns cuidados quanto à seleção e ao aprimoramento do rebanho. Não existe um padrão de atuação para esse modelo pecuário denominado semiextensivo e na prática é uma mescla da pecuária extensiva coma a pecuária em alguma proporção.

A pecuária bovina consiste, através da história, na criação de rebanho bovino para a comercialização e consumo local, regional e nacional, sobretudo para a obtenção de matérias-primas, como a carne, o couro, a lã e muitos outros. Deste modo, qualquer atividade que envolva o confinamento ou tratamento de animais criados em coletivo para fins de consumo e comerciais é considerada atividade pecuária ou agropecuária. A atividade envolve manejo de pastejo e de animais, considerando as necessidades da planta em produzir folhas como fonte de alimento e desenvolver o animal.

Em síntese, mesmo sobre os processos de exploração agropecuária, são considerados essencialmente dois sistemas ou métodos de pastejo, pastejo contínuo, ou seja, o de lotação contínua e o pastejo rotacionado. No sistema rotacionado pode-se variar a lotação animal ou os dias de ocupação. No manejo contínuo, os animais ficam na mesma área de pastagem durante todo o ano, ou seja, na presença contínua na pastagem. Este sistema é comumente utilizado quando as pastagens são nativas ou naturais, sendo por isso, obtidas baixas taxas de produtividade.

No sistema de pastejo rotacionado ou lotação rotacionada, a pastagem é dividida em piquetes e cada piquete é utilizado por vez, sendo determinados os períodos de ocupação, quando os animais estão consumindo determinado piquete, por tempo limitado e período de descanso quando os animais não estão em determinado piquete. Tem-se recomendado utilizar gramíneas

forrageiras de alta produção, como do gênero *Panicum* como Mombaça, Massai, Tanzânia, Aruana, Zuri, Quênia e *Cynodon* enquadrando Tifton 85, Jiggs e Coastcross.

O pastejo rotacionado tem algumas modalidades:

a. Lotação rotativa convencional: Considerado o método de sistema intermitente mais simples que os demais sistemas. Apenas um grupo de animais é utilizado durante toda a estação de crescimento do capim, estando a pastagem subdividida em piquetes em quantidade suficiente para todo o ciclo de pastejo.
b. Pastejo em faixas: No sistema de pastejo em faixas, as cercas podem ser fixas ou móveis. São pré-determinadas faixas de pastejo e geralmente o período de ocupação é de um dia. Contudo, quando as propriedades são extensas e com divisões naturais com rios e florestas utilizam aumentar o número de dias.
c. Pastejo primeiro-último ou ponta-repasse: São utilizados dois grupos de animais, onde o grupo com maior exigência nutricional pasteja primeiro a ponta e outro grupo de menor exigência nutricional pasteja o mesmo piquete posteriormente. Por exemplo, vacas em lactação entram primeiro no piquete, consumindo a parte superior das plantas, mais nutritiva, e vacas secas entram depois.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 1 - Alturas médias, indicadas por vários autores, de diferentes forrageiras na época da entrada e saída dos animais em solos de alta e baixa fertilidade

Forrageira	Entrada	Saída em solos de alta fertilidade	Saída em solos de baixa fertilidade
Gênero Brachiaria			
Marandu	25 cm	15 cm	20 cm
MG5	43 cm	20 cm	--
Xaraés	30 cm	15 cm	20 cm
Piatã	35 cm	15 cm	20 cm
Humidícola	20 cm	5 cm	10 cm
Espécie *Axonopus catharinensis*			
Missioneira gigante (Catarina gigante	30 cm	13 cm	
Gênero Avena (spp)			
Preta e branca	26	13	--
Gênero *Panicum*			
Massai, Aroana, Áries, Tangola	45 cm	20 cm	30 cm
Mombaça	90 cm	30 cm	50 cm
Tanzânia	70 cm	30 cm	50 cm
Gênero *Pennisetum*			
Elefante Anão. (*P. purpureum cv. Kurumi*	80 cm	40 cm	--
Elefante pioneiro (*P. purpureum*)	125 cm	60 cm	--
Gênero *Lolium*			
Comum (*L.multiflorum*)	23 cm	11 cm	--
Gênero *Cynodon e Espécie*			
Estrela	35 cm	15 cm	--
Estrela africana branca(Cv. *Plectostachyus*)	30 cm	15 cm	--
Gênero *Hemartria*			
Flórida, Roxinha e EMPASC 302	30 cm	15 cm	--
Tifton-85	25 cm	10 cm	--
Gênero *Andropogon*			
Andropogon gayanus	50 cm	25 cm	35 cm

d. Creep-grazing: Semelhante ao sistema ponta-repasse. A diferença são as categorias que colocam os bezerros no primeiro grupo de necessidade nutricional e depois entram suas mães. Isto possibilita que os bezerros ainda não desmamados desenvolvam o trato gastrointestinal mais rapidamente devido à ingestão de dieta sólida de alta qualidade ou seja, pontas de folhas de piquetes que estavam em período de descanso.
e. Pastejo diferido: este sistema, preferido por muitos pecuaristas, exige que algum piquete seja reservado para ser usado no final da época das águas, ou seja, os animais não irão consumi-lo, antes da necessidade de manutenção quantitativa de volumoso para o rebanho. Naturalmente isso corre na época seca, quando ocorre escassez da produção forrageira. Além disto, permite a revigoração e ressemeio natural da pastagem. Este método também é denominado erroneamente de feno-em-pé. Muitos especialistas não aceitam este termo porque a planta ao permanecer viva sem ser cortada ocorre diminuição considerável de sua qualidade, enquanto que, por outro lado, o feno verdadeiro conserva o valor nutritivo da forrageira.

O manejo apropriado para pastagem é importante e, basicamente essencial para garantir a produtividade e sustentabilidade do sistema de produção. O bom manejo da pastagem é aquele que além de propiciar maior produtividade de leite e carne, encontra-se relacionado à conservação dos recursos ambientais, evitando ou prevenindo com isso erosões, compactação e baixa infiltração de água no solo, o que é comum em áreas degradadas ou onde não se pratica manejo correto. O manejo do pastejo é a forma com que se permite aos animais terem acesso à pastagem,

ou seja, deve-se adequar a quantidade de animais, o período de ocupação e o período de descanso.

O que deve determinar a taxa de lotação e os períodos de ocupação, descanso é o crescimento do capim. A forma mais prática de verificação é baseada na altura da planta. O manejo pela altura permite que o animal colha a forrageira na sua melhor relação quantidade e qualidade. Na Tabela 1 encontram-se as recomendações de alturas para entrada e saída para alguns capins em sistema de pastejo de lotação rotacionada.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, R. G., EUCLIDES, V. P. B., NASCIMENTO JUNIOR, D., MACEDO, M. C. M., FONSECA, D. M., BRÂNCIO, P. A., BARBOSA, R. A. **Consumo, Composição Botânica e Valor Nutritivo da Dieta de Bovinos em Pastos** Tropicais Consorciados sob Três Taxas de Lotação. R. Bras. Zootec.; v. 32, n. 1, p. 29-35.

ARAÚJO, N. **Oito dicas para escolher a forrageira certa e formar boa pastagem**. Disponível em: http://www.sementeschapadao.com.br/107-noticia-8-dicas-para-escolher-a-forrageira-certa-e-formar-boas-pastagens-chapada-gaucha-mg. Acesso em: 7 mar. 2019.

BALL, D. M.; HOVELAND, C. S.; LACEFIELD, G. D. **Southern forages**. 4. ed. Lawrenceville, Georgia: International Plant Nutrition Institute (IPNI). 2007. 322 p.

BARDINI, R. Flor. **Só biologia**. Disponível em: https://www.sobiologia.com.br//Morfofisiologiavegetal/morfovegetal8.php. Acesso em: 20 mar. 2019.

BUCKERIDGE, M. **Neotrópicas**. Deus fez, Lineu organizou 2008. Disponível em: http://revistapesquisa.fapesp.br/2008/03/06/deus-fez-lineu-organizou/. Acesso em: 20 abr. 2019.

CABALLERO, S. S. U. **Fixação biológica de nitrogênio**. AGEITEC. Árvore do conhecimento Cana-de-açúcar. Disponível em: http://

www.agencia.cnptia. embrapa. br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_31_711200516717.html. Acesso em: 20 mar. 2019.

CARVALHO, C. P. **Flor**. Instituo de Botânica de São Paulo. Disponível em: https://www.infoescola.com/plantas/flor/. Acesso em: 15 abr. 2019.

CARVALHO, A. M. **Fixação de nitrogênio em lavouras de milho.** Disponível em http://www.pioneersementes.com.br/media-center/noticias/4847/fixacao-de-nitrogenio-em-lavouras-de-milho. Acesso em: 22 mar. 2019.

CARVALHO, C. A. B.; SILVA, S. C.; CARNEVALLI, R. A.; SBRISSIA, A. F.; PINTO, L. F. M.; FAGUNDES, J. L.; PEDREIRA, M C. G. S. Perfilhamento e acúmulo de forragem em pastagens de Florakirk (*Cynodon spp*.) sob pastejo. **Boletim da Indústria Animal,** v. 57, n. 01, p. 39-51, 2000.

CORRÊA, D. S.; FRANÇA, A. S. **Ecofisiologia de plantas forrageiras**. UFG-EVZ. Palestra proferida para complementação de créditos para o Curso de Pós-graduação em Ciências Animais. 47 p. Disponível em: https://pt.slideshare.net/danielstaciarinicorrea/ecofisiologia-de-plantas-forrageiras. Acesso em: 7 mar. 2019.

CORSI, M; NASCIMENTO JR., D. Princípios de fisiologia e morfologia de plantas forrageiras, aplicados ao manejo das pastagens. *In*: Pastagens: Fundamentos da Exploração Racional. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 15-48.

COSTA, I. B.; CUNHA, E. N.; BARAÚNA, A. C.; ZILLI, J. E.; SILVA, K. Caracterização genotípica de bactérias isoladas de pau-rainha. *In*: XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. Florianópolis-SC. 2013. p. 1.

COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FAKIN, V.; SILVA, G. P.; SEVERIANO, E. C. Produção de massa seca e nutrição nitrogenada de cultivares de *Brachiaria brizantha* (A. Richt) Stapf sob doses de nitrogênio**. Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 6, p. 1578-1585, 2009.

COSTA, N. L. **Morfologia de plantas forrageiras**. Embrapa Amapá, Disponível em: https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/morfologia-de-plantasforragei-38503.html. Acesso em: 6 mar. 2019.

DESIREÈ, R. J. L. **Anatomia e Morfologia Vegetal** – Tecido. Disponível em http://mavracafo.blogspot.com/2010/07/tecidos_09.html. Acesso em: 11 mar 2010

DIAS FILHO, M. B. **Respostas morfofisiológicas de** *Brachiaria* spp **ao alagamento do solo e a síndrome da morte do capim-marandu**. 2006. 24 p, (Embrapa Amazônia Oriental. Belém, Documentos 242).

DÔBEREINER, J. Nodulação e fixação de nitrogênio em leguminosas florestais. EMBRAPA-UAPNFBS, km 47 Seropédica, Rio de Janeiro, Ri. **Pesquisa Agropec**úaria **Brasileira**, v. 19, s.n., p. 83-90, jun. 1984.

DOMMERGUES, Y. Ensuring effective symbiosis in nitrogen-fixing trees. La: GRAHAM, P. H. & HARRIS, S.C., eds. **Biological nitrogen fixation technology for tropical agriculture**. Cali, Colombia, 1982. p. 395-412.

ENEM. **Histologia vegetal.** 2014. 42 p. Disponível em: https://blogdoenem.com.br/histologia-vegetal-biologia-enem/. Acesso em: 20 abr. 2019.

EUCLIDES, V. P. B.; COSTA, F. P.; MACEDO, M. C. M.; FLORES, R.; OLIVEIRA. M.P. Eficiência biológica e econômica de pasto de capim-tanzânia adubado com nitrogênio no final do verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 09, p. 1345-1355, 2007.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R.S. Morfologia de gramíneas forrageiras. 2 eds. *In*: FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. (eds) **Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira**. Brasília, Embrapa. 2012. p. 51-58.

GEEP. Grupo de Estudo em Forrageira e Pastagem – FAZEA. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Universidade de São Paulo-Pirassununga. **A dinâmica do crescimento de plantas forrageiras e o manejo das pastagens**. 2016. 78 p.

GOMIDE, J. A. Fisiologia e manejo de plantas forrageiras. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 2, n. 1, p. 17-26, 1994.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; QUEIROZ, D.S. Fluxo de tecidos de *Brachiaria decumbens*. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE

BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p. 117-119.

HANSTEIN, J. Gesneriaceae *In*: MARTIUS, C.F.P.; EICHLER, A.G. (eds). **Flora brasiliensis**. v. 8, n. 11, p. 342-428. 1864.

HODGSON, J. **Grazing management:** Science into practice. Longman Scientific and Technical, Longman Group, London, UK, 1990. 203 p.

HOPKINS, W. G. **Introduction to Plant Physiology**. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2000, 512 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatítica. Dados SIDRA 2020. *In*: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939#resultado Acesso em: jan. 2021.

JOCHIMS, F.; SILVA, P. A. P.; PORTES, V. M. Utilizando a altura do pasto como ferramenta de manejo de pastagens. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 31, n. 2, p. 42-44, maio/ago. 2018 (Informativo técnico).

LAÉRTIOS, D. **Vidas e doutrinas dos filósofos ilustres** (Trad. Mário da Gama Kury). Brasília: UnB, 1987, p. 139-141.

LEIRADO, J. E. D. **Morfologia de la flor de Angiospermas**. Disponível em: http://naturalesesel.Blogspot.com/com/2017/05/morfologia-de-la-flor-de-angiospermas. html. Acesso em: 6 mar. 2019.

LIMA, M.; HOLANDA, T; MESQUITA, R.; MORAIS, T.; MESQUITA, R.; MORAIS, T. CAVALCANTE, S. **Raiz**: partes e suas funções. Disponível: http://evoluindocnsga2.blogspot.com/2012/04/raiz-partes-e-suas-funcoes.html. Acesso em: 25 mar. 2019.

MENDES, I. C., REIS JÚNIOR, F. B.; CUNHA, M. H. **20 perguntas e respostas sobre fixação biológica de nitrogênio** 2010, 19 p. (CPAC, Documento Embrapa Cerrados)

MORAES, L. M. F.; LANA, R. M. Q.; MENDES, C.; MENDES, E.; MONTEIRO, A.; ALVES, J. F. Redistribuição do molibdênio aplicado via foliar em diferentes épocas na cultura da soja. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1496-1502, set./out., 2008

MULLEN, R. E. **Crop Science**: principles and practice. 3. ed. Edina: Burgess Publishing, 1996. 352 p.

NABINGER, C. Aspectos ecofisiológicos do manejo de pastagens e utilização de modelos como ferramenta de diagnóstico e indicação de necessidades de pesquisa. *In*: XVI Reunião do Grupo Técnico Regional do Cone Sul (Zona Campos) em Melhoramento e Utilização dos Recursos Forrageiros das Áreas Tropical e Subtropical, 1998, Porto Alegre. Relatório da XVI Reunião do Grupo Técnico Regional do Cone Sul (Zona Campos) em Melhoramento e Utilização dos Recursos Forrageiros das Áreas Tropical e Subtropical. Porto Alegre: FAO/ UFRGS/EMATER-RS/FEPAGRO, 1998. p. 17-61.

NEVES, R. **Tecidos vegetais**. 2016 http://educacao.globo.com/ biologia/assunto/genetica/tecidos-vegetais.html. Disponível em: 27 mar 2019.

NUNES, T. Morfologia da flor de angiosperma**: Que estruturas tem as flores? Disponível em** https://pontobiologia.com.br/morfologia-das-flor-de-angiosperma/. Acesso em: 6 mar 2019.

OLIVEIRA, E. C. **Introdução à Biologia Vegetal**. Disponível em https:// www. todo estudo. com.br/biologia/partes-da-planta. Acesso em: 25 mar 2019.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, J. A.; FONSECA, D. M. Parâmetros morfofisiológicos do capim-elefante anão ao atingir duas alturas sob cinco doses de nitrogênio. *In*: PEREIRA, A.V. Seleção de Forrageiras. CPT – Centro de Produções Técnicas. Disponível em https://www. cpt.com.br/cursos- bovinos-pastagensealimentacao/ selecao-de-forrageiras Acesso em 12 maio 2019.

PEREIRA, L. E. T.; SILVA BUENO, I. C.; HERLING, V. R.; ALMEIDA O. J. I. FAZEA - USP – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos GEFEP – Grupo de estudos em Forrageira e Pastagem. **A Dinâmica do crescimento de plantas forrageiras e o manejo das pastagens.** Pirassununga – 2016. 78 p.

PULROLNIK, K., VILELA, L.; MORAES NETO, S. P., MARCCHÃO, R. L.; GUIMÃES JUNIOR, R. **Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas**

no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. Planaltina. 2010. 17 p. (Embrapa Cerrados, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 276).

QUINTINO, A. C.; BONFIM-SILVA, E. M.; STIVEN, A. C.; CORVALÂ, V. A.; SANTOS, R. G. Características produtivas de braquiárias submetidas a duas disponibilidades hídricas. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 6, n. 11; 2010, 8 p.

RAVEN, P.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2007 830 p.

REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p. 406-408

RODRIGUES, M. **Fitologia**. 2012, Disponível em http://xiflosabecomoe.blogspot.com/. Acesso em: 10 abr. 2019.

SANTOS, C. A. B.; VARELA, P. F. O. **A evolução da ciência.** Comunicação Social http://www.ipv.pt/forumedia/6/17.pdf. Acesso em: 20 abr. 2019.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; BALBINO, E. M.; SILVA, S. P; MONNERAT, J. P. I. S. Valor nutritivo de perfilhos e componentes morfológicos em pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio. **R. Bras. Zootec.,** v. 39, n. 9, p. 1919-1927, 2010.

SAYOU, C**.;** NANAO,M. H.; JAMIN, M.; POSÉ, D.; THÉVENON, E; GRÉGOIRE, L.; TICHTINSKY**,** G**;** DENAY**,** G**.;** OTT**,**F**.;** LLOBET**,** M. P**.;** SCHMID, M.; DUMAS**,** R**.;** PARCY**.** F. A. SAM oligomerization domain shapes the genomic binding landscape of the LEAFY transcription factor, **Nature communications.** 2016. 20 p.

SILVA, D. R. G.; COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V., OLIVEIRA, I.P.; BERNARDES, T.F. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e produtivas do capim-marandu. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 184-191, jan-mar, 2013.

SIMIONI, T. A.; GOMES, F. J.; HOFFMANN, A.; MOUSQUER, C. J. Senescência, remoção, translocação de nutrientes e valor nutritivo em

gramíneas tropicais. **PUBVET**, Londrina, v. 8, n. 13, ed. 262, art. 1743, julho, 2014.

SUWA, U. **Morfologia de leguminosas e gramíneas forrageiras. Morfologia. Modo de Compatibilidade**. Disponível em: https://www.ebah.com.br/content/ABAAAAvRQAH/morfologia-plantas-forrageiras. Acesso em: 7 mar 2019.

TAIS, L; ZEIGER, E. Plant Physiology. 3 rd ed. **An Bot**. Sunderland, v. 91, n.6. p. 750-751, 2003.

UNESP. **Morfologia de Gramíneas e Leguminosas Forrageiras** Disponível em: http://javali.fcav.unesp.br/sgcd/Home/departamentos/zootecnia/anaclaudiaruggieri/aula-morfologia.pdf. Acesso em: 24 mar. 2019.

UNIRIO. **Esquema de formação de uma semente de angiosperma.** Disponível em: http://jornada.dombosco.com.br/Curso/estudemais/biologia/reproducao_fanerogamas.PHP. Acesso em: 20 mar. 2019,

VALLE, C. B. **A escolha da forrageira para formação de pastagem.** 2010. s.p. Disponível em: http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/matérias/Matéria.asp?id=21175&secao=Colunas%20e%20Artigos. Acesso em: mar. 2019.

WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T.; MONTEIRO, F. A. Adubação de pastagens. *In*: PEIXOTO, A. M.; MOURA, S. C.; J. C.; FARIA V. P. (Ed.). *In*: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 18, 2001, Anais... Piracicaba: FEALQ, 2001., p. 129-156

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S. Modernas estratégias no manejo das gramineas dos gêneros *Brachiara* e *Cynodon*. **Revista Eletrônica de Veterinária** REDVET v. VI, n. 11, 2005, Disponível em: http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111105.html. Acesso em: 30 mar. 2019.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Capítulo 3

CRESCIMENTO DAS PLANTAS FORRAGEIRAS: UMA ABORDAGEM EM NÍVEL DE PERFILHO

Fábio Adriano Santos e Silva,[1] Mariane Porto Muniz,[2]
Emizael Menezes de Almeida,[3] Patrick Bezerra Fernandes,[4]
Jaqueline Rosemeire Verzignassi,[5] Josélia Quaresma da Silva[6]

Resumo: O perfilho é a unidade responsável por formar o dossel forrageiro sendo o fator de maior importância para se compreender o efeito da interação genótipo e ambiente no acúmulo de biomassa. A forma como estes eventos ocorrem podem variar devido à existência de grupos funcionais de gramíneas. Diante disso, será apresentado uma breve caraterização dos grupos funcionais e a forma como ocorre a dinâmica de acúmulo de foragem em nível de perfilho. Em relação aos grupos funcionais a classificação específica para sistemas pastoris é baseada na habilidade das plantas em adquirir recursos, de modo a utilizá-los ou conservá-los e a capacidade de adaptar-se a diferentes níveis de desfolhação. Os mecanismos envolvidos no crescimento e desenvolvimento de folhas e perfilhos são descritos pela morfogênese incluindo taxa de aparecimento de folha, taxa de alongamento de colmo, taxa de alongamento da folha e duração de vida são os quatro componentes principais da morfogênese; sendo

1 Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde.
2 Discente da pós-graduação do Instituto Federal Goiano.
3 Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.
4 Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.
5 Embrapa Gado de Corte.
6 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – Campus Corrente.

IR PARA SUMÁRIO ▲

geneticamente pré-determinados, mas podem ser modificados pela forma como ocorre a desfolhação ou por fatores edafoclimáticos. Baseado nos relatos literários das umas três décadas em ambientes multifatoriais o estudo do manejo de pastagem em nível de perfilho permitiu avanças importantíssimos na produção primária, pois foi possível observar os efeitos dos diversos fatores no crescimento e desenvolvimento da planta. Porém, é possível deduzir que há mais conhecimentos que deve ser desbravado quando se leva em consideração a existência dos grupos funcionais de gramíneas.

Palavras-chave: dossel forrageiro, fluxo de tecidos, gramíneas.

1. INTRODUÇÃO

O perfilho é a unidade responsável por forma o dossel forrageiro, ou seja, é o fator de maior importância para se compreender o efeito dos fatores abióticos e bióticos (interação genótipo e ambiente) no fluxo de tecidos e acúmulo de biomassa. Assim, a partir dessa interação é possível inferir de forma teórica como as condicionantes impostas pelo manejador de pastagem podem influenciar e/ou potencializar em maiores incrementos na produção primária (GASTAL e LEMAIRE, 2015).

Em pastos de clima tropical é notado que a partir dos estudos com perfilho foi possível observar que o efeito do manejo baseado na altura influência de forma direta a dinâmica de área foliar, impactando diretamente nos componentes estruturais do dossel forrageiro (DIFANTE *et al*., 2008; LARA e PEDREIRA, 2011), alterando o peso e tamanho dos próprios perfilhos (SBRISSIA e DA SILVA, 2008). Assim sendo, a compreensão dos processos que determinam crescimento e desenvolvimento de pastos envolve o conhecimento dos processos que ocorrem em perfilhos individuais. Portanto a forragem acumulada em pastagens re-

IR PARA SUMÁRIO ▲

sulta do total de todas as unidades que o compõem (MATTHEW *et al*., 2001).

Quando as condições de pastagem são mantidas relativamente constantes durante todo o ano, o pastoreio intenso promove potencial de renovação tecidual com alto acúmulo de lâminas e controle efetivo do acúmulo de pseudocolmo, enquanto pastoreio menos intenso resulta em maior acúmulo de colmo (DIFANTE *et al*., 2009). No entanto, variando a intensidade de pastejo ao longo do ano pode ser interessante alternativa, resultando em melhor rendimento das pastagens estação de crescimento e o controle do acúmulo de componentes menos indesejáveis (MONTAGNER *et al*., 2011).

Porém, a forma como estes eventos ocorrem podem variar devido à existência de grupos funcionais de gramíneas. Diante disso, será apresentado uma breve caraterização dos grupos funcionais e a forma como ocorre o fluxo de tecidos em gramíneas.

2. GRUPOS FUNCIONAIS DE GRAMÍNEAS

A forma com que os recursos disponíveis são captados e utilizados pelas diferentes espécies forrageiras (absorção de nutrientes e interceptação luminosa), assim como a interação entre espécies, desempenham um papel fundamental no funcionamento de um ecossistema pastoril. Essas características dentro de uma comunidade biodiversa estão positivamente relacionadas às funções que cada espécie desempenha dentro do sistema e pode ser utilizada para analisar e classificar o tipo ou grupo funcional que uma determinada espécie apresenta (GARNIER *et al*., 2001; CRUZ *et al*., 2002; DURU *et al*., 2004).

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 1 - Características de plantas agrupadas pela estratégia de crescimento ou grupo funcional em função do nível de fertilidade e desfolhação

	Captação de recurso (ambientes férteis)	**Conservação de recurso (ambientes pobres)**
Rápida ciclagem de tecidos; Desfolhação frequente e severa	**Tipo A**	**Tipo C**
	Taxa de crescimento elevada;	Baixa taxa de crescimento;
	Pico de crescimento atingido rapidamente;	Pico de crescimento atingido tardiamente;
	Digestibilidade e teores de nutrientes elevado;	Baixa digestibilidade e teores de nutrientes;
	Baixa eficiência de utilização dos minerais do solo.	Alta eficiência de utilização dos minerais do solo.
Lenta ciclagem de tecidos; Desfolhação pouco frequente e leniente	**Tipo B**	**Tipo D**
	Taxa de crescimento elevada;	Baixa taxa de crescimento;
	Pico de crescimento atingido tardiamente;	Pico de crescimento atingido tardiamente;
	Digestibilidade e teores de minerais satisfatórios;	Baixíssima digestibilidade e teores de nutrientes;
	Moderada eficiência de utilização dos minerais do solo.	Elevada eficiência de utilização dos minerais do solo.

Fonte: Adaptado de Cruz *et al.*, 2002.

Neste sentido, alguns autores têm listado algumas características envolvendo variáveis morfofisiológicas que possam identificar os grupos de plantas que desempenham funções similares no ecossistema (GARNIER *et al*., 2001; DURU *et al*., 2004; PONTES, 2006; QUADROS *et al*., 2006). Dentre esses grupos funcionais, Cruz *et al*. (2002) sugeriram uma classificação específica para sistemas pastoris baseada na habilidade das plantas em adquirir recursos, de modo a utilizá-los ou conservá-los e a capacidade de adaptar-se a diferentes níveis de desfolhação. A interação entre essas características originaram quatro grupos funcionais (Tabela 1).

3. ECOFISIOLOGIA DE PLANTAS FORRAGEIRAS E ECOSSISTEMA PASTAGEM

A ecofisiologia é uma ciência experimental que procura explicar os mecanismos fisiológicos que estão associados com as observações ecológicas, ou seja, é o estudo das respostas fisiológicas das plantas ao meio ambiente. O que se procura é entender os controles do crescimento, reprodução, sobrevivência e distribuição geográfica das plantas e como esses processos são afetados pelas interações entre as plantas e seu meio físico, químico e biótico (LAMBERS *et al*., 1998). Dessa forma, o conceito de ecofisiologia envolve o conhecimento dos mecanismos de competição entre plantas individuais dentro da comunidade e suas consequências sobre a dinâmica estrutural; os mecanismos morfogenéticos adaptativos das plantas à desfolhação e suas consequências sobre a morfologia e estrutura; e as interações entre esses dois mecanismos para o entendimento da dinâmica da vegetação em uma comunidade de plantas submetidas ao pastejo (SBRISSIA *et al*., 2007).

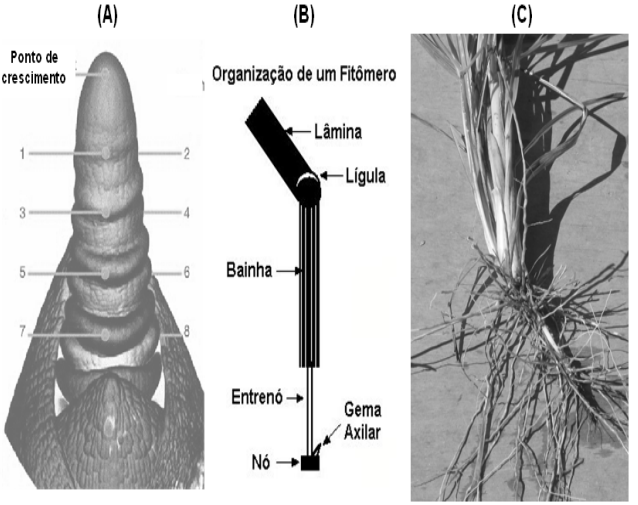
Um ecossistema consiste de uma comunidade biológica que ocorre em um determinado local e dos fatores físicos e químicos que fazem parte de seu ambiente abiótico (DA SILVA e NASCIMENTO JÚNIOR, 2007). As pastagens são entidades complexas formadas pela associação de componentes bióticos e abióticos arranjados de forma hierárquica e interativa. Particularidades relativas ao ambiente, tipo de solo, plantas forrageiras e animais caracterizam tipos específicos que, no geral, definem o chamado ecossistema pastagem (SILVA *et al*., 2008).

4. A ESTRUTURA DAS GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS

A estrutura morfológica de uma gramínea pode ser descrita de forma genérica como sendo um cilindro ereto ancorado ao solo por meio das raízes e articulado por nós transversais, os quais possuem uma única folha alternada cuja parte inferior (bainha) abraça o caule, formando unidades de crescimento denominadas perfilhos, sendo o sistema radicular fasciculado, forma de feixe sem dominância de uma sobre a outra, e os perfilhos formados por uma sequência de fitômeros, um acima do outro, em diferentes estádios de crescimento. Os fitômeros são constituídos de lâmina foliar, lígula, bainha foliar, entrenó, nó e gema axilar (Figura 1A e B) (SILVA *et al*., 2008).

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 1 - (A) Meristema apical (fitômeros em lados alternados) fotomicrografado; (B) Unidade funcional básica da planta (fitômero); (C) Parte aérea da forrageira



Fonte: (A) Matthew & Hodgson, 1999; (B) NELSON, 2000.

O caule das gramíneas é conhecido como colmo típico, formado por sessões chamadas de internódios separadas por nós. Podendo ser ereto, mais ou menos perpendicular à superfície do solo, ou prostrado (rasteiro). O estolão, quando é rastejante sobre a superfície do solo e emite raízes e perfilhos aéreos a partir dos nós em contato com a terra, ou rizoma, quando é subterrâneo e suas folhas são reduzidas a escamas, podendo crescer horizontalmente por alguma extensão até emergir na superfície sob a forma de um novo perfilho. Em termos de órgãos reprodutivos, as gramíneas possuem flores incompletas, consequência da ausência do cálice e da corola, razão pela qual são chamadas de espiguetas ou espículas (DA SILVA *et al*., 2008).

De acordo com Fontaneli *et al*. (2009) a forma de crescimento do colmo determina o hábito de crescimento de plantas. As gramíneas podem ter hábito:

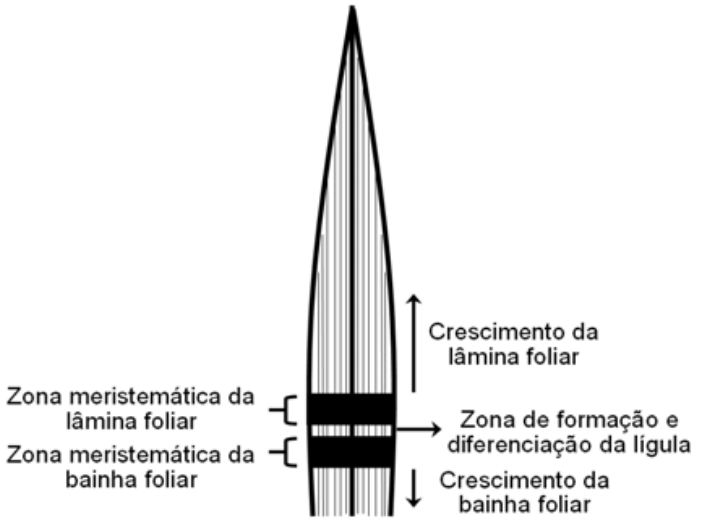
f. Cespitoso ereto: quando os entrenós basais são muito curtos, produzindo afilhos eretos de maneira a formar touceiras densas. Ex.: capim elefante, setária, panicum. Às vezes, os entrenós basais não são tão aproximados a ponto de formarem touceiras. Ex.: milho, sorgo, milheto, trigo, aveia, cevada, triticale e azevém;
g. Cespitoso prostrado: quando os colmos crescem encostados ao solo, sem enraizamento nos nós, só se erguendo a parte que tem a inflorescência. Ex.: milhã, papua;
h. Estolonífero: os colmos rasteiros, superficiais, enraízam-se nos nós que estão em contato com o solo, originando novas plantas em cada nó. Ex.: grama-de-jardim, grama estrela-africana, missioneira;
i. Rizomatoso: o colmo é subterrâneo, aclorofilado, sendo coberto por afilhos. Dos nós partem raízes e novas plantas. Ex.: capim-quicuio, grama-bermuda (estolonífero rizomatoso);
j. Cespitoso-estolonífero: afilhos eretos e presença de estolões cujo desenvolvimento é estimulado por cortes mecânicos ou pastejos. Ex.: capim de Rhodes (*Chloris gayana*).

5. CRESCIMENTO DE PLANTAS FORRAGEIRAS

A disponibilidade de forragem deve ser entendida como a massa de forragem acumulada durante o processo de crescimento das plantas que compõem a pastagem. Cada planta dessa população é formada por unidades básicas denominadas perfilhos. O desenvolvimento do perfilho unidade vegetativa básica das gramíneas, segue uma série de processos nos quais são diferenciados folha, colmo verdadeiro, gema axilar e sistema radicular em cada um dos fitômeros da planta, formados a partir da diferenciação do meristema apical (SBRISSIA, 2009).

O acúmulo de fitômeros e o grau de desenvolvimento individual, expansão foliar, alongamento e espessamento dos nós e entrenós, resultam no acúmulo de biomassa em um colmo. As primeiras e mais importantes estruturas a serem formadas em um fitômero são os primórdios foliares. Nesse processo, a região meristemática subdivide-se em duas bandas. A superior e a inferior correspondem às regiões meristemáticas de formação das lâminas e bainhas foliares, respectivamente, e entre as bandas haverá a diferenciação da lígula (Figura 2) (NASCIMENTO JÚNIOR e ADESE, 2004).

Figura 2 - Representação das zonas meristemáticas de uma folha de gramínea em desenvolvimento



Fonte: NASCIMENTO JÚNIOR e ADESE, 2004, adaptado de MATTHEW e HODGSON, 1999.

Portanto, o crescimento das plantas e a produtividade do pasto pode ser entendido como o resultado da interação entre o genoma e o meio ambiente. A morfogênese depende de um programa morfogenético, ou seja do genoma, e condições edafocli-

máticas locais envolvendo qualidade e quantidade da luz, temperatura, água e nutrientes, etc.. A taxa de expansão de cada órgão está associada aos custos energéticos e estruturais e determina uma demanda de carbono. O suprimento de carbono é determinado pelo tamanho do "pool" de carboidratos não estruturais, que é alimentado pela fotossíntese e despolimerização das reservas. No nível do pasto, em vários casos, a taxa de expansão dos órgãos não é limitada pelo suprimento de carbono. No nível da planta, surge um quadro diferente, devido à possível competição pela luz entre os indivíduos (GASTAL e DURAND, 2000).

Nas plantas as folhas têm um papel importante na ecologia e na economia dos sistemas de pastagem: produzem o assimilado necessário para o crescimento e a manutenção da planta, bem como o alimento para organismos heterotróficos que prosperam no ecossistema pastejando. Para a maior parte da estação de crescimento, a maior parte do assimilado produzido pela planta é usado na produção de folhas. A conversão deste assimilado em biomassa foliar ocorre principalmente na zona de crescimento e diferenciação foliar, onde o tecido é heterotrófico, pois é completamente envolvido por bainhas de folhas mais velhas (SCHNYDER *et al*., 2000).

Os mecanismos envolvidos no crescimento e desenvolvimento de folhas e perfilhos são descritos pela morfogênese (SBRISSIA, 2009). Chapman e Lemaire (1993) descreveram a morfogênese como sendo o processo responsável pela formação e modificação da estrutura do dossel, pois consiste na dinâmica de geração e expansão da forma da planta no tempo e no espaço, ou seja, formação e desenvolvimento de fitômeros sucessivos, como descrito a seguir neste capítulo.

IR PARA SUMÁRIO ▲

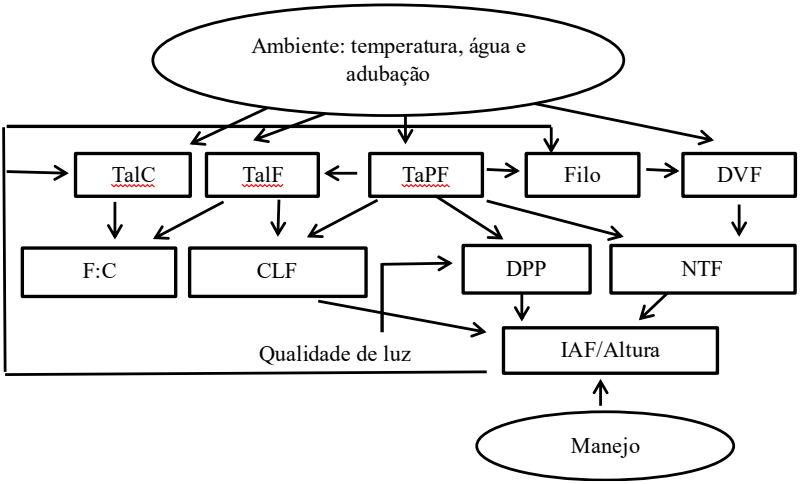
6. MORFOGÊNESE E ESTRUTURA DE PLANTAS FORRAGEIRAS

Os quatro componentes da morfogênese são: taxa de aparecimento de folha, taxa de alongamento de colmo, taxa de alongamento da folha e duração de vida; estás variáveis são geneticamente pré-determinadas, mas também podem ser afetados pelo tipo de manejo adotado, além disso, qualquer alteração que ocorra com os componentes relacionados ao fluxo de tecidos pode impactar em alterações nos componentes estruturais (Figura 3; BARBOSA *et al*., 2012; GASTAL e LEMAIRE, 2015; MENEZES *et al*., 2019).

Em relação à genética, espécies com alta taxa de aparecimento de folha tendem a ter folhas curtas com alta densidade de perfilhos, enquanto espécies com baixa taxa tendem a ter folhas longas, e, apresenta baixa densidade de perfilhos, isto pode ser observado de forma clara nas cultivares de *Brachiaria brizatha* em que as cvs. BRS e Paiaguás apresentam ter a maior densidade populacional de perfilhos quando comparado com a cv. Xaraés e Ecótipo B4 (Tabela 2). De tal modo pastos no qual o manejo conduz a alta taxa de aparecimento de folha, via de regra, apresentam menor comprimento final de lâmina foliar e também menor duração de vida de folha (DVF) (BARBOSA *et al*., 2011; LEMAIRE *et al*., 2009; MONTAGNER *et al*., 2011), porém podem ser modificados pelo índice área foliar (IAF). Diante disso, PARSONS *et al*. (1988), sugerem que o acréscimo no IAF poderia controlar a qualidade de luz que incide na área foliar do dossel forrageiro, acarretando em oscilações na dinâmica de crescimento.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 3 - Diagrama do fluxo de tecidos de Chapman e Lemaire (1993) baseado na adaptação de Sbrissia



Fonte: Da Silva (2001).

Características morfogênese: taxa de alongamento de folha (TalF): taxa de alongamento de colmo (TaCL); taxa de aparecimento de folha (TaPF); duração de vida de folha (DVF); filocrono (Filo); Características estrutura do dossel forrageiro: relação folha: colmo (F:C) comprimento de lamina foliar (CLF); densidade populacional de perfilhos (DPP); número total de folhas (NTF); índice de área foliar (IAF).

Em relação ao efeito de época do ano, é observado que no inverno as forrageiras apresentam os menores valores de IAF, menores taxa de aparecimento de folha (TaPF) e taxa de alongamento de folhas (TaLF), e como consequência redução da duração de vida de folha (Tabela 3). Quando estes eventos ocorrem naturalmente ocorre decréscimo na densidade populacional de perfilhos, induzindo a redução na produção de forragem (DIFANTE *et al*., 2012). Barbosa *et al*. (2007) e Barbosa *et al*. (2011) e Montagner *et al*. (2011), estudando pastos de clima tropical, mostram que no outono e inverno, naturalmente ocorre desaceleração do fluxo de tecidos e no acúmulo de biomassa, uma

vez que a redução no crescimento da planta está relacionada a fatores abióticos e a própria estratégia de manejo.

Tabela 2 - Índice de área foliar e características relacionadas à morfogênese e estrutura de cultivares de *Brachiaria brizantha*

Variável	Ecótipo B4	BRS Paiaguás	Xaraés	Valor-p	EPM
IAF	**2,53[a]**	**2,11[a]**	**2,44[a]**	**0,255**	**0,134**
Morfogênese					
TaPF	0,059[ab]	0,070[a]	0,049[b]	0,014	0,003
TaLF	0,919[a]	0,556[b]	0,753[ab]	0,022	0,066
TaLC	0,070[a]	0,098[a]	0,057[a]	0,128	0,010
Filo,	20,28[b]	20,28[b]	23,89[a]	0,006	1,13
DVF	81,88[a]	68,18[a]	89,71[a]	0,051	3,87
Estrutura					
NFV	4,13[a]	4,14[a]	3,88[a]	0,207	0,077
CLF	19,69[a]	16,49[b]	14,71[b]	0,003	0,599
DPP	198[b]	374[a]	232[b]	0,001	12,94

Fonte: OLIVEIRA *et al*. Dados não publicados.

Médias seguidas de letras iguais, minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. IAF: índice de área foliar: TaPF: taxa de aparecimento de folhas; TalF: taxa de alongamento de folhas; taxa de alongamento de colmos; Filo: filorono; NFV: número de folhas vivas; CLF: comprimento de lâmina foliar; DPP: densidade populacional de perfilhos.

Os nutrientes também influenciam na plasticidade fenotípica da planta, em que, o nitrogênio está entre os nutrientes que mais pode modificar as taxas de aparecimento e alongamento de órgãos nas plantas (LEMAIRE *et al*., 2009; MAZZANTI e LEMAIRE, 1994; PACIULLO *et al*., 2016; TAIZ e ZEIGER, 2009).

Isso pode ser verificado quando há mensuração em nível de perfilho individual, pois mesmo sabendo que as variáveis responsáveis pelo acúmulo de biomassa são geneticamente determinadas (LEMAIRE *et al*., 2009), é observado em híbridos de sorgo, em

que a medida que duplicava a dose de N provocou variações nas características no fluxo de tecidos (SILVA *et al*., 2012: Figura 4).

Tabela 3 - Índice de área foliar (IAF) e características relacionadas à morfogênese e estrutura de cultivares de *Brachiaria brizantha* nas épocas do ano

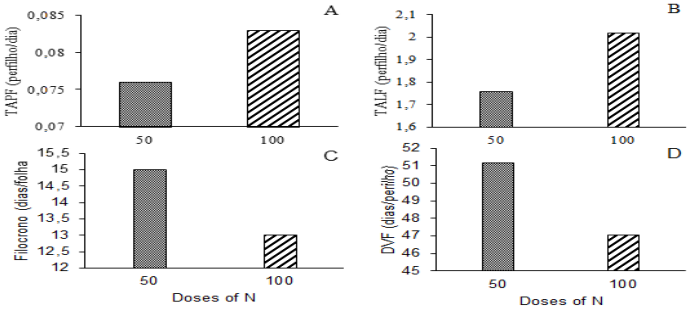
Variável	Primavera	Verão	Outono	Inverno	Valor p
IAF	2,12^{bc}	3,30^{a}	2,78^{ab}	1,71^{c}	0,001
Morfogênese					
TaPF	0,071^{ab}	0,087^{a}	0,062^{b}	0,033^{c}	<0,001
TaLF	1,00^{a}	0,887^{a}	0,817^{a}	0,329^{b}	0,001
TaLC	0,125^{a}	0,110^{ab}	0,0495^{ab}	0,034^{b}	0,001
Filo,	16,98^{bc}	11,59^{c}	17,79^{b}	30,94^{a}	<0,001
DVF	74,47^{b}	43,38^{a}	74,73^{b}	108,84^{a}	<0,001
Estrutura					
NFV	4,54^{a}	3,75^{b}	4,24^{a}	3,53^{b}	<0,001
CLF	18,41^{a}	17,07^{a}	17,02^{a}	15,39^{a}	0,227
DPP	233,74^{b}	294,18^{b}	325,22^{a}	232,96^{b}	<0,001

Fonte: OLIVEIRA *et al*., 2020. Dados não publicados.

Médias seguidas de letras iguais, minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. IAF: índice de área foliar: TaPF: taxa de aparecimento de folhas; TalF: taxa de alongamento de folhas; taxa de alongamento de colmos; Filo: filorono; NFV: número de folhas vivas; CLF: comprimento de lâmina foliar; DPP: densidade populacional de perfilhos.

Mazzanti e Lemaire (1994) relatam que as variáveis relacionadas à morfogênese apresentam uma forte relação (Figura 3), assim à medida que o efeito da adubação aumenta o processo de divisão celular para a renovação de órgãos (Figura 4A), provoca e redução no intervalo entre o aparecimento entre duas folhas (filocrono; Figura 4B), e com isso impactou em aceleração no fluxo de tecidos, pois reduziu a duração de vida de folha (DVF; Figura 4D).

Figura 4 - A: Taxa de aparecimento de folha (TAPF, folhas perfilho/dia); B: Taxa de alongamento de folha (TAlF, cm de lâmina foliar/perfilho/dia); C: Filocrono (Filoc, dias folha/perfilho); D: Duração de vida das folhas (DVF, dias = NFV x Filoc. Lemaire e Chapman 1996). Em função das duas doses de adubação nitrogenada



Fonte: Adaptado de SILVA *et al*., 2012).

Para Gastal e Lemaire (2015) essas respostas já eram esperadas, além disso, o N potencializa a absorção de carbono atmosférico e produção de fotoassimilados, devido o ganho em área foliar (Figura 4B). Por outro lado, os autores salientam que o grande entrave desse acréscimo na produção, está na forma como será realizado o aproveitamento de forma eficiente do produto forrageiro gerado, sendo necessário que ocorra a desfolhação de forma eficiente antes de ocorrer a senescência da forragem produzida.

Por outro lado, quando qualquer planta com potencial forrageiro, submetida a alguma situação de manejo com o objetivo de ser colhida pelo o animal, o manejo imposto causa efeitos sobre o fluxo de tecidos (BARBOSA *et al*., 2011; DIFANTE *et al*., 2011; MONTAGNER *et al*., 2011; SIMILI *et al*., 2008). Diante disso torna-se pertinente verificar a interação entre o manejo imposto aliado ao nível de adubação, além dos demais nutrientes essenciais para o desenvolvimento da planta.

7. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Baseado nos relatos literários das umas três décadas em ambientes multifatoriais o estudo do manejo de pastagem em nível de perfilho permitiu avanças importantíssimos na produção primária, pois foi possível observar os efeitos dos diversos fatores no crescimento e desenvolvimento da planta. Porém, é possível deduzir que há mais conhecimentos que deve ser desbravado quando se leva em consideração a existência dos grupos funcionais de gramíneas.

Diante disso, é possível inferir que existe uma carência de estudos que categorize os grupos funcionais de gramíneas em nível de exigência de fertilidade e captação de recurso.

Referências bibliográficas

BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. D.; EUCLIDES, V. P. B.; SILVA, S. D.; ZIMMER, A. H.; TORRES JÚNIOR, R. D. A. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, p. 329-340, 2007.

BARBOSA, R. A. *et al*. Morphogenic and structural characteristics of guinea grass pastures submitted to three frequencies and two defoliation severities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 947-954, 2011.

BARBOSA, R. A. *et al*. Morphogenic and structural characteristics of guinea grass pastures submitted to three frequencies and two defoliation severities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 947-954, 2011.

CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *In*: BAKER, M. J. (Ed.). **Grasslands for our world**. Wellington: SIR Publishing, 1993. p. 55-64.

CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. **Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation.** *In*: BAKER, M. J.

(Ed.) Grasslands for Our World. SIR Publishing, Wellington, p. 55-64, 1993.

CRUZ, P., *et al*. Une nouvelle approche pour caractériser les prairies naturelles et leur valeur d'usage**. Fourrages**. v. 172: p. 335-354, 2002.

DA SILVA, S. C.; JÚNIOR, D. N. **Ecofisiologia da produção animal em pastagens e suas implicações sobre o desempenho e a produtividade de sistemas pastoris.** VI Simpósio de Forragicultura e Pastagens. Lavras, 2007.

DA SILVA, S. C.; JÚNIOR, D. N.; EUCLIDES, V. P. B. **Pastagens: conceitos básicos, produção e manejo.** 1. ed. Viçosa: Suprema, 2008. 115 p.

DIFANTE, G. S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B. *et al*. Sward structure and nutritive value of tanzania guineagrass subjected to rotational stocking managements. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p .9-19, 2009.

DIFANTE, G. S. *et al*. Morphogenetic and structural characteristics of marandu palisadegrass subjected to combinations of cutting heights and cutting intervals. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 955-963, 2011.

DURU, M.; CRUZ, P.; MAGDA, D. Using plant traits to compare sward structure and composition of grass species across environmental gradients. **Applied Vegetation Science**, v. 7, 2004, p. 11-18.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. Morfologia de gramíneas forrageiras. *In*: FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. (eds.) **Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira.** Passo Fundo: RS, 2009. 340 p.

GARNIER, E. *et al*. Consistency of species ranking based on functional leaf traits**. New Phytologist**. v. 152, 2001. p. 69-83.

GASTAL, F.; DURAND, J. L. Effects of Nitrogen and Water Supply on N and C Fluxes and Partitioning in Defoliated Swards. *In*: HODGSON, J.; MORAES, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P. C. F. (eds.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology.** CABI Publishing, CAB international, Wallingford, Oxon OX10 8DE, UK, 2000. p. 22-23.

GASTAL, F; LEMAIRE, G. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilization in pasture: Review of the underlying ecophysiological processes. **Agriculture**, v. 5, n. 4, p. 1146-1171, 2015.

LAMBERS, H.; CHAPIN III, F. S.; PONS, T. L. **Plant Physiolgical Ecology.** Springer,

LARA, M. A. S.; PEDREIRA, C. G. S. Respostas morfogênicas e estruturais de dosséis de espécies de Braquiária à intensidade de desfolhação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. seven, p. 760-767, 2011.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. *In*: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems. Wallingford:** CAB International, 1996. p. 3-36.

LEMAIRE, G.; DA SILVA, S. C.; AGNUSDEI, M.; WADE, M.; HODGSON, J. Interactions between leaf lifespan and defoliation frequency in temperate and tropical pastures: a review. G**rass and Forage Science**, v. 64, n. 4, p. 341-353, 2009.

MATTHEW, C., HODGSON, J. **Grassview:** form and function of grass**.** Massey University, New Zealand, CD-ROM, 1999.

MATTHEW, C.; VAN LOO, E.N.; THOM, E.R. *et al*. Understanding shoot and root development. INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19. 2001, Piracicaba, **Proceedings**... Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 19-27.

MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue swards continuously grazed by sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilization. **Grass and forage Science**, v. 49, n. 3, p. 352-359, 1994.

MENEZES, B. B. Tissue flow and biomass production of piatã grass in function of defoliation frequency and nitrogen fertilization. **Colloquium Agrariae**, v. 15, 2019, p. 92-100.

MONTAGNER, D,; B,; NASCIMENTO JUNIOR, D,;SOUSA, B.M.L.; VILELA, H.H.; EUCLIDES, V. P. B.; SILVA, S. C.; SBRISSIA, A, F,; CARLOTO, M.N. Morphogenetic and structural characteristics of tillers of guinea grass of different age and grazing severities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 10, p. 2105-2110, 2011.

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; ADESE, B. **Acúmulo de biomassa na pastagem.** II Simpósio Sobre Manejo Estratégico da Pastagem. Viçosa, 2004.

NELSON, C. J. Shoot Morphological Plasticity of Grasses: Leaf Growth vs. Tillering. *In*: HODGSON, J.; MORAES, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P. C. F. (eds.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology.** CABI Publishing, CAB international, Wallingford, Oxon OX10 8DE, UK, 2000. p. 101-126. New York, 1998, 540p.

PACIULLO, D. S. C *et al*. Morphogenesis, biomass and nutritive value of Panicum maximum under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. **Grass and Forage Science**, v. 72, n. 3, p. 590-600, 2017.

PARSONS, A. J.; JOHNSON, I. R.; HARVEY, A. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation and to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass**. Grass and Forage Science**, v. 43, n. 1, p. 49-59, 1988.

PONTES, L. S. **Diversité fonctionelle des graminées prairiales:** conséquences pour la productivité et pour la valeur nutritive. Clermont-Ferrand, PhD Thesis. Université Blaise Pascal, 2006. 150 p.

QUADROS, F. L. F. *et al*. (2006). Uso de tipos funcionais de gramíneas como alternativa de diagnóstico da dinâmica e do manejo de campos naturais. *In*: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, João Pessoa. Proceedings... p. 1-4. CD-ROM.

SBRISSIA, A. F.; SILVA, S. C. D. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 35-47, 2008.

SBRISSIA, A. F.; SILVA, S. C da. O ecossistema de pastagens e a produção animal. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 731-754, 2001.

SBRISSIA, F. A.; DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. **Ecofisiologia de plantas forrageiras e o manejo do pastejo.** 24º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. FEALQ, Piracicaba, 2007.

SBRISSIA, F. A.; DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; PEREIRA, L. E. T. Crescimento da planta forrageira: aspectos relativos ao acúmulo e valor nutritivo da forragem. *In*: DA SILVA (ed.) **Intensificação de sistema de produção animal em pasto**. Piracicaba: SP, 2009. 278 p.

SCHNYDER, H.; SCHÄUFELE, R.; VISSER, R.; JERRY NELSON, C. J. An Integrated View of C and N Uses in Leaf Growth Zones of Defoliated Grasses. *In*: HODGSON, J.; MORAES, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P. C. F. (eds.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology.** CABI Publishing, CAB international, Wallingford, Oxon OX10 8DE, UK, 2000. p. 41-42.

SILVA, W. L *et al*. Características morfogênicas e estruturais de híbridos de sorgo submetidos a adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 4, 2012.

SIMILI, F. F *et al*. Forage mass production and grazing loss of sorghum hybrid in response to the density of the sowing and the spacing between planting lines. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1474-1479, 2011.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Tradução SANTARÉM, E. R. *et al*. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.

Capítulo 4

FORRAGEIRAS, RAÇAS E AMBIENTE PARA PASTAGENS

Wender Ferreira de Souza,[1] Itamar Pereira de Oliveira,[2] Wayron Araújo de Castro,[3] Katia Aparecida de Pinho Costa ,[4] Eduardo da Costa Severiano,[5] Mariana Borges de Castro Dias,[6] Matheus Moreira Marques[7]

Resumo: Ao iniciar um projeto para desenvolver um trabalho que necessariamente o seu custo deve pelo menos empatar o retorno econômico, vários pontos são alertados na escolha das forrageiras, animal e ambiente. Ao mesmo tempo, a importância desta realização está no objetivo central de produção de alimento. O cerrado, ao modelo das outras regiões em desenvolvimento no país, é pródigo em produção animal e vegetal, onde os mananciais de água e as equipes administrativas, técnicas e científicas se encontram sempre em atalaia para atualizar e tentar atingir recordes de suas realizações na agropecuária. A tecnologia refletida nas observações no binômio que constitui a relação custo-benefício é sempre positiva devido ao nível de produtividade que está sendo obtida nos diferentes ramos de atividade. Esses desafios têm sido contornados pelas observações, no caso das atividades agropastoris, observando, selecionando e solu-

1 Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde.

2 Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão – Goiânia.

3 Profissional técnico da COMIGO – Caiapônia.

4 Professora do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrária/Agronomia - Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Bolsistas do CNPq.

5 Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrária/Agronomia - Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Bolsistas do CNPq.

6 Pós-Graduando do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde.

7 Discente bolsista do Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde.

IR PARA SUMÁRIO ▲

cionando os pontos onde se encontram os gargalos que estão sempre presentes nos empreendimentos em atividade. Desse modo, os pontos discutidos são baseados nas condições de solo, planta e animal inclusos nos sistemas de produção.

Palavras-chave: Agregação de bens. Custo-benefício. Integração agricultura pecuária, Setor agropecuário. Solo-planta-atmosfera.

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de reforma e renovação de pastagem sempre existiram, após as primeiras aberturas das áreas consideradas com aptidão para desenvolvimento agropecuário. Contudo, na prática, a qualidade da forragem destinada à alimentação animal produzida naturalmente nunca teve a atenção necessária quando se compara os manejos das pastagens com os manejos das culturas produtoras de grão de consumo humano. Mesmo supostamente havendo as mesmas áreas originalmente disponíveis para pastagens, as atividades agropecuárias não podem ser comparadas como atividade para a utilização universal das mesmas tecnologias para todos e quaisquer níveis de empreendimento. Após mais de cinco séculos de atividade agropecuária no Brasil periodicamente, surgem os movimentos individualistas em algumas regiões produtivas onde agropecuaristas locais observam a importância de selecionar práticas e técnicas que aproveitem o potencial máximo das plantas e dos animais sem danificar as características do meio ambiente.

Atualmente, a tendência de abordagem na produtividade além do prazo, deve levar em consideração todos os fatores que possam resultar em consequências desagradáveis e outros componentes essenciais do ecossistema, bem como suas possíveis implicações na estabilidade e sustentabilidade do ambiente de

produção. É necessário considerar que pequenas causas primárias podem a longo prazo afetar intensamente o sucesso das atividades em utilização. Quando se trata da exploração de sistemas agropecuários sustentáveis onde se associam outros grupos de menor nível de conhecimento ou recursos para investimento, ainda são multiplicados o poder de atuação com resultados positivos com simultânea qualificação da mão de obra usuária da nova tecnologia utilizada. Naturalmente que o insucesso da atividade pode ser atribuído, em grande parte, a uma visão mais abrangente no que diz respeito à produtividade e à estabilidade dos agro-ecossistemas. Pode em consequência, ocorrer novos e maiores riscos com a mudança de atividade e tecnologias, ainda que se trata de produção rural que atravessa processos de transição socioeconômico e agroambiental, que espontaneamente vem ocorrendo, necessita de aprimoramento para continuar a ter a preferência de adaptação e competir sustentavelmente pelo mercado consumidor em quantidade e qualidade diferenciada (CARVALHO *et al*., 2007).

Da evolução com a adoção de novas tecnologias, alguns acontecimentos técnicos como o plantio direto, considerado um marco histórico para o progresso da exploração sustentável da agricultura em todo o território brasileiro, com ênfase na região do cerrado. Esta tecnologia tem o princípio básico a preservação da matéria orgânica e redução do excesso de movimentação de máquinas pesadas na superfície dos solos aráveis, elevando a produtividade nacional média aos níveis internacionais provenientes dos países evoluídos.

Ainda neste tempo, foram trabalhadas as técnicas de uso sustentável das bacias hidrográficas evitando com isso a movimentação de terras superficiais que atingiam e secavam os mananciais de água importantes para o homem, para a flora e

fauna local. Por permitir o uso contínuo dos solos declivosos em equilíbrio com os não declivosos, tornaram-se familiarizadas as técnicas das curvas de nível das bacias, ensinando os princípios de trabalhos necessários de associações e instruindo agropecuaristas trabalharem em equipe no controle de erosão e transporte de terras pelas águas das chuvas nas estações chuvosas. Nesse processo de criatividade continuada surgiram os princípios básicos da eficiência do uso da terra com o aproveitamento dos solos com forrageiras, principalmente as braquiárias, em consórcio com as culturas básicas de arroz, milho, soja, sorgo e milheto, evitando o máximo de uso de produtos químicos indesejáveis à saúde do homem. A forrageira era estudada para a produção de cobertura morta e manutenção do solo arável protegido com o objetivo de proteger e manter por mais tempo a umidade, pelo menos parcialmente, a água disponível para a manutenção de plantas e da microbiologia do solo. Basicamente, melhora o desenvolvimento de forrageiras que tornavam disponíveis para pastagens que serviam de complemento para a alimentação dos animais domésticos no período da seca.

Para o aprimoramento desses sistemas foram criados os Sistemas de Integração Lavoura e Pecuária utilizando além das braquiárias outras plantas de diferentes gêneros e espécies incentivando, ao mesmo tempo o uso da terra de plantio na época tradicional e também das safrinhas. Foram criados e incentivados os usos de máquinas e implementos para a agricultura familiar e também a intensificação dos cultivos de extensas áreas de agricultura de precisão. Outros sistemas complementares foram utilizados especialmente como o uso de semeio utilizando pequenos aviões para aplicação de corretivos e fertilizantes.

Ainda outros sistemas foram criados para utilizar os pânicos de qualidade e de alta produtividade com rendimentos compe-

titivos com outros gêneros de forrageiras. Ainda, outro processo tem sido incentivado, usando a aplicação de sementes de forrageiras pelo processo aéreo especialmente na cultura da soja em estágio de início de amarelecimento e senescência das folhas.

Outro sistema, que tem associados aos outros ramos da agricultura foi a criação do Sistema de Integração de Lavoura Pecuária e Floresta. Esse sistema vem crescendo simultaneamente fazendo o uso das tecnologias avançadas de produção com operações envolvendo lavouras tradicionais com modernas, forrageiras entre essências florestais principalmente eucaliptos. Contudo, outras árvores florestais estão sendo trabalhadas para serem usadas no aprimoramento do uso de madeira, cultivando forrageiras de qualidade para consumo animal além de poder contar com a produção de grãos para consumo humano e de madeiras de qualidade para o uso mobiliário e utilitários.

Em relação ao ambiente, as mudanças observadas no clima, as necessidades de consumo de alimento, na exigência do consumidor, essa movimentação técnica e científica tem recebido aceitação dos profissionais de todas as áreas que os envolvem, com efeitos positivos na balança comercial. O profissionalismo tem sido crescente aumentando os índices de criatividade com saldo positivo nos conhecimentos e realizações uma vez que a boa tecnologia dispensa tendências forçosamente orientadas pela mídia e pressões econômicas devido serem provenientes de resultados sequenciais de uma corrente evolutiva de produção.

2. RELAÇÃO CUSTO/BENEFÍCIO E RETORNO

As atividades agropecuárias, para desenvolverem, como em qualquer atividade comercial, devem ser baseadas em valores de quanto um empresário vai investir e quanto vai ter de retorno. Esse retorno pode ser de mudanças do processo de gestão

da empresa bem como obtenção de maiores lucros para se tornar competitiva com os concorrentes ou com outras atividades mais lucrativas.

As mudanças na gestão da empresa podem ser dirigidas no sentido da melhoria do uso dos insumos necessários para a atividade programada, na aparência da empresa para fazer do usuário dos bens da empresa satisfeito com o tratamento pessoal e público, a mudança do produto oferecido em função do crescimento ou necessidade de trocar as faixas de consumidores visando a maior procura pela atração externa que a empresa pode oferecer, não sendo o aumento do lucro o ponto principal da justificativa das mudanças. Para os economistas este custo benefício pode ser definido como uma análise comparativa entre o "preço e custo amplo" da execução de um projeto ou compra de um determinado produto e os reais benefícios que este investimento pode lhe trazer. O processo pode ser utilizado na administração de empresas e também na vida pessoal.

RSI = (RECEITA - CUSTO) X 100
RSI = retorno sobre custo ou investimento

Para entender uma fração dessas normas deve-se levar em consideração o de custo, ou seja, o valor de qualquer empreendimento que tenha objetivo, pode ser dinheiro, tempo, atenção, redistribuição de funcionários, entre outras coisas. O benefício não é, necessariamente, dinheiro, pode ser, uma melhora da imagem da empresa perante a sociedade, como é o caso da utilização de investimentos em reflorestamento e, práticas ambientais e sociais (MANKIW, 2017),

Sobre o fator lucro, considera-se o custo mínimo dos insumos e retorno econômico, máximo ou mínimo, que a atividade pode trazer ao agropecuarista. Em uma sociedade competitiva,

quando a ação começa a desrespeitar as normas, a saída é a avaliação do público que necessita do produto, todas as soluções vêm das leis de oferta e procura. Contudo, quando os produtos não sofrem a ação da competitividade tem-se a lei e as normas das autoridades administrativas governamentais, para evitar os abusos econômicos.

Possivelmente, a atividade pecuária que nem sempre traz lucro aos pecuaristas é a produção de leite. Os preços unitários oferecidos ao produtor quase sempre, não resultam em retorno, se considerar a extração de nutrientes realizada pelas forrageiras. Os usuários dessa atividade se justificam que embora conhecendo o problema dos preços recebidos pela produção constitui o fundo econômico, ou seja, uma entrada segura de capital que salva as despesas de manutenção da propriedade. As fontes controladoras dos preços por outro lado não tomam posição por considerar o leite um produto de primeira necessidade para o público consumidor. Assim, o usuário da atividade leiteira deve estar atento às raças produtoras de leite e a exigência dos animais para a produção de leite como raça Holandesa, Jersey, Pardo suíço, Raça Zebu leiteira, Gir, Guzerá, Sindi e Girolando. A raça mais comum no Brasil é a holandesa embora existem algumas raças mais produtivas uma vez que a maior produtividade dos animais com maior proporção de genes da raça holandesa não significa maior rentabilidade. Podem ocorrer casos em que o preço de produção é maior, em termos de exigência de uma raça, e a maior produtividade não corresponde os fatores a mais que aquela raça exige. Em sistemas de produção que utilizam mais pastagens e menor grau de tecnificação, vacas 1/2 HZ, cruzamento das raças holandesa cruzada com a zebu, e 1/4 HZ podem ser alternativa mais lucrativa para produtores de leite na região (COSTA *et al*., 2016).

3. REALIDADE DO SETOR AGROPECUÁRIO BRASILEIRO

O setor agropecuário brasileiro e mundial tem buscado atender à crescente demanda por alimentos, madeira, fibras e bioenergia. Concomitantemente à necessidade de aumento de produtividade, crescem as restrições para expansão sobre novas áreas para uso agropecuário. Assim, a tendência contínua é que, contraposto ao ligeiro aumento no rebanho bovino, haja diminuição de áreas destinadas à bovinocultura.

Neste caso, há necessidade de intensificação do uso da terra em áreas agrícolas e o aumento da eficiência e resiliência dos sistemas de produção podem contribuir para harmonizar esses interesses. É nesse cenário que a estratégia de integração lavoura-pecuária-floresta, que contempla os sistemas integração lavoura-pecuária como sistema agropastoril, silviagrícolas, silvipastoris e agrossilvipastoris tem sido apontada como alternativa para conciliar esses conflitos de interesse da sociedade. Entretanto, adoção desses sistemas integrados de produção ainda é relativamente pequeno no Brasil, cerca de 11,5 milhões de hectares (GONTIJO NETO *et al.*, 2018).

Neste sentido, o Governo Federal instituiu na última década, o Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) estimulando a implantação de sistemas integrados, como estratégias para mitigação da emissão de gases de efeito estufa na agropecuária, com disponibilidade de linha de crédito para financiamento de projetos que adotem esta tecnologia.

Paralelamente, nota-se uma preocupação crescente com a conservação ambiental e a necessidade de uso mais eficiente dos recursos naturais e de insumos para atendimento das demandas atuais e futuras. Deste modo, a produção agropecuária poderá desempenhar seu papel, com benefícios socioeconômicos e ambientais, trilhando o caminho da sustentabilidade.

Somadas, tais exigências, principalmente vindas da comunidade internacional e relacionadas à cadeia produtiva da carne bovina como um todo, indicam uma oportunidade adicional para exportação do produto brasileiro. Para alcançar sucesso, alguns aspectos importantes na produção da carne bovina devem ser considerados, por exemplo, o bem-estar animal, a conservação do solo e da água, a mitigação da emissão de gases de efeito estufa (GEEs) e o sequestro de carbono, como prestação de serviços ambientais em áreas com pastagens.

4. PASTAGENS DO CERRADO BRASILEIRO

A região Centro-Oeste possui uma das maiores áreas de pastagens cultivadas do Cerrado, no entanto, estima-se que 80% dessas áreas encontram-se com algum estágio de degradação. E isso gera uma preocupação muito grande para os pecuaristas, porque as pastagens constituem a base da dieta do rebanho bovino, em virtude do seu baixo custo de produção, alto potencial produtivo, bom valor nutricional, boa aceitabilidade e adaptação aos diversos ecossistemas brasileiros, garantindo sua longevidade.

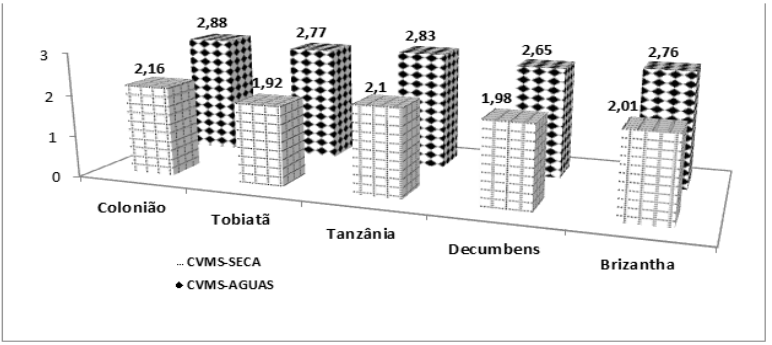
A grande maioria das pastagens é implantada inadequadamente, além de mal manejada e explorada de forma extrativista, favorecendo o início do processo de degradação. Como principais fatores envolvidos na degradação das pastagens, destacam-se:

a. Espécies ou cultivares de forrageiras inadequadas às condições de clima, solo e nível tecnológico adotado;
b. Uso de semente de baixa qualidade e de taxa de semeadura insuficiente;
c. Preparo de solo e técnica de plantio/semeadura inadequada;
d. Ausência de práticas conservacionistas, o que leva à erosão do solo;

e. Falta de corretivos e fertilizantes na formação e na manutenção das pastagens;
f. Manejo inadequado da carga animal;
g. Ausência de práticas de prevenção e controle de pragas, doenças e invasoras.

Constituindo um mesmo sistema, de tal maneira que há benefícios para ambas.

Figura 1 - CVMS – Consumos voluntários de matéria seca total kg.100 kg^{-1} de peso vivo



Fonte: Adaptado de Euclides *et al*., 1996; Euclides *et al*., 1993 b; Euclides *et al*., 1991.

Para a exploração de uma pecuária de forma sustentável, a recuperação das pastagens, em algum momento, torna-se inevitável. Existem duas grandes alternativas para recuperação ou renovação das pastagens, sendo diretamente ou por meio de sistemas integrados de produção, ou seja, utilizando a integração lavoura-pecuária (ILP) ou a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF).

A recuperação das pastagens diretamente é recomendada quando o diagnóstico das condições edafoclimáticas, de infraestrutura, de mão-de-obra e financeiras do sistema de produção não forem favoráveis para adotar-sistemas de ILP, sendo que, neste

caso, todos os custos do investimento com a recuperação devem ser amortizados pela produção animal, com menor rentabilidade.

Entretanto, a recuperação das pastagens, por meio da ILP, é recomendada quando o diagnóstico for favorável para a diversificação, a rotação, a consorciação e a sucessão das atividades agrícolas e pecuárias dentro da propriedade rural de forma planejada,

Possibilita, como uma das principais vantagens, exploração econômica durante todo o ano ou, pelo menos, na maior parte dele (Figura 1), favorecendo o aumento na oferta de grãos, de fibras, de madeiras, de lã, de carne e de leite a um custo mais baixo devido ao sinergismo que se cria entre a lavoura e a pastagem (EUCLIDES *et al*., 1996; EUCLIDES *et al*., 1993; EUCLIDES *et al*., 1991). Ao mesmo tempo a alimentação diária deve ser observada de modo a não faltar alimento para o animal e reduzir ao máximo o consumo voluntário de massa seca (Figura 1). Teoricamente a ingestão de forragem é realizada até cobrir a necessidade do animal havendo uma relação direta entre ingestão e desempenho, ao mesmo tempo que, esta necessidade pode variar com a raça e idade do animal registrando ainda efeitos indiretos da ação do processo de pastejo e composição da forragem.

Além disso, destaca-se outros benefícios potenciais da ILP como melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo; redução da pressão de doenças, insetos-praga e plantas daninhas; maior produtividade dos componentes planta e animal, redução da sazonalidade de oferta de alimentos; e redução de riscos de produção e financeiro pela diversificação de atividades.

Três modalidades de integração se destacam: fazendas de pecuária, em que culturas de grãos de arroz, soja, milho e sorgo e outras são introduzidas em áreas de pastagens para recuperar a produtividade dos pastos; fazendas especializadas em lavouras de grãos, que utilizam gramíneas forrageiras para melhorar

a cobertura de solo em sistema plantio direto, e, na entressafra, para uso da forragem na alimentação de bovinos , conhecida como "safrinha de boi"; e fazendas que, sistematicamente, adotam a rotação de pasto e lavoura para intensificar o uso da terra e se beneficiar do sinergismo entre as duas atividades. Esses sistemas podem ser praticados por parcerias entre lavoureiros e pecuaristas.

Nessas parcerias, além de se aproveitar a forragem produzida no consórcio, os resíduos da colheita de grãos "bandinha e casquinha de soja", "piolho de algodão", palhada de milho, entre outros, são utilizados como suplementos para a alimentação animal, no período de seca, em pastejo ou em confinamento.

Não existe o melhor sistema de ILP e sim as melhores condições para a adoção de certo sistema de ILP, que é determinado pelo diagnóstico realizado em região específica e na propriedade, de acordo com os objetivos do proprietário e da disponibilidade e qualificação da mão-de-obra nos níveis gerencial e operacional.

O tempo de exploração da lavoura ou pecuária vai depender do sistema de ILP adotado, podendo-se utilizar a pecuária por um mês até cinco anos e retornar novamente com a lavoura, sucessivamente. Nesse caso, as lavouras de grãos têm por principal objetivo, recuperar as pastagens degradadas, aumentando a produtividade e a qualidade das forrageiras e potencializando a produtividade e a lucratividade da pecuária.

As culturas de milho e de sorgo, em virtude da maior capacidade de competição com as gramíneas forrageiras *Brachiaria* e *Panicum maximum*, na fase inicial de estabelecimento, têm sido as mais adotadas nos consórcios cultura anual - pasto. Alternativas para minimizar essa competição geralmente ocorrem como plantio defasado, ou seja, sobressemeadura, uso de sub doses de herbicidas para reduzir a competição da forrageira com a cul-

tura de grãos por supressão e arranjo de plantas considerando diferentes populações e linhas intercaladas.

Além disso, alternativas para realizar o consórcio de forma simultânea é colocar a semente da forragem na caixa de fertilizantes da plantadeira com adubo, porém esta mistura deve ser semeada no mesmo dia, evitando a queima da semente provocada pelo fertilizante.

Quanto a fase de implantação do sistema de ILP, deve-se atentar antes de iniciar o plantio, é preciso calcariar o solo, corrigir a acidez, com antecedência de 60 a 90 dias, considerando que o corretivo comercial geralmente demanda umidade para reagir. Não há uma fórmula pronta para o preparo do solo. Vale ressaltar que a aplicação de corretivos e fertilizantes deve ser baseada na exigência da cultura anual. Contudo, isso deve ser realizado, impreterivelmente com indicação da análise do solo.

5. SISTEMAS DE CULTIVOS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA

O manejo das pastagens adotado em sistemas tradicionais visa, além da produtividade, a longevidade das mesmas. Na ILP, o manejo deve ser mais intensivo, pois a vida útil da pastagem é menor, em decorrência da rotação com a lavoura. Assim, os solos apresentam maior fertilidade e o potencial de produção forrageiro é maior, podendo-se reduzir a altura de pastejo e os dias de descanso. Está prática estimula um maior perfilhamento das plantas, minimizando a formação de grandes touceiras e aumentando o ganho animal.

Assim, novas opções tecnológicas foram surgindo para formação ou recuperar e ou renovação da produtividade das pastagens. Dentre estas, o sistema Barreirão lançado em 1991 é constituído por um conjunto de tecnologias e práticas de recuperação de pas-

tagens degradadas e em degradação. A principal característica desse sistema consiste na aração profunda com arado de aiveca. Dessa forma, incorporando em profundidade os corretivos, fertilizantes e banco de semente de plantas daninhas (OLIVEIRA *et al*., 2010, OLIVEIRA, *et al.*, 1996). O desenvolvimento deste sistema de consórcio com culturas anuais, arroz, soja, milho, sorgo, milheto, com espécies forrageiras, procura reduzir os riscos da cultura anual e deixar resíduos de adubo para o pasto consorciado e formado após a colheita da cultura granífera. Nesse sistema, utiliza-se novamente a lavoura a cada três ou quatro anos para recuperação de pastagem. Quando se utiliza soja com forrageira, é necessária aplicação de metade de uma dosagem de herbicida para controlar o desenvolvimento da forrageira aproximadamente no meio do ciclo de crescimento da soja, para evitar que a forrageira possa prejudicar o desenvolvimento da soja (JAKELAITIS *et al*., 2004; 2005). A forrageira fica paralisada e a soja fica meio arroxeada por alguns dias, mas sem grandes problemas no seu desenvolvimento e rendimento dos grãos.

No final dos anos 1990 surgiram várias propostas para produção de grãos, as quais envolviam o uso de sistemas de ILP com rotação lavoura-pastagem, e em 2001 foi lançado o Sistema Santa Fé (KLUTHCOUSKI, *et al*., 2003). Este sistema se fundamenta na produção consorciada de culturas de grãos, especialmente o milho, o sorgo, o milheto e a soja, com forrageiras tropicais, principalmente do gênero *Brachiaria*, em áreas de lavoura com solo parcial ou totalmente corrigido; tem como objetivo produzir forragem para a entressafra, palha em quantidade e qualidade para o SPD e plantio convencional.

Outros sistemas de ILP vêm sendo desenvolvidos, por exemplo, o Sistema Santa Brígida, que é um consórcio triplo entre milho, braquiárias e uma espécie leguminosa, especialmente o

feijão guandu. Os principais objetivos desse sistema foram de produzir forragem mais rica em proteína, aumentar a fixação biológica do nitrogênio (FBN) e, com isso, reduzir a necessidade de fertilizante nitrogenado no cultivo em sucessão.

Para solos arenosos ou de textura média, foi desenvolvido o Sistema São Mateus, que tem como base a utilização do sistema de ILP com a antecipação da correção química e física do solo, cultivo das pastagens e, em seguida, do cultivo de soja em SPD para amortizar os custos da recuperação de pastagens degradadas depois de recuperar a fertilidade física e química do solo.

Recentemente, foi desenvolvido um novo sistema de integração lavoura-pecuária, denominado Sistema Santa Ana, destinado principalmente aos pecuaristas que precisam reformar pastagens e, ao mesmo tempo, produzir silagem. Sendo assim, após a ensilagem, tem-se um pasto produtivo, que sustenta boa lotação na seca e ainda fornece grande quantidade de massa para plantio direto da soja na safra seguinte.

O último sistema de ILP lançado, denominado de São Francisco consiste na sobressemeadura de forrageira do gênero *Panicum* de porte alto sobre lavoura de soja ou milho em final de ciclo. Se manejado corretamente, o sistema auxilia na formação ou renovação de pastagens degradadas, garantindo forragem em quantidade e qualidade para o rebanho bovino no período seco do ano no Brasil Central e palhada suficiente para o sistema plantio direto das culturas de verão subsequentes.

Para garantir a estabilidade de ganho de peso no rebanho no período seco, Alvarenga *et al*. (2007) observaram, em pastagem de *P. maximum* cultivar Tanzânia, estabelecida em consórcio com milho, ganhos de peso em novilhos de recria entre 700 e 900 g por animal por dia.

Outros resultados demonstraram diferentes produtividades em pasto degradado e em comparação com pasto renovado, foram obtidos resultados de 51 e 310,5 kg por hectare por ano equivalente de carcaça, respectivamente (MARTHA JUNIOR *et al*., 2007).

De forma geral, a amplitude de ganho de peso vivo em pasto de primeiro ano, em sistemas de integração lavoura-pecuária, tem variado de 600 a 1200 kg ha^{-1} por ano, em função da amplitude nas condições edafoclimáticas e do manejo nos diferentes locais (MARTHA JUNIOR *et al*., 2006).

A intensificação do uso dos fatores de produção merece destaque, pois é possível manter a área produzindo o ano todo, por exemplo: soja na primeira safra de verão, milho consorciado com uma gramínea forrageira e, depois da colheita, alimentação animal na estação da seca. Com essa diversificação de atividades, há uma redução de risco de produção e financeiro pela diluição dos custos, além da possibilidade de manutenção de mão de obra definitiva nas propriedades diminuindo o êxodo rural.

Exemplos de impactos positivos do sistema de Integração Lavoura Pecuária (ILP) na modalidade boi safrinha podem ser observados: a) ganhos de produtividade de soja de 10% a 15% quando em sucessão à pastagens de maior produtividade; b) no sistema de ILP com pastagem de curta duração apenas na estação da seca, tem-se observado ganho de peso, em equivalente-carcaça, entre 6 arrobas ha e 12 arrobas ha; e c) ciclagem de nitrogênio, fósforo e potássio, estimada em equivalente-fertilizante, em torno de 60 kg ha^{-1} ano^{-1} de ureia, 95 kg ha^{-1} de superfosfato simples e 85 kg ha^{-1} de cloreto de potássio, respectivamente .

De forma geral, conclui-se que os sistemas ILP de produção agrícola e pecuária possibilitam o uso intensivo do solo, sem perder de vista critérios técnicos de manejo e de conservação do solo e da água. É a maneira mais sustentável e econômica para

formação, recuperação e/ou renovação da imensidão de áreas de pastagens degradadas existentes em todas as regiões agrícolas brasileiras. Posto em prática, haverá significativa redução da pressão de desmatamento em áreas de fronteiras agrícolas como a do Cerrado e da Floresta Amazônica.

Em 2009 foi lançado o boletim da linha tecnológica Recuperação e Manejo de pastagem na Região Sul do Brasil, dentro de um Plano de acordo com a Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (ABC) com o compromisso de reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) na 15ª Conferência das Parte _COP15 ocorrida em Copenhague (PEREZ; SILVEIRA, 2009). Propõe-se neste boletim, a recuperação ou o melhoramento do potencial produtivo de uma pastagem com benefícios econômicos e ambientais, melhorando a renda do produtor, ajudando o país a alcançar as metas de redução de emissão de carbono para a atmosfera, contribuindo para o plano ABC do Governo Federal.

Ao planejar ações para a reversão da degradação, é importante identificar as causas, analisando o sistema de produção como um todo, e assim buscar uma estratégia de ação econômica e duradoura. Procura-se trabalhar no controle das práticas de manutenção e/ou recuperação do potencial produtivo englobando a utilização de carga animal adequada, construção da fertilidade do solo pela reposição de nutrientes e conservação do solo, controle de espécies indesejáveis, divisão e diferimento das pastagens. No entanto, estas abordagens fazem parte, de forma conjunta, do sistema de produção que interagem entre si. Com esses princípios, trabalha-se as modificações dos pontos fracos observados que levam a necessidades de ajustes em outros (YOKOYAMA *et al*., 1995). Explica-se pelo aspecto mais conhecido, um pasto tende a crescer mais rapidamente quando se corrige

sua fertilidade mas necessita de novos ajustes da carga animal para que o sistema como um todo se beneficie dessa adubação.

6. ESCOLHA DO SISTEMA INTEGRADO

Outro fator relevante na escolha do sistema é quanto as espécies e/ou cultivares mais indicadas para cada sistema integrado:

a) Culturas anuais mais utilizadas para a produção de grãos em ILP

Utilizar as espécies/cultivares de ciclo precoce a médio, principalmente, quando consorciadas com as forrageiras tropicais, possibilitando a implantação de lavouras ou pastagens em safrinha.

b) Forrageiras perenes mais indicadas para a integração lavoura-pasto

Tem por objetivo principal a rotação de culturas e a produção de palhada para o plantio direto. As mais indicadas são do gênero *Brachiaria* (*Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria decumbens, Brachiaria brizantha* (Marandu, Xaraés, Piatã, Paiaguás e Ipyporã) e Panicum maximum (Mombaça, Tanzânia, Tamani, Zuri e Quênia).

Quando o objetivo é a produção de carne e leite, a rotação de culturas e produção de palhada para o plantio direto deve ser realizado. As forrageiras mais indicadas são *Brachiaria brizantha* cvs. Piatã, Xaraés e Marandu; *Brachiaria ruziziensis*; *Panicum* sp. cvs. Massai, Tanzânia, Mombaça e Tamani, Zuri e Quênia.

Além disso, na implantação do sistema ILP, deve-se utilizar semente de melhor qualidade, com alta pureza e germinação, baixa dormência e, de preferência, tratadas com fungicida e inseticida.

A taxa de semeadura a ser utilizada depende da espécie ou cultivar, objetivo de utilização, condições de clima, solo, ocor-

rência de pragas e invasoras, equipamento disponível e sistema de plantio.

De modo geral, deve-se aumentar a taxa de semeadura em 20 a 40% para semeadura na safra tradicional de plantio e aumentar de 40 a 60 %, na safrinha, onde os riscos climáticos são maiores. O aumento da taxa de semeadura tem como objetivo garantir um estabelecimento mais uniforme da cultura de cobertura. Para a pecuária, o uso de tecnologia apropriada resulta em maior produtividade de forragem, antecipa a utilização pelos animais, favorecendo obtenção de maior produtividade de carne e leite. Para a lavoura subsequente, uma boa formação da pastagem favorece a cobertura do solo mais uniforme, minimiza a formação de touceiras, facilitando o processo de dessecação e de plantio direto da cultura (ALMEIDA *et al*., 2010, 2009).

7. RAÇAS BOVINAS MAIS CONHECIDAS NO BRASIL

As raças preferidas para a criação de gado estão associadas ao objetivo que se selecionou para a atividade programada, seja produção de leite ou carne. Mesmo que o país seja constituído por uma mistura de raças e caracterizado por diferenças características regionais a força do agronegócio está sempre presente nas programações continentais.

Em relação a atividade leiteira, muitas empresas rurais têm surgido e outras foram abandonadas por deixaram de ser sustentáveis. Baseada nestas observações, a mão de obra qualificada atrelada em uma gestão de qualidade constitui fatores que levam a sustentabilidade do processo. Desse modo, quando o produtor planeja iniciar ou melhorar a criação de vacas leiteiras, uma iniciativa importante é a escolha da raça de acordo com o sistema de produção selecionado associado ao processo de criação, ou seja, extensiva, intensiva, ciclo completo do período das ati-

vidades, venda de matriz, criação de bezerros ou novilhas, raças de dupla aptidão dentre outras.

Quando a atividade inclui um sistema intensivo, como o confinado, geralmente o objetivo é se organizar para a produção de leite, sendo pautada a escolha de vacas com alta produção, boa quantidade de sólidos do leite porque quase sempre o produtor é ressarcido pelo percentual de gordura do leite. Ainda cuidados especiais também são requeridos quando o sistema for menos intensivo, o animal, muitas vezes tem que caminhar até o elemento, recomenda-se vacas medianas em produção. Considera-se nesse caso que a produção é mais baixa, mas a rusticidade é maior, compensando os erros de manejo e adversidades climáticas sem grandes prejuízos.

7.1 - Raças de gado de leite

a. Raça holandesa, os maiores investimentos nas raças para produção de leite listadas em preferência sobressaem os animais da dessa raça, de origem europeia mais disseminada em todo o mundo. Possui pelagem branca e preta, ou branca e vermelha, exigente ao clima, conforto e manejo. A matriz é muito utilizada em cruzamentos devido ao seu potencial leiteiro. As novilhas, por poderem ter filhos aos dois anos de idade, a produção de leite varia entre 6 a 10 mil kg em três ordenhas por dia de lactação.

b. A Raça Jersey, europeia, é muito rústica, ou seja, se adapta mais fácil a diferentes condições de clima e local além de apresentar boa produção de leite, elevada fertilidade e grande longevidade. Por isso é considerada a segunda melhor ração leiteira. Apresenta pequeno porte de pelagem que varia entre pardo escuro ao amarelo claro. Seu leite apresenta elevados teores de proteína e gordura.

Suas novilhas são precoces sexualmente podendo ter a primeira cria entre 15 e 18 meses de idade. A produção média de leite se encontra entre 3.500 a 5.500 mil litros em 305 dias de lactação. A preferência do pecuarista pela raça é devido a qualidade diferencial do leite.

c. A Raça suíça parda é considerada uma das raças europeias mais antigas do mundo, embora seja usada para a produção de carne é também manejada para produção leiteira. Apresenta pelagem clara a cinzenta escura, constituída por animais rústicos de alta fertilidade e longevidade. O primeiro parto ocorre aos 30 meses de idade. Produz 2.500 litros de leite em 200 dias de lactação.

d. Raças zebuínas leiteiras diferenciadas: Raças Gir, Guzerá e Sindi. São de origem indianas e se diferenciam das raças europeias pela rusticidade, facilmente adaptáveis ao calor excessivo e à alta umidade do ar. São pouco exigentes à alimentação de alta qualidade nutricional.

d.1) A Raça Gir é utilizada em cruzamentos. Apresenta alto porte e com pelagem variada. A presenta temperamento dócil e longevidade produtiva e reprodutiva. O primeiro parto ocorre em torno de 43 meses. A produção média de leite é aproximadamente de 777 kg em 286 dias, com recordes de 78, 370 quilogramas por dia.

d.2) Raça Guzerá foi a primeira raça utilizada pelo homem. Possui fácil adaptação, é de dupla aptidão podendo assim produzir leite e carne. Uma boa característica é poder apresentar a primeira cria em cada 13 meses. Sua produção média de leite encontra entre 2070 quilogramas em 270 dias. Além do percentual

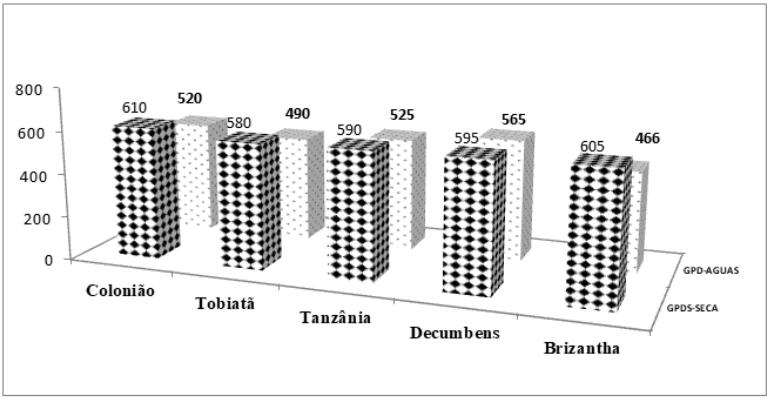
de gordura do leite, sua rusticidade é caracterizada por ser pouco exigente em manejo, e por isso é indicada para os agropecuaristas com pequena prática na atividade de manejo de gado leiteiro com pouco conhecimento do manejo correto.

d.3) A Raça Sindi é uma raça milenar de dupla aptidão, muito indicada para regiões mais secas de pouco recursos. Por isso, vem ganhando mercado no Brasil. Apresenta porte pequeno e pelagem vermelha, variando entre o vermelho escuro ao amarelo-alaranjado com pintas brancas. A produção média dia se encontra em torno de 226 kg em 250 dias. O gado Girolando é o produto do cruzamento da raça zebuína Gir com a Raça Holandesa agregando a rusticidade da Raça Gir e a alta produção da Raça Holandesa. São precoces sexualmente, apresenta boa longevidade e fertilidade. O preço unitário dos animais por ser gado mestiço são mais baixos do que os de raças puras. A produção de leite é considerável uma atividade sustentável com uma produção média em torno de 5061 kg em 283 dias (PEREIRA, 2018).

Ao mesmo tempo, as raças de corte principalmente, apresentam rendimento em função do manejo a que estão submetidas, que interfere no desempenho produtivo e reprodutivo dos animais. Os parâmetros de avaliação de uma raça de corte preferencialmente incluem precocidade ou a taxa de ganho de peso (Figura 2), a idade do abate, entre outros, associados aos fatores associados ao manejo animal a serem considerados nos rebanhos de corte.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 2 - Ganho de peso diário na época das águas e na época das secas



Fonte: Euclides *et al*., 1997.
GPDS – ganho de peso diária na seca. GPDA – ganho de peso diário nas águas.

Quando se tem lote de animais a avaliação visual de animais contemporâneos deve seguir as recomendações específicas dos ancestrais e suas modificações em cada ciclo de desenvolvimento. Os lotes em grupos com no máximo 30 dias de diferença de idade do mais novo para o mais velho conhecendo cientificamente a definição para cada uma das características a serem avaliadas. Para uma boa avaliação é necessário observar e identificar os animais médios para cada uma das características que as classificam entre os animais a sua classe. Para uma situação presente, a avaliação a ser realizada deve ser realizada pelo mesmo ou vários avaliadores em um determinado lote e momento. O local deve ser o mesmo e que permita a mesma visão de todos os animais no ato da avaliação. No momento da avaliação, não preocupar com o desempenho do animal e de seus progenitores isolando o pedigree do animal tentando uma avaliação rápida e mais precisa possível.

É importante que a seleção funcional em gado de corte envolva diferentes competências para atender a todos os requisitos que

podem ter impacto econômico na produção. Além de observar o grupo, podendo contar ainda com as ferramentas que permitem a mensuração animal de forma objetiva considerando as características economicamente relevantes. Muitos parâmetros são simples e comuns que devam ser considerados como o peso dos animais, o perímetro escrotal, a altura, a amplitude torácica, a espessura de gordura, dentre tantas outras. Algumas características, igualmente importantes, muitas vezes não são disponíveis no momento de uma a avaliação objetiva e necessita de instrumentos especiais, mesmo assim para esse grupo de características, a percepção visual humana é recomendada como uma avaliação complementar. A seleção visual complementa valores à seleção objetiva, sendo ao mesmo tempo imperioso observar alguns critérios acompanhados por comissões e avaliadores destacando a capacidade do avaliador em captar e discernir as diferenças visuais (JOSAHKIAN; MACHADO, 2009,2013).

7.2 - Raças de gado de corte

a) Raça Canchim

O Canchim é pertence a uma raça originada no Brasil. A raça foi desenvolvida a partir de 1940 pelo técnico Teixeira Vianna, na Fazenda Canchim, do Ministério da Agricultura, em São Carlos (SP), através de cruzamentos entre touros Charoleses e vacas Zebu Indubrasil. É adaptado às condições nacionais de pasto e clima. É excelente produtor de carne e está espalhado por todo o país. Seu sangue tem 5/8 Charolês e 3/8 Zebu.

Seu comportamento dócil e sua pelagem baia ou amarela brilhante, em diversas tonalidades, associado às mucosas rosadas ou escuras, são suas características marcantes. Precoce, rústico e resistente ao calor, esse animal é um ótimo produtor de carne;

seu rendimento de carcaça chega a 60%. O peso médio dos bezerros ao nascer é acima de 34 kg, atingindo 353 kg aos 18 meses e 410 kg aos 24. Em cruzamentos com vacas zebus produz mestiços pesados e precoces, muito convenientes para os nossos sistemas de criação e de engorda.

b) Raça Caracu

O gado Caracu tem sua origem muito discutida. Embora sua procedência seja do antigo gado Minhoto e Alentejo, esses bovinos foram trazidos por portugueses trazidos para o Brasil na época colonial. É um gado extremamente rústico, que vive e se reproduz mesmo em pastagens de má qualidade. O Caracu produz leite e carne e é adequado para tração, mas deixa muito a desejar quando comparado a raças especializadas. Vem sendo muito utilizado para cruzamento industrial. Inicialmente, foi encarado como um boi de corte, embora sempre fosse reconhecido como excelente animal de trabalho. Depois, procurou-se o desempenho de três funções econômicas enquadrando produção de carne, leite e tração, com interesse especial nas duas primeiras. Possui pelagem amarela, alaranjada uniforme, variando na tonalidade. O couro é de espessura média, macio e solto. As mucosas ao redor dos olhos são desprovidas de pigmentos. Sexualmente, é um pouco tardio. Extremamente rústico, graças à sua longa adaptação ao nosso país, é bastante resistente às moléstias endêmicas e a ectoparasitas.

c) Charolês

O Charolês é um gado que surgiu na França, onde está difundido por todo o país. Seu nome deriva da antiga província francesa de Charolês. Sua extraordinária produção de carne fez com que esse gado se espalhasse por todo o mundo apesar de ter sido, em sua origem, um gado de tripla aptidão, carne, trabalho e

leite. No Brasil é usado principalmente na formação de rebanhos em início de organização do gado.

d) Canchim Mestiço

Recomendada para a produção de mestiços destinada ao corte. Os novilhos comuns rendem no abate de 58 a 62%, tendo a carcaça boa distribuição de gordura. É excelente ganhador de peso em confinamento. Seu peso na idade adulta é de 600 a 800 kg nas vacas e 800 a 1.100 kg nos machos adultos. Apresenta pelagem branca ou creme, uniforme. Suas mucosas são róseas.

e) Raça Devon

De origem Britânica, mais precisamente das montanhas do condado de Devon e Sommerset na Inglaterra, este gado é considerado de tripla aptidão, carne, leite e trabalho. Porém nos demais países onde foi introduzida, é um animal essencialmente produtor de carne. Fora da Inglaterra, cria-se o Devon na América do Norte, Rodésia, Colônia do Cabo, Argentina, Nova Zelândia, Uruguai e Brasil. Muito apto à engorda, com um rendimento de carcaça bastante elevado, que chega a atingir 70%. Sua carne é das melhores, tendo a gordura bem distribuída, entremeada. Seu peso médio adulto é de 500kg nas fêmeas adultas e entre 600 a 800 kg nos machos com uma estatura de 1,25 m e 1,40m, respectivamente. É caracterizado pela pelagem vermelha uniforme e chifres cor de cera, com as pontas escuras. Prestam-se ao regime extensivo, mesmo em terrenos acidentados.

f) Raça Hereford

A raça formou-se no condado de Hereford, Inglaterra, sobre terras onduladas e vales férteis. Seu melhoramento genético foi voltado para a qualidade da carne. Gado de clima frio, atualmente é encontrado nos Estados Unidos, Canadá, Nova Zelândia, Aus-

trália, Argentina, Uruguai e sul do Brasil. Sua aptidão para produção de carne é caracterizada por chegar ao abate aos 18-20 meses de idade e sua fácil adaptação a pastos mais grosseiros, são as características que fazem a raça Hereford famosa. O Hereford pode ser superado pelo Shorthorn em precocidade, mas leva vantagem na qualidade da carne, rusticidade e reprodução. Seu peso chega a 540kg nas fêmeas e 850kg nos machos. Sua carcaça se distingue pela gordura entremeada bem distribuída, dando aos cortes um aspecto marmorizado. O rendimento de carcaça é alto. O cruzamento com o zebu, resulta na produção de ótimos mestiços em conformação e precocidade. Não é adaptado a pastagens grosseiras, porque é uma raça de crescimento rápido e precisa encontrar no pasto os elementos necessários ao desenvolvimento normal. Suas qualidades leiteiras são apenas suficientes para o bezerro. As vacas procriam com regularidade, quando adequadamente nutridas. No Brasil, cria-se desde o Rio Grande do Sul até a Bahia, sendo uma das raças de corte europeias que melhor suportam o clima tropical. É muito difundida no Rio Grande do Sul e Uruguai; em diversos países constitui o os maiores rebanhos da criação de gado de corte.

g) Raça Indubrasil

O Indubrasil surgiu na região do triângulo mineiro, resultado do cruzamento quase que espontâneo das raças Gir, Guzerá e, em menor proporção, Nelore. A ideia principal era de unir as boas qualidades de cada, numa única raça nacional. O gado Indubrasil ocupa atualmente o quarto lugar entre as principais raças de origem indiana criadas no Brasil. Teve a sua época áurea entre os anos 1920 e 1935. A partir de 1940, os criadores voltaram suas criações para as raças puras indianas e o gado Indubrasil passou a ser explorado por grupos que reconhecem as qualida-

des da raça. A aptidão econômica desse gado é a produção de carne. São encontra rebanhos no sul da Bahia, norte de Minas e em Goiás. As aptidões e qualidades se assemelham muito às das outras raças zebuínas. Todavia, como é uma raça originária de cruzamentos relativamente recentes, sem muita homogeneidade, não apresenta os mesmos resultados de produção. Ainda se planeja nesta seleção bem orientada, ser possível que se torne uma raça altamente produtiva. É um gado de peso físico elevado chegando 700 kg nas fêmeas 1000 kg nos machos.

h) Raça Nelore

Originário da Índia, é constituído por um importante grupo de raças, dentre as quais se sobressaem a Hariana e a Ongole. O berço da raça Ongole é a região do mesmo nome, no Estado de Madras. Esta região compreende Ongole, Guntur, Nelore, Venukonda e Kandantur, com elevado número de animais puros nessa região. No passado o Ongole foi exportado em grande escala para a América tropical e outros países, com a finalidade de melhorar o gado nativo, através de cruzamentos. A raça Nelore é essencialmente produtora de carne. Dentre as variedades trazidas da Índia, é a que vem sofrendo mais seleção, objetivando a obtenção de novilhos para corte. Tem a seu favor uma boa conformação, cabeça pequena e leve, ossatura fina e leve, e alcança bom desenvolvimento. Os bezerros Nelore são sadios, fortes, espertos e, horas depois do parto, já se deslocam com o rebanho. A perda de bezerros é mínima, bastante inferior à de outras raças indianas, dada a sua natural rusticidade. Experimentos demonstraram que o Nelore pode oferecer carcaças com 16,5 arrobas, aos 26 meses de idade e rendimento de 50 a 55%, quando alimentado em pastagem.

IR PARA SUMÁRIO ▲

i) Raça Santa Gertrudis

Teoricamente, a Santa Gertrudis possuí 5/8 de sangue Shorthorn e 3/8 de sangue Brahman, o que criou uma raça que se adaptou muito bem ao calor, mas exigente em boas pastagens. O Santa Gertrudis é considerado um gado vencedor na maioria das provas de ganho de peso nos EUA, enquanto que no Brasil também se mostrou um gado bem adaptado.

Os bezerros desmamam com um peso de 195 kg e aos oito meses já pesam 225 kg. O peso dos animais adultos é 650 kg nas vacas e 900 kg nos touros. O gado Santa Gertrudis tem desempenhado um importante papel na produção de novilhos de corte no Brasil Central com o cruzamento com a vacas Zebu. Os meio-sangue Santa Gertrudis, além de melhor conformados, atingem mais de 300 kg com um ano.

j) Raça Aberdeen Angus

Originária da Angus e do condado de Aberdeen os criadores atuantes no oeste e nordeste da Escócia dedicaram na formação da raça Aberdeen Angus. Oficialmente foi reconhecida em 1835. Apresenta características de porte grande, caracterizado pelo peso das vacas de 600 a 700 kg e dos touros, de 800 a 900 kg. A média do tempo da primeira cria ocorre aos dois anos de idade. Os filhos, os bezerros e bezerras nascem pequenos em relação aos de outras raças britânicas, sendo os machos com 28 kg e as fêmeas com 26 kg, contudo crescem rapidamente. A marmorização da carne da raça é apreciada pelo consumidor por apresentar a gordura entremeada bem distribuída além de apresentar elevado rendimento de carcaça. Além da qualidade da carne, a eficiência na conversão de alimentos, ao elevado rendimento de carcaça e por ser mocho, a raça Angus é favoravelmente considerada para os estudos de cruzamentos. Por ser de fácil adap-

tação sua introdução e difusão teve aceitação em muitos países criadores de gado ocupando uma relevante posição, dentre as raças conhecidas, na produção de novilhos de corte.

k) Raça Senepol

Esta raça bovina é conhecida desde o século XVIII, resultado do cruzamento de três outras raças. Quando surgiu o Red Poll, um animal dócil, resultado do cruzamento entre um bovino **mocho** do condado inglês de *Suffolk* e outro bovino vermelho e com chifres, do condado de *Norfolk*, também da Inglaterra. Em um segundo cruzamento foi criado o Senepol caracterizado pela ausência de chifres, docilidade e o pelo avermelhado do Red Poll e a herança da resistência à doença do sono do senegalês da raça *N'Dama* do continente africano, chifruda e sem cupim; ocorrida em 1918 no arquipélago caribenho de Ilhas Virgens. Em 1940, a raça foi considerada de sangue puro e em1954 foi registrada como raça Senepol.

No Brasil, a raça se difundiu com expressão em 1998, quando foram importadas por pecuaristas as primeiras doses de sêmen de animais líderes genéticos da raça. Deve-se ressaltar a importância da heterose adicionada aos planteis a uma raça taurina com reprodutores em campo. Foram obtidas com isso a rusticidade da raça quando se observa o cruzamento de um animal 100 % *Bos taurus* cobrindo uma vacada a campo no Pará, Mato Grosso e Bahia, sem nenhuma manifestação negativa do animal contra as altas temperaturas dessas regiões. Esses animais apresentam capacidade de sobrevivência e adaptação em condições extremas de temperatura, sobressaindo em relação aos outros taurinos que não conseguiria trabalhar em campo no Brasil. Atualmente a raça está disseminada e quase todos estados brasileiros.

A produção de matrizes e tourinhos visa atender o mercado interno conhecendo o seu potencial econômico, quando alguns exemplares brasileiros já quebraram recordes mundiais de preço. Hoje a sustentabilidade da criação de gado é o ponto essencial para a atividade agropecuária principalmente quando a ciência garante 100% da heterose e eficiência no cruzamento industrial. O resultado de cruzamento de duas raças consegue manter a heterose sem perder a rusticidade. Em relação ao Senepol tem-se recomendado, mesmo com a atividade leiteira a raça agrega genética aos animais produzindo bezerros pesados na desmama e as fêmeas com habilidade materna como receptoras de embriões criando animais produtivos, de valor elevado garantindo uma exploração com sustentabilidade.

l) Simental

O gado Simental, de origem suíça, atualmente é encontrado na Alemanha, Áustria, Iugoslávia, Hungria e Itália. A presenta qualidades, como adaptabilidade do animal, que o fazem procurado por criadores para muitos países e, regiões montanhosas semelhantes à algumas regiões brasileiras. Mesmos com as tentativas de manter a raça pura surgiram vários híbridos, até na Suíça, seu país de origem que só desapareceram quando a raça do vale do Simmen passou a fornecer reprodutores para as outras regiões, reduzindo os tipos primitivos. Embora o gado Simental seja considerado em sua terra uma raça mista para leite, carne e trabalho, a seleção evoluiu para a criação de animais dotados de maior precocidade, menor altura e maiores produções de leite e carne.

Os novilhos entram na reprodução dos 10 aos 13 meses de idade e as fêmeas dão a primeira cria entre os 30 e 36 meses. O peso dos bezerros, em média é de 42 kg para as fêmeas e 50 kg

para os machos. Em idade adulta, o peso médio é de 750 kg nas vacas e 1.050 kg nos touros. Característica comercial importante do animal de Simental é o crescimento rápido e corpo com boa musculatura, sem tendência a acumular excesso de gordura subcutânea, ao passo que a gordura intramuscular é bem desenvolvida, dando boa consistência e coloração às fibras musculares. As carcaças, nas diversas categorias de animais de abate, dão rendimentos de 60 a 65 %. O cruzamento do Simental com animais do gado Zebu produz animais de maior porte e mais pesados, característica importante para o gado de corte.

m) Raça wagyu

O Wagyu, de acordo com etiologia da palavra significa "wa" de Japão, e "gyu" de gado, ou seja, gado japonês ou de raça japonesa. O Wagyu é conhecido no mundo todo e destaca-se na gastronomia internacional como sendo uma carne extremamente macia, suculenta, saborosa e com aroma incomparável. Isso ocorre devido uma de suas principais características do alto nível de marmoreio, ou seja, gordura intramuscular. O Wagyu chegou ao Japão vindo da Península Coreana, e foi utilizado inicialmente para ajudar no cultivo de arroz no século II (dois). A criação do animal devido às características geográficas do continente japonês foi-se isolando em algumas áreas, resultando, ao longo do tempo, em diferentes linhagens da raça, preservando sempre a qualidade da carne. Atualmente, em muitos lugares no Japão é comum o uso de massagens e a adição de cerveja e até saquê na dieta dos animais. O Wagyu também conhecido como "Kobe beef", devido a fama dos bois originários da cidade de Kobe. É também uma das carnes mais valorizadas no mundo. A sua excelência reflete as normas de análise e classificação de carne e carcaça organizado pelo Japan Meat Grading Association, que ao

longo dos anos, os técnicos japoneses vêm enfatizando a importância grau de marmoreio na preferência do consumidor além da coloração da carne e do teor de gordura como referência para classificar a qualidade da carne.

8. PRINCIPAIS TIPOS DE SOLO DO BRASIL (SANTOS *et al.*, 2013)

O manejo de pastagem tendo como necessidade ser programado a partir da sua implantação, torna-se necessário algumas observações sobre diferentes tipos de solos a partir da escolha das espécies a serem cultivados. O Brasil, em virtude de sua grande extensão territorial e diversidade natural, possui enorme diversidade de tipos de solos. Cada solo apresenta características que devem ser consideradas quando se quer fazer um manejo orientado de atividades agropecuárias principalmente na escolha dos sistemas que mais se adaptam ao ambiente em uso e se colaboram com a sustentabilidade da a atividade selecionada. Enquanto o solo é todo o volume de terra onde se encontrar em atividades adversamente em transformação, considera-se como solo arável a camada superficial da crosta terrestre onde as raízes das plantas se encontram em maior concentração, sendo, conhecida, na prática, como "terra". Esta camada ´é de´ importância fundamental para o ser humano, pois é vital para o desenvolvimento das atividades básicas de produção, incluindo o próprio solo em constante modificações. A planta que utiliza de suas propriedades, para desenvolver e produzir, seja massa ou grão, que facilitam ou controlam o desenvolvimento animal, podem amenizar os efeitos da atmosfera que influencia e é influenciado pelas práticas de manejo.

Em geral, pela transformação que ocorre no solo a partir da rocha que lhe deu origem, agentes externos atuam no intempe-

rismo formam o solo com diferentes propriedades físicas, químicas e biológicas. Ação diferenciada desses agentes em material de diferentes rochas resultam em solos de diferentes níveis de fertilidade originalmente e com o tempo resultam em solos com cores diferenciadas, quantidades de matéria orgânica variada e tamanho de partículas diferenciadas caracterizando o solo como arenosos, siltosos ou orgânico dentre outros.

8.1 - Potencial de solo brasileiro

O Brasil, em decorrência da sua grande extensão territorial, possui diversos tipos de solo. Quando se observa as diferentes paisagens brasileiras, verifica-se que os solos do país apresentam cor e textura diferentes em cada lugar observado (Embrapa 2013)

O novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos é um referencial taxonômico para uso de pesquisadores, técnicos, professores, estudantes e profissionais envolvidos na pesquisa de solos. No estágio atual, a experiência e resultados de pesquisa de campo e laboratórios nas linhas de morfologia, física, química e mineralogia de solos, resultado das parcerias bem sucedidas entre a Embrapa Solos e instituições nacionais de ensino, pesquisa e planejamento.

A classificação de solos no Brasil iniciou-se em 1947 e baseava-se nos conceitos americanos sintetizados em publicações de 1938 e revisadas em 1949. A classificação de solos tem aplicações práticas principalmente em levantamentos de solos, constituindo a fonte permanente de conhecimento para este ramo de atividade técnica, facilitando a extrapolação de resultados experimentais de manejo, conservação e fertilidade de solos. Nesta linha de organização, interpretação e integração da informação, a classificação de solos, do ponto de vista do planejamento territorial, desempenha importante papel na

segmentação de paisagens, identificando áreas de maior potencial para fins de utilização e ocupação e áreas impróprias ou não recomendadas, contribuindo desta forma para a preservação ambiental e uso adequado de ecossistemas, dos quais o solo é um componente básico. O sistema é estruturado com base em características de gênese do solo e propriedades pedogenéticas que imprimem marcas distintas em cada tipo de solo conhecido. Uma visão geral do sistema mostra 14 classes no nível de Ordem (1º nível categórico), 44 classes no nível de Subordem (2º nível), 150 classes no nível de Grande Grupo (3º nível) e 580 classes no nível de Subgrupo (4º nível). No 5º e 6º níveis, Família e Série, respectivamente, o número de classes é imprevisível no momento, dependendo da intensidade de levantamentos semi-detalhados e detalhados que venham a ser executados nos anos futuros (SANTOS *et al*., 2013).

a) Alissolos

Solos com alto teor de alumínio e horizonte B textural, anteriormente conhecidos com Rubrozem, Podzólico Bruno Acinzentado, Podzólico Vermelho-Amarelo.

b) Argissolos

São solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do horizonte A ou E, com argila de atividade baixa ou com argila de atividade alta conjugada com saturação por bases baixa e/ou caráter alítico na maior parte do horizonte B. Dentre eles sobressaem o Podzólico Vermelho-Amarelo, parte das Terras Roxas Estruturadas e similares, Terras Brunas, Podzólico Amarelo, Podzólico Vermelho-Escuro. Caracterizam-se pelo acúmulo de argila no Horizonte B, uma das camadas do solo. Possuem certa variação de cores (vermelhos a amarelos) e baixa concentração de matéria orgânica. Depois dos

latossolos, são o tipo de solo mais encontrado no país, com ocorrência em todos os estados, em áreas planas ou inclinadas ou vertentes. Dependendo do material de origem, podem ser férteis ou pobres para a agricultura. Apresentam grande suscetibilidade para erosão, principalmente em áreas mais inclinadas.

c) Cambissolos

Solos com horizonte B incipiente, assim designados anteriormente. Esse conceito significa que são solos que ainda não completaram seu estágio de formação, por isso, geralmente são rasos e com um horizonte B pouco desenvolvido. São muito comuns em todas as regiões do Brasil, principalmente em áreas mais inclinadas. Como são rasos e muito comuns em áreas inclinadas, também são muito suscetíveis à erosão.

d) Chernossolos

Solos escuros, ricos em bases e carbono. Anteriormente designados por Brunizem, Rendzina, Brunizem Avermelhado, Brunizem Hidromórfico. São solos muito férteis e com uma camada superficial, Horizonte A, muito rica em matéria orgânica e nutrientes disponível às plantas, como cálcio, magnésio e potássio. Em virtude da alta concentração de matéria orgânica, é comum serem encontrados exemplares desse tipo de solo com uma coloração preta. São comuns em regiões com grande disponibilidade de matéria orgânica e com grande quantidade de rochas ricas em cálcio, magnésio e potássio, como na região sudoeste dos Pampas.

e) Espodossolos

Solos conhecidos anteriormente como Podzóis, são arenosos, geralmente ácidos e sem muitos nutrientes para plantas em sua camada superficial, visto que o horizonte B é rico em matéria

orgânica nesse tipo de solo. São muito encontrados na Amazônia Ocidental, Centro-Sul de Roraima e em algumas regiões litorâneas, principalmente nos estados de Alagoas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo e Rio Grande do Sul.

f) Gleissolos

Solos com horizonte glei, conhecidos como Glei Húmico ou Pouco Húmico, Hidromórfico Cinzento, Glei Tiomórfico. Muito comuns em regiões costeiras e áreas de planícies fluviais, como na região de Cáceres, Mato Grosso, que é banhada pelo Rio Paraguai. Os gleissolos caracterizam-se pela coloração acinzentada, que advém da lixiviação ou lavagem de minerais em virtude do constante contato com a água de rios, lagos ou da chuva.

g) Latossolos

Solos com horizonte B latossólico, anteriormente tinham a mesma designação. São os solos mais abundantes no país, recobrindo cerca de 50% de toda a extensão territorial do Brasil. São muito antigos e intemperizados, de grande profundidade, porosos e permeáveis. Muito comuns em áreas planas, com práticas de adubação e calagem, aplicação de calcário no solo para corrigir a acidez, os latossolos podem ser muito produtivos.

h) Luvissolos

Solos ricos em bases, B textural, correspondendo aos Brunos não Cálcicos, Podzólicos Vermelho-Amarelos Eutróficos e similares. Solos rasos e pouco profundos, com alta concentração de nutrientes como alumínio, cálcio, potássio, magnésio, além de alumínio e sódio, e argila, além de serem, geralmente, revestidos por pedregulhos. São muito comuns no sertão nordestino ou em áreas de clima mais seco. Em virtude da alta concentração de só-

dio e da baixa quantidade de água, esse solo pode ficar com um aspecto endurecido, dificultando, assim, a penetração das raízes.

i) Neossolos

Solos Pouco Desenvolvidos, anteriormente designados por Litossolos, Aluviais, Litólicos, Areias Quartzosas e Regossolos. Solos jovens, pouco profundos e com baixa concentração de matéria orgânica. Apresentam grandes quantidades de cascalho e rochas não intemperizadas. São muito comuns na maior parte das áreas muito inclinadas do país e possuem um baixo potencial agrícola, em virtude do alto declive e da grande quantidade de cascalho.

j) Nitossolos

Solos com horizonte nítico, correspondendo Terra Roxa Estruturada e Similar, Terra Bruna Estruturada e Similar, alguns Podzólicos Vermelho-Escuros. São profundos, bem drenados mas com quantidade de água ideal e uma grande quantidade de argila. São formados a partir de rochas magmáticas como basalto e diabásio, calcárias e, em alguns casos, por gnaisses e charnoquitos. Ocorrem em todos os estados do país, sendo muito encontrados na região Sul. No Paraná, são muito férteis; mas, em outros estados, necessitam de correção de acidez e adubação.

k) Organossolos

Solos orgânicos, conhecidos anteriormente por Solos Orgânicos, Semi-Orgânicos, Turfosos, Tiomórficos. São solos geralmente ácidos que possuem alta concentração de matéria orgânica e alta saturação de água presentes em áreas que podem permanecer alagadas durante grande parte do ano ou somente na época chuvosa. Em consequência de sua grande concentração de matéria orgânica, a cor desse solo varia entre preto, cinza muito es-

curo ou marrom. No Brasil, esse tipo de solo é muito encontrado em áreas alagadas ou várzeas banhadas. Um dos lugares em que esse solo pode ser encontrado é nas regiões do Rio de Janeiro.

l) Planossolos

Solos com grande contraste textural, estrutura prismática, presença de sódio, anteriormente designados por Planossolos, Solonetz Solodizado, Hidromórfico Cinzento. Pouco profundos que possuem uma camada superficial, horizonte A, arenosa e o seu interior, horizonte B, é rico em argila compactada. São muito comuns em áreas planas e em depressões ou várzeas. No Brasil, esse tipo de solo é muito encontrado no Rio Grande do Sul, no Pantanal e no Nordeste.

m) Plintossolos

Solos com plintita, conhecidos como Laterita Hidromórfica, Podzólicos Plínticos, Latossolos Plínticos. Solos com grande concentração de ferro e ácido, típicos de zonas muito quentes e úmidas. Esse tipo de solo é encontrado nas regiões central e norte brasileiros.

n) Vertissolos

Solos com propriedades provenientes de argilas expansíveis. Anteriormente tinham a mesma designação. Apresentam alto teor de argila, pouco permeáveis e com uma alta concentração de nutrientes para as plantas. Ocorrem em áreas com pouca disponibilidade de água e caracterizam-se pela presença de rachaduras quando muito secos. São muito comuns em áreas de relevo plano a ondulado das regiões Nordeste e Sudeste do Rio Grande do Sul e em algumas áreas do Pantanal.

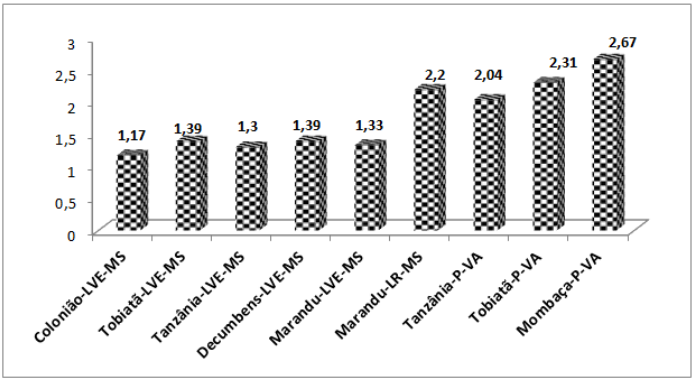
IR PARA SUMÁRIO ▲

9. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE FORRAGEIRAS

As atividades, semelhantes as diferentes para se dedicar, exige do usuário programação e metodologias que se adapte para conseguir o máximo de rendimento. Estas exigências nas atividades agropecuárias cobrem etapas que se iniciam desde a escolha das forrageiras até a venda dos produtos ou dos animais produzidos.

A formação pastagens de qualidade exige técnica e acompanhamento deste a abertura das áreas até o tipo de manejo a ser utilizado. Para gerar resultados profícuos na pecuária, tanto para a produção de leite quanto de carne, a escolha de uma forrageira qualificada é fundamental. Porém, essa decisão ainda deixa muitos produtores e até mesmo de técnicos com dúvida uma vez que a escolha das espécies ou da espécie da planta forrageira deve ser feita com base nas características da planta escolhida e da propriedade onde vai ser desenvolvido o projeto, principalmente aspectos do solo (Figura 3) e do clima.

Figura 3 - Capacidade de suporte (CS), de algumas gramíneas, em diferentes locais e solos



Fonte: Euclides *et al*., 1993 a 1993c; mela 1997 citado por Euclides *et al*., 1997.
UA (unidade animal = 450 kg).

Ao mesmo tempo a finalidade do rebanho deve ser considerada sempre que as forrageiras necessitam das caraterísticas desejadas, ou seja, preferencialmente são procuradas aquelas que proporcionam maior produção e renda mais dividendos favoráveis ao produtor. Assim, paralelamente é necessário conhecer as características das espécies forrageiras, da propriedade e da finalidade do rebanho e da massa produzida para cria, recria, engorda ou produção de silagem. De modo geral, basicamente a melhor forrageira é aquela que apresenta características como potencial produtivo, persistência, capacidade de rebrota após corte ou pastejo e essencialmente de maior valor nutritivo (EUCLIDES *et al*., 1993).

As espécies encontradas comercialmente são aquelas mais produtivas e mais exigentes em termos de manejo, geneticamente trabalhadas para finalidade produtiva, e assim se adequam bem aos sistemas mais intensivos de produção. Outras são selecionadas para rusticidade, pois desenvolvem relativamente bem nos sistemas mais extensivos, manejadas em solos mais pobres e de topografia montanhosa. Existem várias entidades trabalhando com a genética da planta procurando adaptações das forrageiras em condições adversas às situações climáticas de origem.

As diferenças climáticas são significantes nos biomas brasileiros, por isso é necessário observar questões como temperatura, volume de chuva e o tempo de exposição solar na região. Algumas forrageiras não apresentam todo o potencial de produção clima abaixo de 15 ºC e acima de 30 ºC. As condições climáticas interferem diretamente no desempenho das diferentes forrageiras e na produtividade das pastagens. As gramíneas forrageiras de clima tropical se adaptam melhor em regiões mais quentes e com boa disponibilidade de luz, como as regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste. Pesquisadores de forrageiras relatam que este

as cultivares principalmente espécies do gênero *Brachiaria* das espécies *Brachiaria brizantha, Brachiaria decumbens* e *Brachiaria humidicola*. Não se pode generalizar o uso de apenas um gênero principalmente quando se depende apenas das condições naturais de clima. Existem espécies que rebrotam mais cedo que outras e com isso mantem a produção equilibrada por maior período de tempo em condições não irrigadas.

Tem-se observado que cultivo dos capins do gênero *Panicum* está aumentando, principalmente em sistemas mais intensivos enquanto que o capim-elefante é de uso mais restrito nas propriedades leiteiras e tem sido explorado como capineira.

Embora haja forrageiras adaptadas para as condições de clima árido e semiárido da região Nordeste, condições de baixa quantidade de chuvas e altas temperaturas em algumas regiões podem prejudicar o desenvolvimento dessas gramíneas. Neste caso, o produtor deve preferir espécies adaptadas ao cenário de pouca umidade, como *Cenchrus ciliares* (capim-buffel) e palma forrageira. Contudo desenvolvem bem em condições de pastagens irrigada em sistemas intensificados e bem manejados.

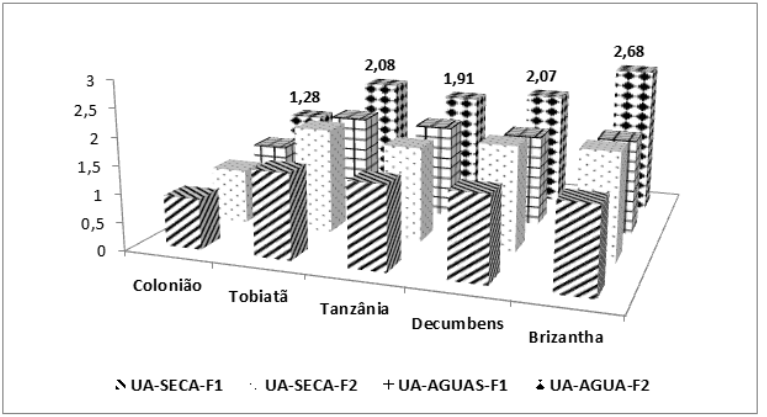
Nesta região do semiárido predominam nos sistemas de produção a criação de bovinos de leite, suínos, ovinos e aves. Os bovinos de leite se constituem na principal fonte de renda, sendo que, os suínos, ovinos e as galinhas de capoeira, asseguram a alimentação da família e complementam a renda do produtor de leite ou do agricultor. As forrageiras da região baseiam nas vegetações regionais onde não existe processos de irrigação. Nas regiões, onde esta técnica é possibilitada as forrageiras predominantes sãos as tradicionais além das tolerantes às condições de clima, solo e atmosfera.

Na região Sul do Brasil, são usadas desde forrageiras perenes de verão, como as do gênero *Pennisetum e Brachiaria*, até aquelas

adaptadas aos invernos mais rigorosos, com baixas temperaturas, como cultivares de azevém, aveia e leguminosas, como o trevo.

As características do solo devem ser observadas e o clima da região onde a pastagem vai ser implantada. Características como temperatura, precipitação (Figura 4), luminosidade e resistência do solo às pragas e doenças são importantes para o sucesso da atividade agropecuária.

Figura 4 - Efeito da agua e fertilizante no suporte animal



A primeira operação para adequar as características de fertilidade do solo (Figura 4) é correção com calcário e adubar com fertilizantes, que devem atender exigências da espécie forrageira escolhida. É importante atentar para o fato que não se pode modificar a topografia da área, o que exige neste caso que seja escolhida uma forrageira que tenha boa cobertura de solo e razoável tolerância à baixa fertilidade do solo, situação normalmente verificada em terrenos declivosos (PACIULLO *et al*., 1999)

As forrageiras mais populares para a formação de pastagens no Brasil são as forrageiras dos gêneros *Brachiaria, Panicum, Cynodon* e *Pennisetum*.

As braquiárias predominam em quase todas as regiões, principalmente os capins Marandu (braquiarão) e a braquiária decumbens, por oferecer boa produtividade e valor nutritivo, facilidade de plantio e de manejo, alta flexibilidade de uso, alta produção de sementes e boa produção animal (Euclides *et al*.,1997;1996; 1993. Contudo, cultivares lançadas de braquiárias recentemente estão conquistando pecuaristas, como as cultivares Paiaguás, Xaraés e Piatã.

Entre as cultivares de *Panicum maximum*, as principais são Tanzânia e Mombaça, além do cultivar Massai. Essas cultivares são procuradas devido conseguir alta produção de forragem, principalmente as duas primeiras, e resistência às cigarrinhas das pastagens, principal praga de gramíneas forrageiras. Atualmente bons resultados têm sido obtidos com o híbrido de cultivares da espécie *Panicum maximum*, a BRS Quênia, além dos lançamentos da Tamani e do cultivar BRS Zuri que possui também alta produção de forragem e passa a ser outra opção forrageira para a pecuária leiteira.

Entre as gramíneas do gênero *Cynodon*, destacam-se a grama-estrela e o Tifton 85. Essas são gramíneas de elevado valor nutritivo, embora tenham a limitação de propagação por mudas.

O gênero *Pennisetum*, conhecido como capim-elefante, apresenta muitas cultivares, com destaque para Napier, Cameroon, Pioneiro e Kurumi. O capim-elefante é bastante usado para formação de capineiras, para uso na forma de verde na forma picada ou em silagem. São as gramíneas de maior potencial produtivo e nutricional, embora tenham limitações para propagação, por ser vegetativa, e são suscetíveis às cigarrinhas das pastagens.

Para as regiões com invernos mais frios, como as do Sul do país, são usadas as forrageiras como azevém e aveia.

Tem sido procurado pela pesquisa, mas ainda pouco se conhece sobre cultivares de forrageiras com melhor custo-benefício do que outras. Sobre sistemas de cultivo, Yokoyama *et al*. (1995) estudaram avaliação econômica de sistemas verificando vários resultados positivos. Sob o aspecto científico tem-se observado, parâmetros importantes associados às condições adequadas para a escolha da forrageira, incluindo a facilidade de efetuar de maneira correta o plantio, para garantir um estabelecimento da pastagem, e se preocupar em realizar o manejo adequado durante na fase de utilização da pastagem. Neste sentido, tem-se observado que as cultivares do gênero *Brachiaria*, especialmente a cultivar Marandu, são mais flexíveis em termos de manejo. Reunindo todo os conhecimentos sobre as exigências e comportamento das forrageiras verifica-se que o gênero *Brachiaria* ocupa aproximadamente 80% das áreas de pastagens em condições ambientais brasileiras.

O manejo é importante na exploração do gado bovino e exerce grande influência no valor nutricional das gramíneas. Com os resultados obtidos na atividade pecuária tem-se observado que plantas mais velhas acumulam matéria seca, o que é bom em termos produtivos, mas normalmente há prejuízos nutricionais com queda do teor de proteína, aumento do teor de fibra e redução da digestibilidade da forragem. Esta perda de valor nutricional ocorre pelo envelhecimento da planta e devido ao acúmulo de colmos (hastes) por serem mais fibrosos e apresentação de folhas mortas. Estes materiais são evitados pelos animais em pastejo e acabam representando perdas de forragem e contribuindo para reduzir a eficiência do seu uso. Para conseguir uma produção de forragem com bom valor nutritivo, a pesquisa busca definir as recomendações de manejo mais adequadas para cada espécie ou mesmo cultivar.

Atualmente as orientações de manejo têm se baseado em alturas do pasto a serem observadas, ou para a entrada e saída dos animais do piquete, no manejo rotacionado, ou para a altura do pasto a ser mantida sob lotação contínua. Segundo alguns autores, se definida a forrageira a ser plantada e o nível de intensificação que se deseja, o produtor procure informações ou orientações sobre manejo, diz Paciullo *et al*. (1999).

As gramíneas do gênero *Brachiaria* são as mais utilizadas em sistemas de produção de leite e de carne. As forrageiras Marandu e Decumbens são utilizadas em praticamente todas as fases dos sistemas. Sempre que bem manejadas, constituem boa opção para as fases de recria e engorda. Porém, para sistemas intensificados de produção de leite, com pastejo rotacionado, as forrageiras Tanzânia e Mombaça são as mais indicadas para vacas em lactação. São forrageiras que apresentam alta produção de forragem, suportando entre 4 e 8 vacas por hectare, dependendo do nível de adubação e suplementação volumosa e concentrada. A cultivar Tifton 85 apresenta alta produção de forragem e excelente valor nutritivo, sendo indicada para o produtor que deseja intensificar a produção leiteira. Cultivares de Cynodon, como a própria Tifton 85, além de outras, como a cultivar estrela, são adequadas também para sistemas de recria de novilhas leiteiras. Se o produtor quer intensificar a produção de leite a pasto, é recomendado escolher forrageiras de maior potencial produtivo e bom valor nutritivo. Nesse caso, o capim-elefante do gênero *Pennisetum*, além das cultivares de *Brachiaria brizantha*. Também as cultivares Tifton 85, Pioneiro, BRS Kurumi, Mombaça, BRS Zuri, Marandu e Piatã", afirmam Costa *et al*., 2009 citando ainda Gomide *et al*. (1979,1994, 1997).

Existe uma necessidade, embora com aceitação limitada, considerar forrageira como cultura sendo, por isso e outras razões,

para as ainda baixas produtividades das forrageiras e consequentemente do rebanho. A adubação, como fonte nutritiva, é fundamental para repor nutrientes no solo, garantir a produtividade e qualidade da pastagem. Doses de fertilizantes, tipos de adubos e momento de aplicação dependerão da espécie, nível de intensificação do sistema e outras características. O produtor deve procurar orientação técnica sobre o manejo da pastagem e, assim, aumentar as chances de sucesso do negócio.

10. ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA

A exploração agropecuária no Brasil seja a produção de leite e de carne é feita predominantemente à pasto, embora atualmente se encontra agropecuaristas altamente tecnificados utilizando tecnologias semelhantes às dos países desenvolvidos. Contudo o processo de criação de animais a pasto, a fonte de alimentação mais econômica e natural, por utilizar volume menor de químicos, esse sistema de produção tem credenciado o país para exportação de carne e seus derivados, gerando expectativas para competir no mercado internacional.

O potencial físico do país, de características continentais, por apresentar diferenciadas condições edafo climáticas ideais para produção a pasto tem desenvolvido o conhecimento de tecnologia disponível representada principalmente pela disponibilidade de genótipo de forrageiras e de técnicas de manejo das pastagens, qualidade genética do rebanho e controle sanitário que conferem à pecuária nacional, potencial para obtenção de elevados índices de produtividade. Contudo, a produtividade média nacional ainda é baixa com produção de leite por vaca embora tenha experimentado melhoras, está entre 800 a 1000 litros/vaca/lactação, correspondendo a 1000 kg de leite.ha^{-}1a-

no. Em relação ao gado de corte a produtividade está entre 5 a 6 @.ha^{-1}.ano^{-1}.

As tecnologias de tecnologias zootécnica e de gerenciamento da produção são suficientes para obtenção de quantidade de leite acima de 6.500 kg de leite.ha^{-1}.ano^{-1}, para gado de leite e 20 @ de carcaça.ha^{-1}ano para o gado de corte. Mesmo assim, para a tecnologia de explorações mais intensivas a tecnologia disponível é suficiente para conseguir produção acima de 20 mil.kg de leite.ha^{-1}.ano^{-1} e 35 @ de carcaça.ha^{-1}.ano^{-1} (PEREIRA, 2018).

Forrageira. A produtividade da atividade agropecuária a pasto está, quando todos os fatores estão corrigidos, diretamente relacionada com o potencial da forrageira, sua adaptabilidade ao ecossistema e principalmente com o manejo animal utilizado. As forrageiras, de acordo com as suas exigências em nutrientes são divididas em grupo (Tabela 1).

Considerando que em uma propriedade é fundamental que se forme pastagens de pelos menos cinco forrageiras diferentes, estas devem ser distribuídas nas áreas mais férteis as forrageiras mais exigentes e produtivas. Caso se utilize de plantio de forrageiras mais exigentes em solos pobres implica necessariamente à uma correção do solo e uma adubação mais completa para aproveitar todo o potencial de produtividade da pastagem reduzindo a possibilidade de queda de produtividade seguida da sua degradação. O capim-humidícola estabelecido em solo de tabuleiros costeiros necessitaria pouquíssima adubação fosfatada para produzir satisfatoriamente, já o capim braquiarão cv. Marandu, nessas mesmas condições, necessitaria de calagem, maior dosagem de macro e micronutrientes.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 1 - Classificação de algumas forrageiras de acordo com a exigência nutricional

Grupo 1	**Grupo 2**	**Grupo 3**
Muito exigentes	Exigência mediana	Baixa exigência
Gramíneas: Capins: elefante, tifton, coastcross, tanzânia, mombaça, colonião. **Leguminosas**: Soja perene, leucena.	**Gramíneas** Capins: braquiarão ou marandu, xaraés, jaraguá, ruziziensis, braquiária-de-brejo, estrela africana. **Leguminosas**: Centrosema, siratro tropical, guandu, amendoim forrageiro.	**Gramíneas**: Capins: Gordura, Braquiária comum (*B. decumbens*), Humidicola, *B. dictyoneura* e Andropogon. **Leguminosas**: Stylozanthes (mineirão), Desmodium cv. Itabela, Calopogônio, Cudzu tropical.

Fonte: Adaptação de Pereira, 2018).

Algumas forrageiras, além da exigência nutricional, outro fator importante na escolha é apresentam adaptabilidade às condições de excessiva umidade do solo, acidez elevada, tolerante à pragas e doenças e capacidade de cobertura do solo. Por exemplo, alguns capins sujeitam condições difíceis de trabalhar como de áreas de umidade elevada quase sempre sujeitas ao alagamento. Neste grupo encontram-se os capins, braquiária-de-brejo, capim-bengo, humidícola e estrela africana.

Regiões montanhosas, mesmo sendo disponível devem preferentemente ser deixadas como áreas de reserva permanente. Sendo que algumas regiões brasileiras estão se tornando desmatadas por falta de planejamento rural quase sem utilidade onde podem ser desenvolvidas forragens estoloníferas/decumbentes como as *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria humidicola* além do *Cynodon* onde se inclui o Coastcross e o Tifton.

O manejo correto das pastagens garante a produtividade sustentável do sistema de produção e do agronegócio. Quando se faz um bom manejo realiza-se conservação dos recursos ambientais.

O princípio básico do manejo é manter o equilíbrio entre a taxa de lotação e a taxa de acúmulo de massa forrageira, ou seja, a oferta de forragem em quantidade e qualidade. Para atender esse pré-requisito é necessário compreender a dinâmica dos componentes do ecossistema de pastagem: como o potencial produtivo, taxa de crescimento (Figura 5), adaptabilidade da forrageira ao solo e a fertilidade, textura, topografia, solo, o clima (Figura 6), e o comportamento ingestivo no animal e taxa de lotação.

A taxa de lotação, o número de cabeças/ha, novilhos.ha^{-1}, vacas.ha^{-1} ou UA.ha^{-1}, UA = unidade animal = 450 kg de peso vivo (PV), deve variar dentro e entre estações do ano em função da oferta de forragem. Essa oferta depende da taxa de crescimento das forrageiras que por sua vez, varia em função do clima incluindo chuva (Figura 6), temperatura, radiação solar. Existem subdivisões, quase próximas onde se observa variação nas taxas de crescimento entre estações nas diferentes regiões, variando entre período seco bem definido e microrregiões chuvosas com variações de temperaturas na época em que as forrageiras são colocadas em campo, observando por variação no crescimento das forrageiras (Figura 5) com reflexo na taxa de lotação ou necessidade de suplementação na dieta animal.

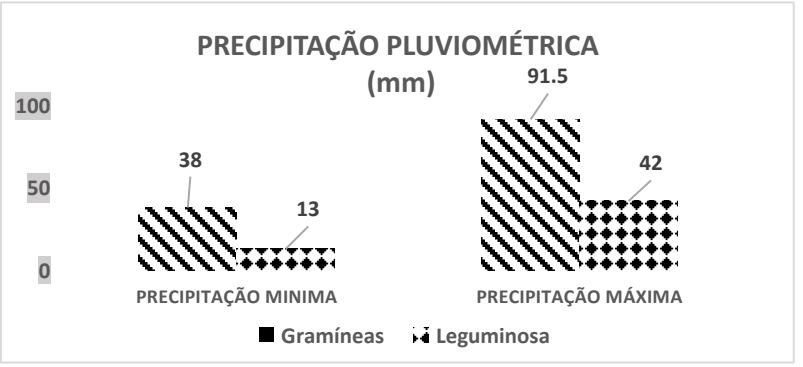
IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 5 - Período de descanso das forrageiras em pasto necessário para a planta desenvolver de acordo com a produção de massa e com potencial de rebrota necessário à planta

Fonte: Adaptado de Pereira, 2018.

Obs: CE = capim elefante, Co = Capim colonião, TAN = Capim tanzânia, CM = capim Mombaça, Bx = *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés., Bd = *Brachiaria decumbens*, Ch = capim humidícola, Ti = Tifton 85, Cc – Capim coast cross, Ea = capim estrela africana.

Figura 6 - Exigências máximas e mínimas de umidade para o desenvolvimento de gramíneas e leguminosas em pastos baianos

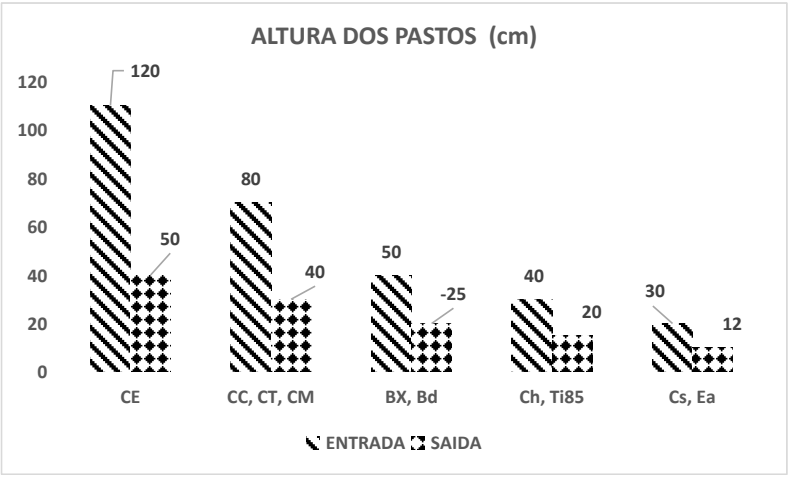


Fonte: Adaptado de Pereira, 2018.

Alguns pesquisadores consideram apenas dois sistemas de pastejo: o pastejo de lotação contínua e o pastejo de lotação ro-

tacionada. Outros existentes constituem derivações do pastejo rotacionado, tais como pastejo alternado, pastejo diferido, dentre outros.

Tabela 7 - Controle de entrada e saída de animal de acordo com o desenvolvimento de forrageiras



Fonte: Adaptado de Pereira, 2018.

Obs: CE = capim elefante, CC = Capim colonião, CT = Capim tanzânia, CM = capim Mombaça, Bx = *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés., Bd = *Brachiaria decumbens*, Ch = capim humidícola, Ti85 = Tifton 85, Cs = Capim coast cross , Ea = capim estrela africana.

IR PARA SUMÁRIO

Figura 8 - Período de descanso de forrageiras para retorno do rebanho nas áreas cultivadas

Fonte: Adaptado de Pereira, 2018.

CE = capim elefante, CO = capim colonião, TAN = capim tanzânia, MOM = capim mombaça, Bx = *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, Bd = *Brachiaria decumbens*, Ch = capim humidícola, ti = Tifton 85, Cc = capim coast cross, Ea = capim estrela africana, Ch = capim humidícola.

O período de ocupação (PO), é o tempo que os animais ficam pastejando em cada piquete (Figuras 7 e 8). A sua duração deve ser compatível com a oferta de forragem acumulada e esta é realmente quem define a taxa de lotação pretendida. Na definição do período de ocupação também deve ser observado o resíduo pós-pastejo, que deve ser adequado para garantir a rebrota no período de descanso seguinte considerando alturas da brotação, perfilhamento e características da forrageira. Tem-se relatado que o período não deve exceder a sete dias. O período ideal se encontra entre um e três dias para gado de leite e 3 e 5 dias para gado de corte, dependendo da intensidade e do potencial de produção dos animais. O gado de leite é mais sensível a períodos de ocupação mais longos, pois a medida que passam os

dias a produção de leite cai na produção. Por isso, é recomendável que para as vacas com produção acima de 12 kg de leite/dia, o período deve ser de apenas um dia.

O tamanho do piquete depende do número de animais definido em unção da oferta de forragem, do período de ocupação e da área total disponível para o sistema, contudo a disponibilidade de forragem dentro do piquete, ou seja, na área útil. Piquetes com topografia muita acidentada, como em bacias leiteiras ou com áreas alagadas, pedras, etc. devem ser maiores. O número de piquetes quando se tem somente um lote por sistema de pastejo é calculado pelo quociente do PD, período de descanso, e pelo PO, período de ocupação, somado a 1(hum). O uso de mais de um lote em um mesmo sistema de pastejo é mais difícil de ajustar, devendo ser evitado.

Deve-se preferir piquetes na forma quadrada ou retangular, com a largura mínima igual a um terço do comprimento. Corredores, bebedouros, cochos saleiros área de suplementação, áreas de descanso, devem ser alocados de modo a reduzir e tornar mais o cômodo possível o percurso dos animais. Em área acidentada, os corredores devem ser projetados cortando o declive, a fim de evitar a erosão e amenizar o esforço dos animais. Isso se torna mais importante ainda em gado leiteiro, onde a posição do estábulo/sala de ordenha deve também ser levada em c no planejamento do sistema de partejo. Uma vaca leiteira deixa de produzir cerca de 0,5 litro de leite/dia para cada quilometro percorrido em terreno plano. Em área acidentada essa redução pode ser três vezes maior. O arranjo de sistema de pastejo com lotação rotacionada mais utilizada é aquele que adota uma área de descanso separada do piquete do animal, onde são alocados os bebedouros ou aproveitamento as fontes de água natural, cochos saleiros, com livre acesso dos animais a partir do piquete

que estão utilizando. De acordo o tamanho dos piquetes e área total do sistema pode haver de uma a várias áreas de descanso.

O nível de produtividade obtido no sistema de pastejo depende da fertilidade do solo ou com o nível de adubação adotado e com o potencial de resposta da forrageira. O nível de fósforo no solo deve ser mantido em no mínimo 10 ppm. Para avaliar o desenvolvimento, alguns parâmetros devem ser avaliados como taxas de lotação, ganhos de peso diário e ganho de peso/ha de respectivamente, UA, peso do animal (PEREIRA, *et al*., 2005). No entanto, com bom manejo e com níveis necessários de nutrientes pode-se obter produções bem superiores à média regional.

Com a adoção de manejo estratégico das pastagens é possível elevar consideravelmente a sua produtividade e manter a sustentabilidade do sistema de produção. O uso de adubação na pastagem implica no refinamento maior desse manejo, a fim de aumentar a eficiência do adubo aplicado, sem prejudicar o potencial de produção da forrageira. Na condução de qualquer sistema deve ser respeitada a variação na taxa de crescimento da forrageira, adequando a taxa de lotação ao acumulo de forragem promovido por esse crescimento. A definição das varáveis de manejo mencionada deve ter uma certa flexibilidade para ser ajustado de acordo com as peculiaridades de cada forrageira, condições edafoclimáticas e intensividade de pastejo do sistema de produção.

11. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O manejo do solo e da planta forrageira, para produção de massa para consumo animal, envolve uma série de práticas para preservar as características químicas, físicas e biológicas da área e da exploração em condições de se obter as condições requeridas para as forrageiras expressar todo o seu potencial de produção.

O agropecuarista, principalmente o iniciante deve ter preocupações redobradas observando de outros envolvidos na mesma atividade características como potencial produtivo, persistência, capacidade de rebrota após corte ou pastejo e valor nutritivo.

O acompanhamento de uma, em pleno potencial de produção pastagem em uso pode evitar problemas futuros de super pastejo, em consequência no aparecimento de erosão e carregamento de solos quando ocupadas por animais intermitentemente.

A melhor escolha da forrageira para consumo animal é aquela que tenha rebrota tão logo inicia o período chuvoso. Contudo, quando se vai abrir pastos ou fazer renovação de pastagem deve se ter pelos cinco tipos de forrageiras, se possível de espécies diferentes, que sejam rústicas, tolerantes a solos ácidos e baixa fertilidade.

O conhecimento de classes de solo é importante para conhecer a aplicação de corretivos e fertilizantes, a forrageira a ser utilizada, as condições de manejo do gado e o potencial de produção da área da propriedade.

A escolha do sistema a ser utilizado, muitas vezes, não é o ideal para o agropecuarista. Vários fatores levam o usuário da tecnologia fazer a escolha que melhor resultam na sustentabilidade relacionada a sua atividade.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, R. G. Sistemas agrossilvipastoris: benefícios técnicos, econômicos, ambientais e sociais. *In*: ENCONTRO SOBRE ZOOTECNIA DE MATO GROSSO DO SUL, 7., 2010, Campo Grande. **Anais**... Campo Grande: UFMS, 2010. p. 1-10. 1 CD-ROM

ALMEIDA, R. G., COSTA, JAA; KIHEL, A.N.; ZIMMER, A.H. **Taxas e Métodos de semeadura para *Brachiaria* brizantha cv. BRS Piatã**

em Safrinha. Campo Grande, EMBRAPA Gado de corte. 2009. 12 p. (Embrapa – CNGC. Boletim Técnico n. 113).

ALVARENGA, C. R.; GONTIJO NETO, M. M.; RAMALHO, J. H.; GARCIA, J.C.; VIANA, M. C. M.; CASTRO, A. A. D. N. **Sistema de integração lavoura-pecuária**: o modelo implantado na Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 9 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 93).

CARVALHO, P. C. F.; CARVALHO, J. L. S.; MORAES, A.; FONTANELLI, R. S.; MACARIS, S.; BREMM, C.; TRINDADE, J. K. Sistemas de Inter Manejo de animais em pastejo em sistemas de integração lavoura-pecuária. *In*: MOARES, A. International Symposium on International Crop-livestock Systems, Curitiba, 2007, **Proceedings...** p.i.

COSTA, N. L.; GIANLUPPI, V.; B ENDAHAN, A. B.; BRAGA, R. M.; MATTOS, P. S. R. **Fisiologia e Manejo de Gramíneas Forrageiras Tropicais**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009. 25 p. (Embrapa Roraima. Documentos, 17)

COSTA, 1 M. D.; RUAS, J. M. N.; T. MARTINS NETO, T.; RODRIGUEZ, M. A. P.; VENTURIN, R. P.; MENDES, L. J.; GOMES. W. F. R. Análise da relação benefício-custo em sistema de produção de leite com animais mestiços no norte de Minas Gerais. **Bol. Ind. Anim.,** Nova Odessa,v. 73, n. 3, p. 244-251, 2016.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 3 ed. rev. Ampl., Brasília, DF : Embrapa, 2013. 353 p.

EUCLIDES, V. P. B.; EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEIREDO, G. R.; OLIVEIRA, M.P. Use of supplemental concentrates in pasture feeding systems for beef production. *In*: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., 1997, Canada. **Proceedings**... s.n., 1997. p. 29-111/29-112.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M. P. Evaluation of Panicum maximum cultivars under grazing. *In*: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., Palmerston North, 1993a. **Proceedings**... Palmerston North: New Zealand Grassland Association, 1993a. p. 1999-2000.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. Valores nutritivos de cinco gramíneas sob pastejo. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais**... Fortaleza: SBZ, 1996. p. 90-92.

EUCLIDES, V. P. B.; CARDOSO, E. G.; MACEDO, M. C. M. *et al*. Consumo voluntário de Brachiaria decumbens cv. Basilisk e Brachiaria brizantha cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2200-2208, 2000 (Suplemento 2).

EUCLIDES, V. P. B.; EUCLIDES FILHO, K. Avaliação de forrageiras sob pastejo. *In*: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá, Anais... Maringá, 1997. p. 85-111.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VIEIRA, A.; OLIVEIRA, M. P. Evaluation of *Panicum maximum* cultivars under grazing. *In*: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North: New Zealand Grassland Association, 1993a. p. 1999-2000.

EUCLIDES, V. P. B.; THIAGO, L. R. L. S.; OLIVEIRA, M. P. Consumo de forragens por novilhos pastejando cinco gramíneas. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Niterói: SBZ, 1993b. p. 191

EUCLIDES, V. P. B.; THIAGO, L. R. L. S.; OLIVEIRA, M.P. Consumo de forragem por novilhos pastejando cinco gramíneas. *In*: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Niterói. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p. 491.

GONTIJO NETO, M. M.; BORGHI, E.; RESENDE, A. V.; ALVARENGA, R. C. Benefícios e desafios da integração lavoura-pecuária na melhoria da qualidade dos solos do cerrado. **Informações Agronômicas**. n. 161, Março/2018. 21p.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. F.; FREITAS, F. C. L. Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, v. 22, p. 553-560, 2004.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; VIVIAN, R. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta Daninha**, v. 23, p. 59-67, 2005.

JOSAHKIAN, L. A.; MACHADO, C. H.; JOSAHKIAN, L. A.; MACHADO, C. H. C. **Como avaliar bovino de corte para compra ou seleção**. FAZU – Faculdade Associada de zootecnia de Uberaba; CPT – Universidade Federal de Viçosa. Centro de Produções Técnicas. 2009. 226 p.

JOSAHKIAN, A. L. Avaliação zootécnica e funcional em gado de corte. *In*: ROSA, A. N.; MARTINS, E. N.; MENEZES, G. R. O.; SILVA, L. O. C. Melhoramento Genético Aplicado em Gado de Corte. Embrapa Gado de Corte, Coronel Pacheco 2013, p. 179-194. Cap. 15.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o Sistema Santa Fé. KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L .F.; AIDAR, H. (Eds.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 407-442.

MANKIW, N. G. **Princípios de Microeconomia**, 7.ed. São Paulo. Atlas, 2017. 512 p.

MARTHA JUNIOR, G. B.; VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O. A planta forrageira e o agroecossistema. *In*: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 23. 2006, Piracicaba. **As pastagens e o meio ambiente**. Anais. Piracicaba: FEALQ, 2006. p. 87-138.

MARTHA JUNIOR, G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. de (Ed.). **Cerrado**: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. 224 p.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; BARCELLOS, A. O. A planta forrageira e o agroecossistema. *In*: PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C.; SILVA, S. C.; FARIA, V. P. (Eds) As pastagens e o meio ambiente. *In*: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 23). Piracicaba: FEALQ,. 2006. p. 87-137.

OLIVEIRA, I P. de; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J. L.; SANTOS, D. de C. **Sistema Santa Brígida** - tecnologia Embrapa: consorciação de milho

com leguminosas. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. 16 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 88).

OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P.; DUTRA, L. G.; PORTES, T. de A.; SILVA, A. E.; PINHEIRO, B.S.; FERREIRA, E.; CASTRO, E.M.; GUIMARÃES, C. M.; GOMIDE, J. de C.; BALBINO, L. C. **Sistema Barreirão**: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais. Goiânia: EMBRAPACNPAF, 1996. 90 p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 64).

PACIULLO, D.S.C., J.L.S. MATTOS, J.A. GOMIDE, D.S. Q. SILVA, E.A.M. Proporção de tecidos e espessura da parede celular em espécies de braquiária, cultivadas sob diferentes níveis de umidade no solo. *In*: R.A.S.B. Zootecnia, 36, 1999, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre. p. 37.

PEREIRA, J. M. **Manejo estratégico da pastagem.** Itabuna - BA, Ceplac/Cepec. Disponível em: http://www.ceplac.gov.br/radar/semfaz/ pastagem.htm. Acesso em: 6 maio 2018.

PEREZ, N. B.; SILVEIRA, M. C. T. **Recuperação e melhoramento de pastagem na Região Sul do Brasil**. 2009. 16 p. Plano ABC. Comitê Gestor Estadual (CGE) da Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (ABC). (MAPA – MINISTERIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Plano ABC. Comitê Gestor Estadual da Agricultura de Baixa Emissão de Carbono – CGE – ABC. Boletim Técnico Informativo).

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF, Embrapa, 2013. 353 p.

YOKOYAMA, L. P.; KLUTHCOUSKI, J.; OLIVEIRA, I. P. de; DUTRA, L. G.; SILVA, J. G. da; GOMIDE, J. de C.; BUSO, L. H. **Sistema Barreiram**: análise de custo/benefício e necessidade de máquinas e implementos agrícolas. Goiânia: Embrapa-CNPAF-APA, 1995. 31 p. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 56).

IR PARA SUMÁRIO ▲

Capítulo 5

MÁQUINAS TRADICIONAIS PARA REFORMA DE PASTAGEM

Itamar Pereira de Oliveira,[1] Alex de Souza Ayres,[2] Wayron Araújo de Castro,[3] Eduardo da Costa Severiano,[4] Rogério de Araujo Almeida,[5] Wender Ferreira de Souza,[6] Matheus Moreira Marques[7]

Resumo: As máquinas são as principais peças responsáveis para o desenvolvimento da agricultura e pecuária desde que bem gerenciadas. A sua colaboração é efetiva desde a abertura de novas áreas para atividades agropecuárias até o produto final colocado nas redes comerciais. Por isso, podem ser consideradas indispensáveis para a produção em qualidade e quantidade no agronegócio brasileiro. Os conhecedores de gestão agrícola referem o gerenciamento como uma arte caracterizada pelo diferencial entre o lucro e o prejuízo de uma atividade. Alguns pontos devem ser observados partindo da manutenção constante da frota agrícola que pode ser corretiva, preventiva e preditiva. Corretiva quando se faz a substituição das peças quebradas ou de baixo rendimento, preventiva como troca de peça e óleo antes de quebra ou queima de óleo e

1 Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão – Goiânia.

2 Técnico em Mecânica Industrial, profissional do Frigorífico Bell em Fredericksburg-PA.

3 Técnico profissional superior da COMIGO – Caipônia.

4 Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrária/Agronomia - Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Bolsistas do CNPq.

5 Professor da Escola de Agronomia UFG.

6 Pós-doutorando do Instituto Federal Goiano. Campus Rio Verde.

7 Discente bolsista do Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde.

IR PARA SUMÁRIO ▲

preditiva relaciona com a vida útil de cada peça ou complementos. Ao mesmo tempo toda atividade deve ser planejada com antecedência para evitar surpresa durante a operação agrícola. Para isso, os operadores devem ser treinados para evitar quebras e uso incorreto das peças mecânicas. Uma atividade planejada deve utilizar as melhores práticas para atingir os objetivos planejados. As propriedades modernas têm utilizados localizadores como GPS e GNS para melhor rendimento dos operadores e tratoristas que facilitam tomadas de decisões de dados coletados em tempo real. Operações realizadas anteriormente devem ser consultadas, pois são importantes não somente como dados históricos, mas também como registro de verificação do rendimento comparativo, físico e econômico da operação planejada, para aquele momento e situação.

Palavras-chave: Agropecuária. Degradação de pastagem. Integração agricultura-pecuária. Mecanização agrícola. Recuperação de pastagem.

1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, a agropecuária desponta, com o auxílio dos meios de comunicação, como atividade promissora de caráter econômico de conhecimento que coloca máquinas, homens e animais em um sistema a favor da produção de alimentos de qualidade. Desconsiderando, mas apoiando ao mesmo tempo, as filosofias de consumo de alimento limpo, naturalmente a produção de leite e carne não seria suficiente para suprir as populações consumidoras dos produtos advindos das pastagens tradicionais, estas quase sempre carentes de recurso financeiro e assistência técnica. Mesmo com o crescimento envolvendo a produção e produtividade da pecuária, observado na estatística de produção e consumo nacional e exportado, a atividade agrícola tem muito ainda a crescer desde que mais recursos sejam

investidos na pecuária, nivelando o princípio da importância que a agricultura teoricamente faz uso. Uma vez que o conhecimento sobre a tecnologia de manejo existe, o rebanho brasileiro é conhecido pelos profissionais. O acompanhamento do desenvolvimento agropecuário pode ser realizado, fazendo uso necessário do conhecimento de máquinas e implementos para a execução de tarefas além de resultar em novos conceitos básicos para aumentar a eficiência das atividades agropecuárias.

Os maiores problemas da exploração da pecuária nem sempre estão na deficiência e baixa qualidade das pastagens no período seco do ano, embora, também prejudica o desempenho produtivo do rebanho. Nesse período, as pastagens, além da escassez, apresentam baixo valor nutritivo, baixo coeficiente de digestibilidade e baixa palatabilidade para os animais, resultando em consideráveis prejuízos para os criadores, pelo visual da baixa eficiência produtiva e reprodutiva do rebanho. Por isso, torna-se necessário programar o tamanho do rebanho a ser explorado, produzindo e armazenando o alimento obtido nas águas para os períodos de carência de alimentos no período das secas.

Nos últimos 30 anos, muitas informações foram geradas pela pesquisa, dando origem as tecnologias de recuperação de pastagem, destacando-se a recuperação e renovação, utilizando corretivos de acidez, fertilizante e manejo do solo e recuperação, utilizando rotação com cultivos anuais de média e curta duração; e recuperação, consorciando culturas anuais com forrageiras com a exploração de gêneros variáveis de capineiras além de *Brachiaria* e *Andropogon*, e ainda intensificando o melhoramento genético de rebanhos.

Ainda, embora sempre estudadas, todas as tecnologias têm sido baseadas nos princípio de evitar ou reduzir os processos de degradação das pastagens definida por Dias Filho, (2017) e

outros pesquisadores, como um processo evolutivo da perda do vigor, de produtividade, da capacidade de recuperação natural das pastagens para sustentar os níveis de produção e a qualidade exigida pelos animais, bem como o de suplantar os efeitos nocivos de pragas, doenças e invasoras que resultam na degradação dos recursos naturais em razão de manejos inadequados (VINHOLIS *et al*., 2007).

2. DEGRADAÇÃO DE PASTAGEM

O processo de degradação de pastagens é considerado um fenômeno complexo que envolve causas e consequências que levam a gradativa diminuição da capacidade de suporte do pasto, culminando com a degradação propriamente dita. Sendo um processo evolutivo da perda da produtividade, vigorosidade e das condições desejáveis do solo, ligadas aos níveis de produção e qualidade exigidas pelos animais. Por degradação de pastagem, pode-se entender como a queda na produção e valor nutritivo da forragem, mesmo nas épocas que são favoráveis ao crescimento das forrageiras, em razão de manejos inadequados. Dessa forma, geralmente, essas pastagens são manejadas de forma inadequada associada à lotação contínua aliada à baixa oferta de forragem, acarretando altas pressões de pastejo, com a utilização de períodos mínimos de descanso, não havendo a compatibilidade desejada da manutenção do equilíbrio solo-planta-ambiente-animal.

A degradação de pastagens é um problema criado pelo baixo acompanhamento do desenvolvimento das forrageiras que afeta a pecuária mundialmente, resultando em prejuízos econômicos e ambientais. A identificação das causas e o entendimento dos processos de degradação são essenciais para o sucesso de programas de recuperação ou de manutenção da produtividade. As

causas da degradação variam em cada situação específica, normalmente, mais de uma causa está envolvida no processo.

As tecnologias aplicadas aos casos específicos geralmente refletem as condições sócio-econômicas e à aptidão do produtor. A recuperação direta, quase sempre tecnificada, exige profissionalismo tanto dos usuários da agricultura como da pecuária para inversão do capital aplicado, em menor período de tempo possível, baseada na rotação de forrageiras com culturas anuais, além de demandar máquinas, implementos e instalações apropriadas. A recuperação pelo consórcio traz mudanças substanciais nas práticas de manejo do solo e da cultura, porém exige, em média, menos investimentos que o método de rotação (OLIVEIRA *et al*., 1996; 2006).

Para Oliveira (2007), as causas da degradação, normalmente, estão relacionadas com fatores resultantes do estabelecimento e manejo das pastagens como utilização de germoplasma forrageiro com baixa adaptabilidade às condições edafoclimáticas locais, tipo de solo e características químicas, acidez e fertilidade, físicas como estrutura, densidade aparente, porosidade, textura, taxas de infiltração de água e profundidade e, microbiológicas incluindo biomassa e atividade microbiana; falha no estabelecimento das pastagens; uso de sementes com baixo valor cultural; densidade, sistema e métodos de plantio inadequados; manejo inicial precoce e com a utilização excessiva de animais; ocorrência de pragas, doenças e plantas invasoras; manejo das pastagens utilizando superpastejo; períodos curtos de descanso ou incompatíveis com a curva de crescimento das plantas forrageiras; e fatores abióticos sem condições de controle como excesso ou falta de chuvas; drenagem deficiente e compactação do solo.

3. RECUPERAÇÃO DE PASTAGEM

Ao contrário da degradação, a recuperação de uma pastagem caracteriza-se pelo restabelecimento da produção de forragem, com as mesmas espécies ou cultivares adaptadas ao ambiente. Contudo, a renovação consiste no restabelecimento da produção da forragem com a introdução de uma nova espécie ou cultivar, em substituição àquela que está degradada (MACEDO, 2018, MACEDO *et al*., 2000). Outro termo frequentemente utilizado é a reforma da pastagem, que é mais apropriado para designar correções ou reparos após o estabelecimento do pasto.

Recuperação direta constitui uma opção, na maioria dos casos, é de sucesso mais duvidoso, pois tem como objetivo substituir uma espécie ou cultivar por outra forrageira sem utilizar cultura intermediária. Baseia-se, principalmente, em tratos mecânicos e químicos, com o uso de herbicidas, para o controle da espécie que se deseja erradicar. Ainda a substituição de espécies do gênero *Brachiaria* por cultivares de *Panicum*, uma das mais aceitas e nem sempre bem-sucedida, devido ao elevado número de sementes existentes no solo. O gasto de sucessivas aplicações de herbicidas e tratos mecânicos pode encarecer sobremaneira o processo. A substituição de espécies como *Andropogon* e *Panicum* por espécies de *Brachiaria*, no entanto, oferece melhor possibilidade de êxito. Outra troca potencial sugerida é a substituição de espécies de *Brachiaria* por espécies de *Cynodon*.

Recuperação indireta é uma alternativa recomendada quando a pastagem se encontra em estádio de degradação avançado, com baixa produtividade de forragem, solo descoberto, elevada ocorrência de espécies indesejáveis, com a presença de cupins e formigas, solo com baixa fertilidade e alta acidez, compactação e/ou erosão do solo onde o produtor deseja trocar de espécie ou cultivar. O custo é elevado, exige conhecimento tecnológico, infraestrutura de máquinas, equipamentos, armazenagem, acesso

de estradas ou necessidade de parceiros e/ou arrendamento. As condições de solo e clima também devem ser adequadas para o plantio de lavouras anuais. Pode ser executado com a utilização de forrageira anual, como milheto, aveia, sorgo e outras, ou culturas anuais de soja, milho, arroz, entre outras, no verão e pastagens anuais no outono/inverno, por tempo em anos ou ciclos, a ser determinado pelas circunstâncias econômicas locais e escolha do produtor. Após o cultivo sucessivo de pastagens anuais e lavouras e controle da forrageira a ser substituída, implanta-se a nova espécie ou cultivar. Também não precisa ser necessariamente estabelecido SILP, sistema de integração lavoura-pecuária, se o produtor não o desejar.

Os Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (SILPs) podem ser estabelecidos nos casos em que lavouras e pastagens anuais são utilizadas como intermediárias na recuperação ou renovação de pastagens. Esses sistemas têm-se mostrado eficientes na melhoria da qualidade do solo em relação às propriedades químicas, físicas e biológicas; na quebra do ciclo de pragas e doenças; no controle de invasoras; no aproveitamento de subprodutos das culturas tradicionais; no pastejo de outono em pastagens anuais, melhorando e mantendo a produção animal e de grãos, com fluxo de caixa mais frequente, criando novos empregos e dando maior sustentabilidade à produção agropecuária. Associado ao uso dos SILPs recomenda-se que o sistema de plantio direto (SPD) seja utilizado no plantio das pastagens anuais ou das lavouras tanto na recuperação, como na renovação de pastagens. Os efeitos desses sistemas são pertinentes quando estabelecidos em degradação, recuperação e renovação de pastagens uma mesma área em esquemas de rotação. Esta prática é recomendada, principalmente, para a manutenção da produção das pastagens, quando estas têm apenas perda de vigor ou ligei-

ra queda na produtividade ou em estádios bem iniciais de degradação, quando a fertilidade do solo, as propriedades físicas, a conservação do solo, a ocorrência de invasoras ou pragas não forem limitantes ao plantio de lavouras ou pastagens anuais em plantio direto.

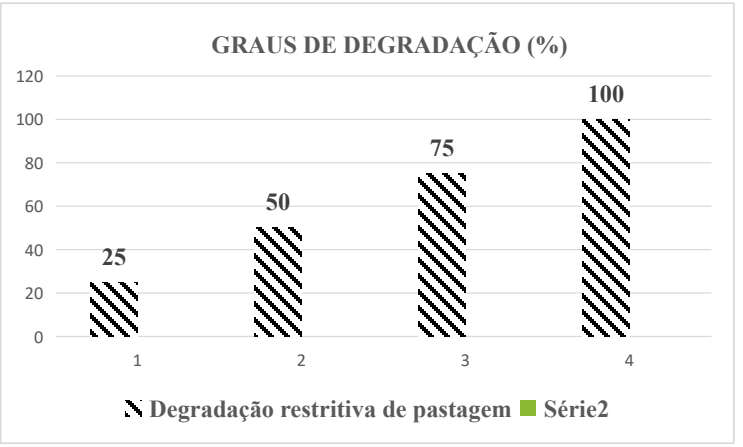
Conservação do solo: na agricultura oupecuária, é o conjunto de práticas aplicadas para promover o uso sustentável do solo para o plantio. A erosão, a compactação e o aumento da salinidade do solo são os maiores problemas relacionados ao manejo inadequado e terão relação direta com a escassez de alimentos num futuro não muito distante, resultando num profundo desequilíbrio do sistema produtivo, se práticas corretas não forem adotadas. A população mundial se encontra em valores em torno sete bilhões de habitantes, obrigando a humanidade a disponibilizar pelo menos hum bilhão de hectares de área agricultavel. As áreas com manejo inadequado reduzem significativamente seu potencial de produção, por isso hoje se trabalha em virtude da renovação e aprimoramento das técnicas produtivas. Deve-se observar que os recursos são limitados não podendo ser desperdiçados (DIAS-FILHO, 2017; OLIVEIRA, 2007).

Tecnicamente, o grau de degradação de uma pastagem é observado baseado pela altura da forrageira e também na baixa disponibilidade de forragem; não reage à vedação prolongada mesmo em condições climáticas favoráveis, com baixa capacidade de rebrota, presença de reboleiras sem vegetação ou vegetação com crescimento reduzido; baixa lotação de animal mesmo com o uso de forrageira de alto potencial produtivo; baixa taxa de lotação; ganho de peso animal abaixo da categoria reconhecida da forrageira; infestação alta de plantas invasoras; solo compactado com sinais de erosão e deficiênciais nutricionais (VIEIRA; KICHEL, 1995).

Graus (G) de degradação: 1) – Vigor e qualidade da planta forrageira. 2) – Grau 1 + pequena concentração de plantas. 3) - G1 + G2 + plantas invasoras. 4) – G1 + G2 + G3 + plantas e cupins. 5) - G1 + G2 + G3 + G4 + fraca cobertura do solo. 6) - G1 + G2 + G3 + G4 + G5 + Erosão. Esses graus são descritos como G1 – degradação com leve declínio na produtividade de forragem menor que 25%, com perda de vigor e qualidade; redução na altura e volume das plantas durante a época favorável de crescimento, principalmente por restrições de nutrientes, tais como N, P e K; G2 - degradação moderada com declínio na produtividade de forragem entre 25% a 50%; diminuição na área coberta pela vegetação; reduzido número de novas plantas forrageiras; pequena população de plantas invasoras; G3 - degradação forte e declínio na produtividade entre 50% e 75%; aparecimento de plantas invasoras de folhas largas e início dos processos erosivos do solo pela ação das chuvas; G - 4 degradação muito forte e declínio ou perda na produtividade superior a 75%, presença em alta proporção de plantas invasoras; aparecimento de gramíneas nativas; ocorrência de formigas e cupins; pouca cobertura do solo, ocasionando erosão hídrica e eólica (TOWSEND *et al*., 2012).

Na prática, a qualidade do campo de forrageiras deve ser avaliada considerando a capacidade do campo em produzir alimento para consumo animal. Com as variações dos parâmetros de desenvolvimento das plantas, o rendimento da planta é o melhor parâmetro para avaliar um pasto e o seu potencial de manter um rebanho dentro das condições técnicas. São classificados como 01. Excelentes: quando produzem entre 75% e 100% de toda a forragem, sob um manejo prático e adequado. 2. Bons: quando produzem entre 50% e 75% de toda a forragem. 3. Razoáveis: quando produz 25% a 50% de toda a forragem. 4. Pobre: quando produzem menos que 25% de toda a forragem (Figura 1).

Figura 1 - Estágios de degradação de pastagem de acordo com o declínio de produtividades em pecentagem e grau de degradação



Grau 1 - Leve 2-Moderada 3-Forte 4-Muito forte

Fonte: Adaptado de Towsend *et al*. (2012).

4. MÁQUINAS PARA RECUPERAÇÃO DE PASTAGEM (Macedo 2018)

Nos países em desenvolvimento, é comum observar, em regiões pouco assistidas tecnicamente, a ação da erosão em áreas anteriomente tradicionais de criação de gado bovino. Essa erosão é ocasionada pelo manejo inadequado dos animais que promove a perda das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, o que interfere no desenvolvimento e ganho de peso dos animais. Assim se explica mesmo em áreas classificadas como propícias à ocupação agropecuária, de boas condições de exploração, podem gradativamente perder o potencial produtivo.

O manejo animal é um dos fatores que tem influência relevante, e deve ser feito de maneira correta, que envolvem diversas ações conjugadas como a determinação da carga animal

adequada para evitar o super pastejo, que promove a desfolha exagerada das pastagens e faz com que a rebrota da capineira seja prejudicada. Assim, o capim torna-se escassso ou ralo favorecendo o aparecimento de áreas descobertas e de ervas invasoras em locais ocasionais, denominados de pasto sujo.

De início, o processo de degradação dos solos sob exploração agropecuária pouco tecnificada ocorre pela destruição gradativa da pastagem, pouco perceptível, por acontecer muito lentamente. Desse modo, a erosão laminar atuante, só é observado pela queda da produtividade, no caso específico da pecuária ocorre redução do desempenho dos animais e na produção de forragem, sutilmente sem deixar sinais visíveis da degradaçao. Nesta fase deve haver acompanhamento da pastagem por profissionais qualificados como zootecnistas, veterinários, engenheiros agrônomos e outros que conjuntamente acompanham de perto o desenvolvimento do animal e com o auxílio análises de solo, observa-se os sintomas iníciais do problema em afloramento.

Ocorre perda de matéria orgânica influenciando e comprometendo a estrutura do solo. Análises físicas comprovam a compactação superficial afetando a infiltração de água e a penetração das raízes e tambem selamento da camada superficial, ou seja, o surgimento de crostas na superfície do solo. O solo passa então a responder cada vez menos eficiente a aplicação de corretivos e fertilizantes, com aparecimento de áreas descobertas. Sobrevem, em seguida, processos acelerados de erosão de sulcos com sinais evidentes da degradação.

Em uma terceira fase ocorre comprometimento das propriedes químicas, físicas e biológicas, reduzindo drasticamente o espaço poroso do solo necessário ao desenvolvimento da vegegetação. Esse processo pode acelerar de tal nível que passa a impedir operações com máquinas agrícolas.

As voçorocas constituem o estágio mais avançado no processo erosivo. Suas dimensões e a extensão dos danos que podem causar são diretamente relacionadas com o clima, topografia do terreno, geologia do solo, tipo de solo e forma de manejo. A produtividade nesta etapa cai a níveis mínimos, sem nenhum ou pequeno retorno econômico para o agricultor.

A erosão das terras afeta a qualidade das pastagens devido ao carreamento das partículas do solo, seja areia, silte ou argila, diminuição das quantidades de água disponível e, ao mesmo tempo, remoção dos nutrientes nele antes presentes, incluindo as perdas de matéria orgânica e dos macros e micronutrientes. Com a perda da qualidade do solo, em termos de disponibilidade de nutrientes e água para as forrageiras, ocorre a perda do vigor e, aumento da quantidade das ervas invasoras, pragas e doenças.

Países com dimensões continentais como o Brasil apresentam diferentes classes de solos sendo que cada solo apresenta um comportamento diferenciado quanto à suscetibilidade à erosão, ou seja, cada um apresenta uma maior ou menor facilidade para degradação ocasionada pela chuva, relacionada com os demais fatores como manejo, cobertura do solo entre outros. Ao mesmo tempo, as propriedades do solo que influenciam a credibilidade estão relacionadas com a velocidade de infiltração de água, permeabilidade, capacidade de absorção de água e suas características que determinam a resistência à dispersão, salpicamento, abrasão e forças de transporte da enxurrada. Tomando os solos arenosos como exemplo, por serem mais propensos à erosão do que os solos argilosos por serem solos rasos e arenosos, neossolos, e os solos com horizontes superiores, horizonte A, arenosos sobrejacentes a horizontes argilosos, horizontes B texturais, são os mais propensos à erosão, principalmente quando estão localizados em regiões com chu-

vas intensas e apresentam alguma declividade. Os solos mais profundos e bem estruturados como os latossolos e nitossolos, com alta taxa de infiltração de água e grande fertilidade natural são menos propensos aos processos erosivos.

O conhecimento das características do solo que afetam a erodibilidade é pré-requisito para o planejamento conservacionista. Os levantamentos pedológicos atuais fornecem as informações básicas necessárias para tal finalidade. Não se pode deixar de ressaltar que a degradação do solo, por meio da erosão, extrapola os limites da propriedade, pois irá assorear rios e reservatórios, comprometendo a navegabilidade e viscosidade, projetos de irrigação, entre outros problemas ambientais.

As correções de todos os fatores envolvendo a evoluções dos problemas relacionados à erosão devem ser sanadas no início do processo. Quando os processos se encontram nos estágios iniciais de erosão, seja laminar ou de sulco, o trabalho e a capacidade de recuperar, a relação financeira entre custo e benefício pode, em curto prazo ser sanada. Os investimentos necessários podem ser recuperados, tanto no solo como na pastagem observando rapidamente o aumento da capacidade de suporte da pastagem, número de animais por área, aumento da produção unitária de carne por área e, também, redução do tempo de abate do animal.

A erosão das terras afeta a qualidade das pastagens devido ao carreamento das partículas do solo, seja areia, silte ou argila, diminuição das quantidades de água disponível e, ao mesmo tempo, remoção dos nutrientes nele antes presentes, incluindo as perdas de matéria orgânica e dos macros e micronutrientes. Com a perda da qualidade do solo, em termos de disponibilidade de nutrientes e água para as forrageiras, ocorre a perda do vigor e, aumento da quantidade das ervas invasoras, pragas e doenças.

Países com dimensões continentais como o Brasil apresentam diferentes classes de solos sendo que cada solo apresenta um comportamento diferenciado quanto à suscetibilidade à erosão, ou seja, cada um apresenta uma maior ou menor facilidade para degradação ocasionada pela chuva, fixados os demais fatores como manejo, cobertura do solo entre outros. Ao mesmo tempo, as propriedades do solo que influenciam a erodibilidade estão relacionadas com a velocidade de infiltração de água, permeabilidade, capacidade de absorção de água e suas características que determinam a resistência à dispersão, salpicamento, abrasão e forças de transporte da enxurrada. Tomando os solos arenosos como exemplo, por serem mais propensos à erosão do que os solos argilosos por serem solos rasos e arenosos, neossolos, e os solos com horizontes superiores, horizonte A, arenosos sobrejacentes a horizontes argilosos, horizontes B texturais, são os mais propensos à erosão, principalmente quando estão localizados em regiões com chuvas intensas e apresentam alguma declividade. Os solos mais profundos e bem estruturados como os latossolos e nitossolos, com alta taxa de infiltração de água e grande fertilidade natural são menos propensos aos processos erosivos.

O conhecimento das características do solo que afetam a erodibilidade é pré-requisito para o planejamento conservacionista. Os levantamentos pedológicos atuais fornecem as informações básicas necessárias para tal finalidade. Não se pode deixar de ressaltar que a degradação do solo, por meio da erosão, extrapola os limites da propriedade, pois irá assorear rios e reservatórios, comprometendo a navegabilidade e viscosidade, projetos de irrigação, entre outros problemas ambientais.

As correções de todos os fatores envolvendo a evoluções dos problemas relacionados à erosão devem ser sanadas no início do processo. Quando os processos se encontram nos estágios ini-

ciais de erosão, seja laminar ou de sulco, o trabalho e a capacidade de recuperar, a relação financeira entre custo e benefício pode, em curto prazo ser sanada. Os investimentos necessários podem ser recuperados, tanto no solo como na pastagem observando rapidamente o aumento da capacidade de suporte da pastagem, número de animais por área, aumento da produção unitária de carne por área e, também, redução do tempo de abate do animal.

5. ABERTURA DE ÁREAS E MÁQUINAS NECESSÁRIAS

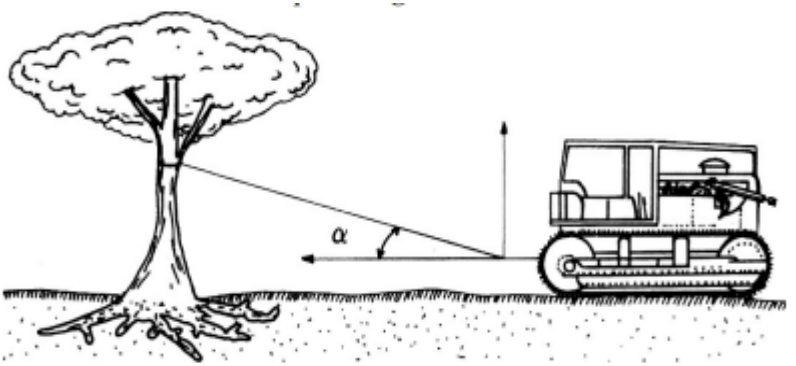
A fase mais trabalhosa para os profissionais atualmente é, pela necessidade de abertura de novas áreas cobertas por matas, algumas vezes ainda virgem para abertura de atividades agropastoris. Esta reação além de representar a sua responsabilidade, não somente por respeitar as leis efetivas de desmatamento como o seu conhecimento em relação à importância das árvores com o ambiente onde sobrevivem os seres vivos.

Quando os tocos da área florestal saem do controle das máquinas de limpeza, o uso desta área para formação de pastagem e ou roçado, o semeio das sementes é realizado entre os todos e a maioria das operações é realizada manualmente. Existem herbicidas, mas devido aos vários tocos, principalmente devido à dureza do cerne das madeiras de lei, levam anos a serem eliminados ou sofrerem ação dos microrganismos saprófitos.

5.1 - Correntes e pequenos aviões

Ainda as leis de alguns estados, ainda ricos em madeiras, não permitem que as árvores ao serem cortadas sejam arrastadas uma vez que nesta operação levam consigo vários arbustos de plantas de qualidade levando várias espécies à extinção.

Figura 2 - Árvore amarrada pelo tronco e puxada pelo trator para ser retirada com raízes da área, quase sempre para abertura de pastos. Esse modelo de retirada de toras muitas vezes não é permitido



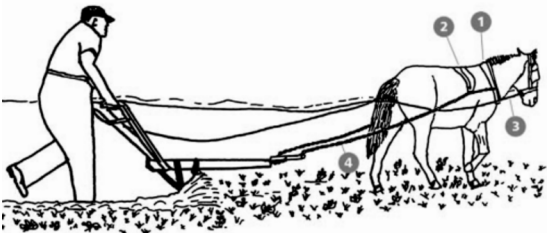
Para evitar esse problema os madeireiros que trabalham legalmente tiram as árvores gigantescas com auxílio de correntes amarradas em helicópteros (Figura 2) cortadas para serem retiradas do local sem serem tombadas.

5.2 - Arado de aiveca

Embora haja máquinas e implementos modernos, o antigo aiveca puxado por animais, cavalo (Figura 3), boi e outros animais, ainda é muito popular em pequenas propriedades exploradas por agricultura familiar. Seu rendimento é proporcional ao número de horas trabalhadas diariamente, mas apresenta trabalho de qualidade. Os aivecas motorizados apresentam bom rendimento e são eficientes em qualidade. Para obter um trabalho qualificado é necessário trabalhar com a velocidade do trator entre seis e dez $km.h^{-1}$. Faz trabalho de eliminação de grande número de ervas daninhas, em áreas degradadas, onde pode trabalhar em boa profundidade revirando a leiva não permitindo a germinação de sementes de ervas daninhas depositadas naturalmente na superfície do solo.

Muitos profissionais apontam como vantagem do arado de aiveca a sua maior penetração em profundidade do solo, fazendo com isso, rompimento em profundidade das camadas compactadas que facilita melhor arejamento e penetração de água, criando condições para maior desenvolvimento de raízes das plantas. Devido à inversão da leiva enterra restos culturais ou vegetais ao mesmo tempo elimina grande parte das ervas daninhas naturalmente depositadas na superfície da área (MONTEIRO *et al*., 2014; VINHOLES, 2007).

Figura 3 - Arado de aiveca de tração animal



Fonte: Yamashita 2010.

1 – coleira, 2 - lombeira, 3 - rédeas, 4 – corrente de tração ou de tiro.

Outros atribuem desvantagens como exigir tratores de maior potência embora o trabalho seja mais bem feito, não trabalha em solos recém-desbravados pela presença de tocos e raízes e que nenhuma outra máquina trabalha sem eliminar todos os tocos e grandes raízes, em solos argilosos onde apresenta maior aderência, mas, por outro lado, eliminam nesses mesmos solos as camadas compactadas, difícil regulagem para equipes com pouca vivência sobre o trabalho de máquinas e tratores, superfície do solo livre de resíduos vegetais, exigindo terrenos livre de obstáculos como qual quer outra máquina de mesma potência do aiveca, exigem melhor regulagem para realizar trabalho satisfatório, quase sempre esta informação é realizada entre com-

petidores comerciais de máquinas agrícolas. Com todas estas exigências deve-se considerar que os resultados obtidos com os aivecas são relativamente mais elaborados.

5.3 - Roçadeiras

São conceituadas roçadeiras, implementos imprescindíveis para realizar um trabalho de corte, manutenção e tratamentos de determinados locais, como residências, fazendas, ruas e grandes áreas cobertas por culturas e pastagens. Para atender toda sua importância na atividade de poda existe diversos modelos para atender a necessidade de cada pessoa e situações, sobressaindo:

a - Roçadeiras Elétricas

Indicadas para uso doméstico. Elas são utilizadas para trabalhos leves com vegetação menos espessas. Por serem elétricas, elas se ajustam em 110v/220v. Apresentam ótima mobilidade, pois são leves e fáceis de usar, há também a questão ambiental, elas não emitem gases. Apresentam ruído e vibrações, por serem elétricas.

b - Roçadeiras à gasolina, etanol e diesel

Indicadas para realizar trabalhos considerados semiprofissionais (Figura 4). Apresentam tamanho de pequeno a médios portes, como residências, canteiros, jardins, porém algumas podem ser usadas para trabalhos profissionais, por isso é sempre bom estar atento às características dos produtos e saber quais são suas necessidades. Geralmente as roçadeiras a gasolina são recomendadas também para lugares sem fornecimento de energia elétrica, deixando sua mobilidade e área de atuação muito maior. Elas são alimentadas por combustíveis e funcionam com lâminas ou carretel

de nylon, mas existem alguns modelos que já acompanham tais acessórios.

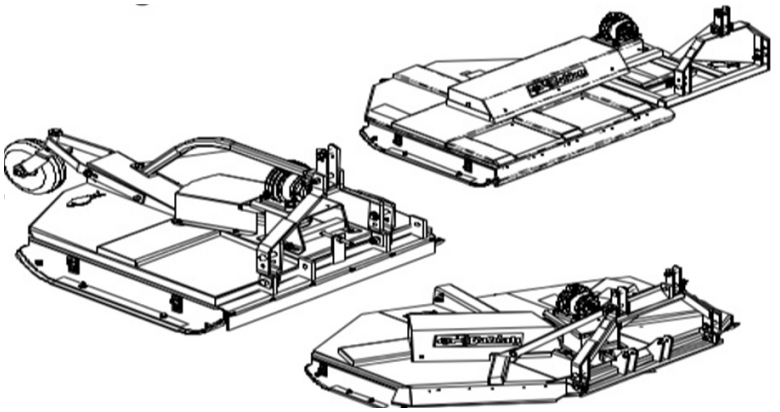
c - Roçadeiras a baterias

Pouco conhecidas ainda e pouco comercializadas também. São silenciosas, mas recomendadas também para uso residencial (home/hobby) e não emitem gases e não necessitam de fios; consegue-se ter uma mobilidade boa, mas necessitam de baterias.

A roçagem é um recurso empregado para manutenção das pastagens que resulta no melhoramento do desempenho animal principalmente da pecuária de corte. Nem sempre, as pastagens não são de boa qualidade originalmente ou perdem sua força e sua capacidade de recuperação para sustentar os níveis de produção e qualidade exigidos pelos rebanhos. Quase sempre a presença de pragas, doenças que geram degradação dos recursos naturais e cita-se além do inadequado tanto dos animais com dos ambientes. Desse modo, é premente o uso de máquinas e implementos adequados para atingir desenvolvimentos sustentáveis no campo. Existem várias máquinas e implementos que facilita a manutenção de pastagens, para proporcionar o rendimento de outros tipos de roçadeiras (Figura 4). As roçadeiras têm a função de regularizar as pastagens e recuperá-las (SANTOS; SILVA, 2018).

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 4 - Diferentes formatos de roçadeiras comercialmente aceita pelo usuário



Fonte: Baldan

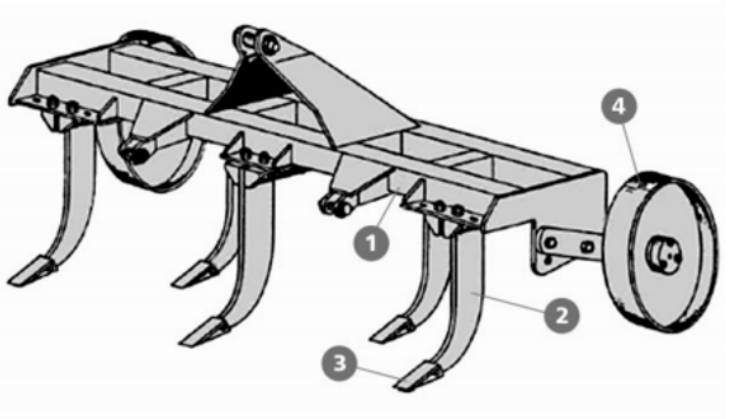
6. ESCARIFICADOR E SUBSOLADOR FIGURA EM PRETO E BRANCO

6.1 - Escarificador

A escarificação, realizada por esse implemento (Figura 5) consiste em mobilizar o solo superficialmente até a uma profundidade de 30 cm. A quebra do solo dá-se por vibração do escarificador no sentido vertical obtendo melhor resultado quando realizada em solo seco. Tem sido considerado importante por não provocar a inversão do resultado, como consequência, menor desagregação do solo e resíduos vegetais que se depositam na superfície. Com isto facilita o controle da erosão, melhor infiltração e retenção da água, mantém a estrutura e porosidade do solo. A escarificação superficial varia entre 5 e 15 cm de profundidade e a profunda entre 15 e 30 cm. A necessidade energética equivale a 60% à do arado de disco com maior rendimento efetivo em relação aos diversos sistemas de preparo do solo. Cons-

tituído de chassi que serve de ligação entre o elemento ativo e o tracionante, ponteiras que influenciam a resistência oferecida à tração e a quantidade de solo mobilizado, hastes que unem a ponteira aos chassis que podem ser flexíveis porque exige menor esforço de tração e mobiliza o solo e regula o escarificador controlando a melhor distância entre hastes relacionadas ao tipo de ponteiras.

Figura 5 - Constituição de um subsolador



Fonte: Gadanha Junior, 2018.

1 – Barra de feramenta. 2 – haste, 3 ponta, 4, roda de controle de profundidade.

6.2 - Subsolador

Apresenta grande semelhança com o escarificador por ser um elemento sistematizador do solo rompendo camadas adensadas às maiores profundidades, rompendo a camadas sub-superficiais compactadas às profundidades superiores a 30 cm, com pouca mobilização superficial no sentido vertical. Por ter a função de quebrar a camada adensada e facilitar a penetração no solo do sistema radicular e armazenar água, recomenda-se

executar o seu uso em intervalos entre três e cinco anos quando o solo exige (CAMARGO; ALLEONI, 2018).

7. APLICADOR DE CALCÁRIO E FERTILIZANTE

A aplicação de qualquer produto em uma lavoura ou pastagem deve ser realizada com após o conhecimento básico de dosagem, conhecida como a quantidade do produto liberada por unidade de área, normalmente expressa em $kgf.ha^{-1}$. Após a tecnologia é importante conhecer o mecanismo dosador responsável pela definição da quantidade do produto retirado do reservatório e liberado para o mecanismo distribuidor na unidade de tempo. O mecanismo distribuidor é responsável pela definição da forma e da largura da faixa de aplicação do produto retirado do reservatório sobre uma unidade de área.

Os melhores resultados de correção de solo pela aplicação do calcário são obtidos pela aplicação a lanço e por implementos que realiza a aplicação próxima à superfície do solo. As aplicações quando realizada em alturas elevadas, as camadas mais finas são facilmente carregadas pelo vento além de serem depositadas irregularmente nas áreas de cultivo.

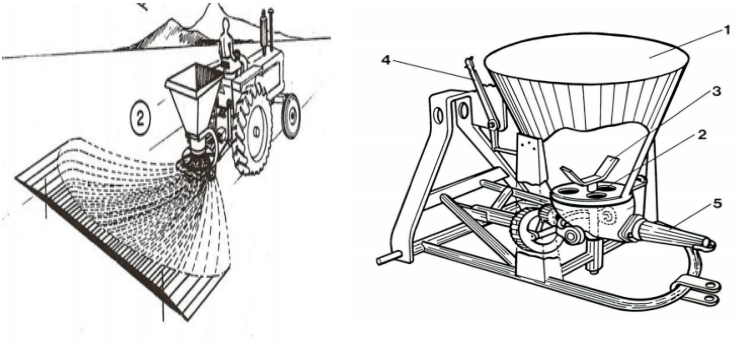
A uniformidade do material corretivo é importante (Figura 6) por esperar que o contato uniforme das partículas do solo permite a elevação do pH em condições semelhantes em toda a área selecionada pelo efeito da solubilização e reação do calcário.

7.1 - Distribuição a lanço

Neste processo aplica-se o fertilizante uniformemente sobre o solo (Figura 6), o qual pode ser incorporado ou não com arado ou grade. Normalmente, é utilizado para aplicar adubos sólidos incluindo esterco, calcário, gesso e fertilizantes com potássio e/ou fósforo, mas pode também ser usado para líquidos como, por

exemplo, na aplicação de Chorume e vinhaça. Na maioria das vezes, esse tipo de aplicação é feito antes do plantio.

Figura 6 - Distribuidor a lanço



Fonte: Gadanha Júnior, 2018.

1 - Reservatório, 2 - Mecanismo dosador, 3 - Agitador, 4 - Alavanca de regulagem do mecanismo dosador, 5 - Mecanismo distribuidor do tipo pendular.

No caso da ureia após ser aplicada ao solo, passa pela reação de hidrólise, liberando amônia – NH3 – a qual pode ser perdida por volatilização. Por isso, recomenda-se sua incorporação ou aplicação em período de temperaturas baixas ou irrigar a cultura imediatamente após a aplicação desse fertilizante para diminuir as perdas.

A sequência nas operações no preparo do solo, caso seja notado previamente, na área agricultável características de compactação de alguma camada sub-superficial do solo recomenda-se promover opcionalmente uma subsolagem anterior ao nivelamento. Contudo em solos sem observações especiais, considerando o aperfeiçoamento nos mancais, as grades são eficientes no preparo do solo. Esse implemento melhorado tem contribuído para a redução do uso do arado, assumindo, assim, a grade, um papel fundamental no preparo do solo por apresentar uma capacidade operacional mais elevada. Por isso tem-se

recomendado como primeira operação realizar com grades médias ou pesadas uma gradagem para descompactar as primeiras camadas do solo e picar o material vegetal. Em seguida tem-se recomendado uma gradagem com grade leve com o objetivo de destorroar e nivelar a superfície do solo, finalizando, desse modo, o preparo do solo.

8. GRADES

As grades são implementos que estão sempre presentes em todas as atividades agropecuárias. São utilizadas para desagregar torrões, nivelar o solo, diminuir espaços vazios formados entre torrões, destruir sistemas de vasos capilares da camada superior do solo, preparo do solo, picar e incorporar superficialmente restos culturais, incorporar sementes, adubos e corretivos como cal agrícola, fosfatos e gessos quando semeados ou jogados ao lanço, romper camadas superficiais do solo resultado de manejo repetitivo de máquinas, caso de áreas condensadas ou compactadas do solo formadas por peso de máquinas e animais.

Os métodos de explorações agropecuárias modernas, evitando pelos menos parcialmente os químicos elimina ervas daninhas. Conclusivamente, o preparo de solo bem realizado se tornou um melhorador das condições, físicas, químicas e biológicas de solos em atividades agropecuárias exploratórias. As operações agrícolas que promovem o revolvimento da terra elevam a oxigenação do solo, aumentando, também, as atividades microbianas. Por outro lado, tem-se relatado que como consequência ocorre, com o uso de alguns implementos, perdas de carbono para a atmosfera no revolvimento do solo, contribuindo com o aquecimento global e com a perda de matéria orgânica do solo.

Muitas mudanças podem ocorrer, mas muitas discussões podem ser concluídas com trabalhos sérios de pesquisa e orien-

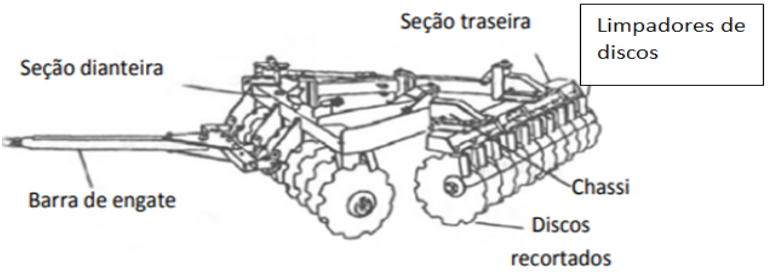
tação para utilização de processos e métodos de uso correto de implementos agrícolas. Ao mesmo tempo qualquer uso repetitivo de um implemento vai resultar em adensamento e compactação e encharcamento dos solos. Ao mesmo tempo cria condições no solo de melhor arejamento, com redução nos efeitos de elementos acidificantes do solo como de alumínio e manganês e sais de sódio. As gradagens facilitam muitos a eliminação de cupins e nematoides.

8.1 - Grades niveladoras

As forrageiras, assim como as plantas produtoras de grãos para consumo humano, são essenciais para a produção de alimentos. Há situações em que as plantas utilizadas como forrageiras (Figura 7) estão estritamente relacionadas diretamente com o consumo humano. Algumas culturas complementam a alimentação animal como o milho, sorgo, milheto, soja, algodão, amendoim, mandioca, batata, sementes, várias frutas e outros, ao mesmo tempo, por outro lado homem, em algumas regiões, consome a palma forrageira, o feijão guandu, cana, caupi e vários outros. Devido aos cultivos integrados, consorciados ou associados, incluindo quase sempre culturas e forrageiras, além de diversificar a produção de bens, exige máquinas adaptadas às novas atividades que garantem a sustentabilidade das atividades agropecuárias. Historicamente tem-se considerado que as plantas são suporte para a sobrevivência de toda forma de vida inteligente no planeta terra. Contudo o advento de novas tecnologias exige novas máquinas para o manejo das culturas e forrageiras e dos animais consumidores da produção.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 7 - Garade niveladora usada antes do semeio para acertar a superfície e criar condições para o semeio a profundidade uniforme em toda a área a ser trabalhado



Fonte: Monteiro *et al*., 2013.

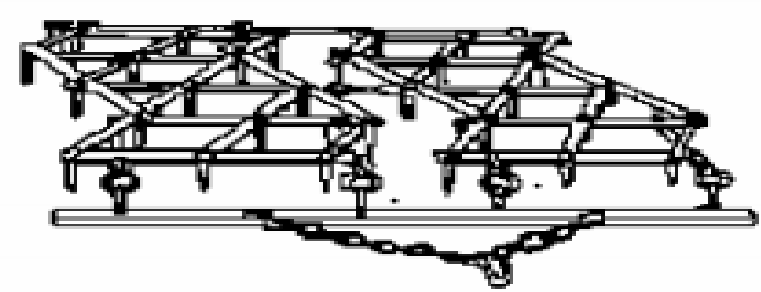
9 - GRADAGEM LEVES OU DE NIVELAMENTO

9.1 - Grades leves

Antes de qualquer plantio, em área trabalhada, tem-se recomendado a quebra de torrões pela ação de grades, e o nivelamento da área (Figura 8). Atribui-se esta operação ao processo de semear e criar condições para germinação uniforme das culturas. O semeio bem realizado facilita a desestruturação do solo dividindo torrões em partículas menores o que resulta em melhor germinação das sementes e posteriormente uma população maior desenvolvimento de plantas. Consequentemente, sabendo que todas as operações foram realizadas tecnicamente, o preparo do solo resulta em maior produção de grãos.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 8 - Grade leve ou escarificadora usada quando se quer eliminar parcialmente as plantas daninhas e facilitar as atividade de grades pesadas semelhantes os aivecas



Fonte: Grade leve ou escarificador. Agradecimento ao autor anõnimo.

O implemento utilizado nesta operação é a grade, que pode apresentar com formatos de discos circulares lísos (Figura 7) ou dentados, ora com hastes, ou lâminas e enxadas. Os implementos que realizam a mobilização da camada superficial podem possuir os órgãos ativos de dentes, hastes, lâminas, enxadas rotativas, discos lisos ou recortados. São consideradas grades leves aquelas usadas para operações secundárias, ou seja, utilizadas na execução que exigem potências baixas como nivelamento, destorroamento ou desagregação da camada arável do solo. As grades leves são mais populares e conhecidas como grades niveladoras e as grades pesadas. Quando as operações exigem implementos de maior potência tem-se utilizado as grades pesadas principalmente a correção física das camadas mais profundas do solo realizando o fracionamento dos materiais orgânicos e rompimento das camadas compactadas.

Em meio aos implementos utilizados nas operações de preparo de solo agrícola, as grades de discos leves, também conhecida como grade niveladora, estão entre aquelas mais difundidas pelos produtores. Estas destinam-se basicamente, ao preparo

secundário de solo, no qual constitui atividades como nivelamento e desagregação de leivas e torrões após o preparo primário, favorecendo condições adequadas à semeadura.

9.2 - Grades pesadas

Atualmente vários modelos de grades são encontrados no mercado de máquinas. A evolução dessas máquinas tem acompanhado a necessidade de novos implementos para diferentes atividades no campo agropecuário. Sempre que se evolui as técnicas de campo, novas máquinas são colocadas no mercado com uma gama de implementos com larga variação de peso, tipos e tamanhos dos discos necessários. Com isso, ao mesmo tempo, a tecnologia de produção agropecuária tem influenciado o desenvolvimento de vários outros modelos de grades e implementos. Com ênfase às grades pesadas, a partir de seu surgimento, na perspectiva de substituir os arados, este implemento criado com capacidade operacional específica, na tentativa de simplificar as etapas operacionais de campo ou projeto agropecuária, tem competido e substituído outras máquinas e implementos com certas vantagens. Com isso, observa-se redução de troca de implementos e o número de etapas facilitando algumas atividades primárias do preparo do solo, além da facilidade de manejo.

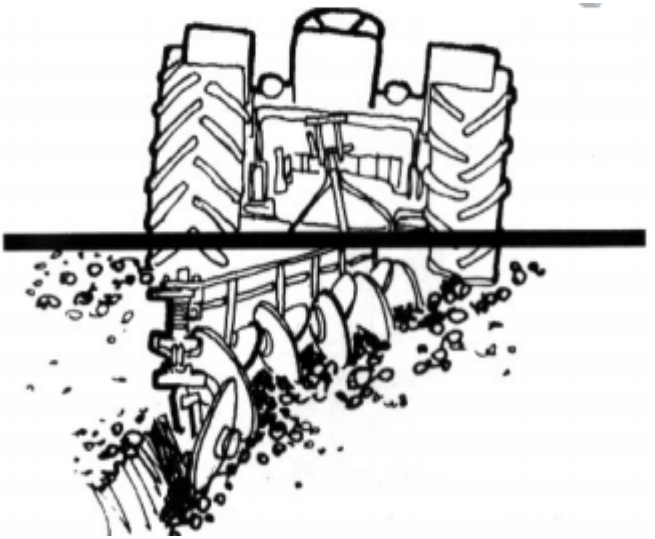
Explica-se que vários implementos são julgados ultrapassados por exigirem preparos secundários com efeitos indesejáveis de maiores gastos de combustível, desestruturação das camadas superficiais do solo arável, resultando em um excesso de terra fina, facilmente sujeita a erosão e formação de camadas denominadas encrostadas nas camadas superficiais das terras agricultáveis. A redução de implementos reduz o trânsito de máquinas pesadas, incluindo os tratores, obtendo, com isso menor com-

pactação do solo cumprindo as mesmas exigências das culturas em campo.

10. ARADOS

Os arados podem ser de discos e de aivecas (Figuras 9 e 10), ambos são importantes para as atividades agropecuárias. Os arados de aivecas reviram a leiva (Figura 11) de solo cortado auxiliando o controle de plantas daninhas além de quebrar as camadas compactadas Com a evolução das grades aradoras, trabalhos de campo são realizados com eficiência sendo, por isso, o implemento mais usado no preparo do solo.

Figura 9 - Arado de Discos para preparo do solo

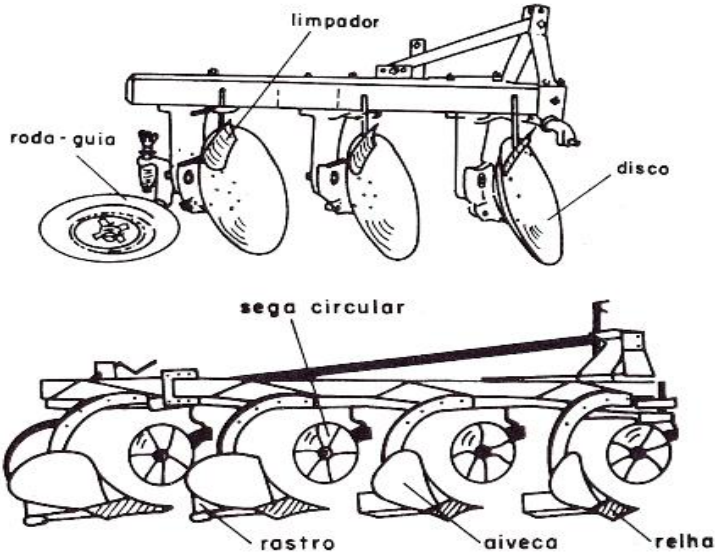


Fonte: Monteiro *et al*., 2013.

IR PARA SUMÁRIO

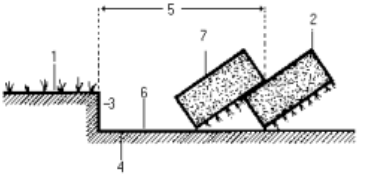
10.1 - Arado de disco e arado de aiveca

Figuras 10 e 11 - Arado de disco (Figura 10) e arado de aiveca (Figura 11)



Fonte: Gadanha Júnior, 2016; Silva, 2005.

Figura 12 - Leiva formada e revirada pelo corte de arado de aiveca e a inversão das ervas da superfície do solo no auxílio do controle das plantas indesejáveis



Terminologia da lavoura executada por uma charrua de aivecas
1- Terra crua 2- Aresta da leiva 3- Parede do rego 4- Fundo do rego 5- Rego 6- Rego 7- Leiva (prisma de terra)

Fonte: Cunha (2013); Silva (2005).

IR PARA SUMÁRIO ▲

11. PROCESSOS DE DISTRIBUIÇÃO DE CALCÁRIO E FERTILIZANTES

A distribuição a lanço pode ser manual, quando a área for pequena, ou com máquinas distribuidoras especiais ou aviões, quando as áreas forem grandes. A aplicação a lanço visa a distribuir o adubo de modo uniforme, incorporá-lo, parcial ou totalmente, ao solo e aplicar grandes quantidades de adubo sem correr o risco de causar dano à semente ou às plantas, devido ao excesso de concentração salina provocada pelo adubo.

Após a aplicação a lanço, deve-se proceder a aração, pois assim o adubo será incorporado a uma profundidade maior. Isto é muito importante para os nutrientes que se movimentam pouco no solo, como o fósforo. Portanto, deve-se evitar a aplicação do adubo após a aração porque a gradagem incorpora o adubo à profundidade de apenas 5-10 cm.

11.1 - Distribuição em cobertura

O fertilizante é aplicado após a emergência ou quando a cultura está implantada. Pode ser: a) Cobertura lateral – Quando o adubo é colocado ao lado da linha de cultivo, como para algodão, gergelim, milho, cana-de-açúcar etc. Pode ser feita com implementos conjugados ou não a cultivadores e pode permanecer sobre o solo ou ser incorporado ligeiramente, através de discos ou enxadas curtas. Em pequenas propriedades e onde o custo com mão-de-obra não for muito elevado, a adubação de cobertura em linha ou coroa pode ser feita em culturas anuais e perenes. Pode-se fazer a distribuição em sulcos previamente abertos ou em cobertura, misturando-se o adubo com a terra dos 1-3 cm superficiais.

IR PARA SUMÁRIO

11.2 - Cobertura superior

Usado quando o adubo ou corretivo é colocado sobre a cultura já estabelecida, como as pastagens. Neste caso, não se deve aplicar o fertilizante quando as folhas estiverem molhadas, para evitar o risco de queimá-las. Este risco é maior nos adubos nitrogenados e potássicos que nos fosfatados. O fertilizante mais usado na adubação de cobertura é o nitrogênio. Pequena parte da dose é aplicada por ocasião da semeadura ou plantio e a maior parte é aplicada ao longo do ciclo, que pode ser nas primeiras semanas após a emergência entre 4-5 semanas, no caso do algodão e o milho ou após meses 3-4 meses, na cana-de-açúcar. Como o nitrogênio é facilmente levado pelas águas de chuva ou irrigação, sua aplicação parcelada em cobertura é muito importante, pois evita perdas. Para o potássio, o parcelamento em cobertura é indicado, principalmente, em solos arenosos e para altas taxas de aplicação. O fósforo não está sujeito a esse tipo de perda.

11.3 - Cobertura usando aviões

Quando não é possível o uso de máquinas ou equipamentos convencionais. Pela sua eficiência, é indicado quando se deseja aplicar quantidades muito pequenas de fertilizantes em grandes áreas (caso dos micronutrientes); aplicações combinadas de fertilizantes e práticas fitossanitárias, como fungicidas e inseticidas ou quando se pretende economizar mão-de-obra em áreas de difícil acesso (COELHO; VERLENGIA, 1973).

12. INCORPORAÇÃO DE FERTILIZANTE AO SOLO

O fertilizante é aplicado diretamente no interior do solo. Neste tipo de distribuição, a distância da semente ou da planta é praticamente desconsiderada.

a) Distribuição no fundo do sulco de aração

O adubo é colocado diretamente no fundo do sulco aberto pelo arado. Ao ser aberto o sulco seguinte, cobre-se a faixa de fertilizante aplicado, e assim, sucessivamente. Este método de aplicação apresenta certas vantagens, como: o adubo permanece na zona mais profunda do solo e, portanto, mais úmida, durante o crescimento da planta; a fixação do fósforo e do potássio é reduzida graças à aplicação concentrada; os danos causados por concentração salina elevada praticamente não ocorrem por causa da distância em que o adubo fica da semente.

b) Aplicação de fertilizantes líquidos

Os principais fertilizantes líquidos aplicados ao solo são os nitrogenados, que se apresentam com 20% a 45% de nitrogênio em sua composição (soluções amoniacais, ureia, nitrato de amônio ou misturas de dois ou três desses compostos). As soluções têm que ser enterradas sempre que houver emanação de amônia livre e isto é notado pelo cheiro característico desta substância.

12.1 - Distribuição localizada

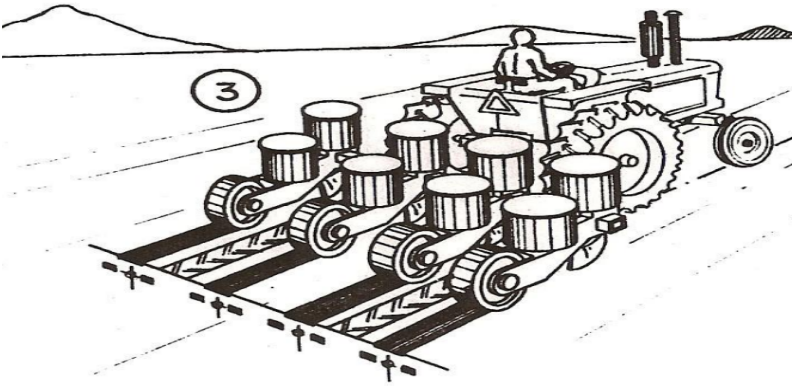
Este método consiste em se colocar o adubo em faixas ou zonas próximas às raízes ao longo das linhas de cultivo, considerando-se as posições relativas da semente e do fertilizante (Figura 12, 13, 15 e 15). Geralmente, é utilizado quando se deseja aplicar quantidades relativamente pequenas de adubo. O fertilizante deve ser colocado em faixas em um ou em ambos os lados da semente ou planta, cinco cm a oito cm de distância e sete cm a 10 cm abaixo da semente ou da planta transplantada.

Entre as vantagens deste método, destacam-se o suprimento de nutrientes às plantas jovens maiores que na aplicação a lanço, o que acelera o crescimento das plantinhas e as tornam

mais vigorosas e resistentes a doenças e pragas, resultando em maior produtividade e rentabilidade. Seu uso é aceito devido ao pequeno contato dos nutrientes como o fósforo e o potássio, que podem sofrer fixação, com as partículas do solo, que resulta em menor fixação desses elementos e em maior disponibilidade às plantas. O maior risco da aplicação do fertilizante próximo às sementes é dificultar a germinação ou danificar a planta jovem, devido à concentração de sais solúveis elevada, principalmente em solos arenosos e secos. Os nutrientes que causam maior concentração salina são o nitrogênio e o potássio. Como exemplo de máquina distribuidora de adubo localizado e distribuído sobre as folhas em pulverização principalmente com a ureia é o nutriente mais usado em pulverizações foliares. Em pequenas áreas os micronutrientes são aplicados em água. Neste método de aplicação, a quantidade de nutriente é bem menor que na aplicação feita no solo. O uso na parte aérea da planta está se tornando muito comum, principalmente para aplicação de micronutrientes distribuídos uniformemente na dosagem certa.

Distribuidor em linha

Figura 13 - Disbribuidor de calcário ou fertilizante em linha



Fonte: Gadanha Junior (2018), Meirelles (2010).

13 - SEMEADEIRAS

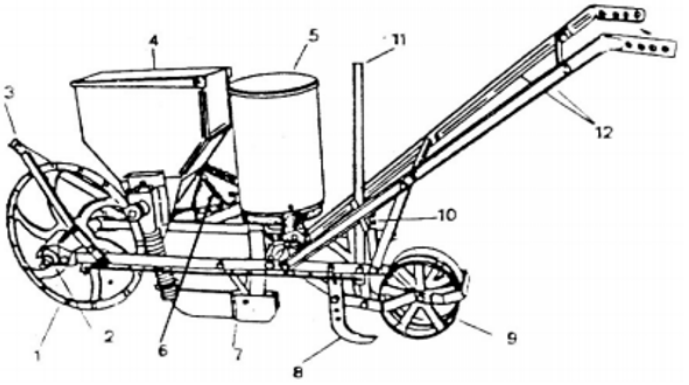
13.1 - Dosagem

Quantidade do produto liberada por unidade de área, normalmente expressa em kg/ha.

a.1 - Mecanismo dosador

Responsável pela definição da quantidade do produto retirado do reservatório e liberado para o mecanismo distribuidor na unidade de tempo (Figuras 14 e 15). Mecanismo distribuidor - responsável pela definição da forma e da largura da faixa de aplicação do produto retirado do reservatório sobre uma unidade de área.

Figura 14 - Semeadora e adubadora de tração animal



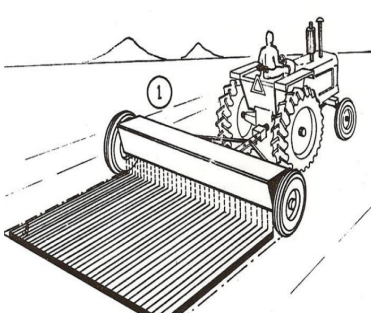
Fonte: Casão Júnior, 2016; Santos Filho *et al*., 2001.

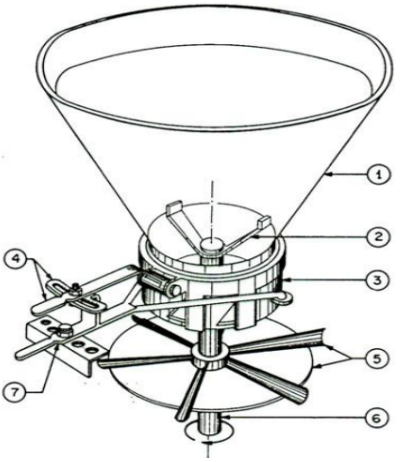
1 – Roda de acionamento, 2 – Engrenagem motora, 3 – Engate, 4 – Depósito de adubo, 5 – Depósito de semente, 6 – Corrente, 7 – Facão, 8 – Cobridor de semente, 9 – Roda compactadora, 10 – Regulagem de profundidade, 11 – Alavanca para controle de acionamento.

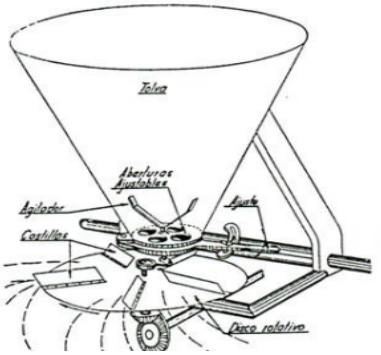
IR PARA SUMÁRIO

a.2 - Aplicador em faixa

Figura 15 - Aplicadores de calcário







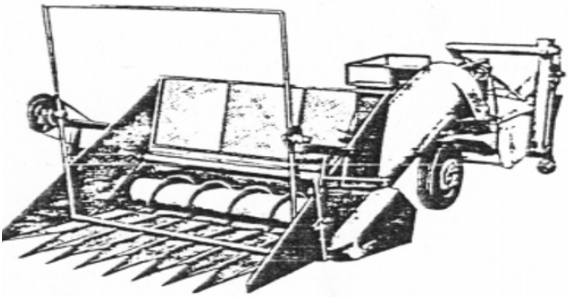
1 – reservatório ou funil
2 – pá, agitador.
3 – aberturas ajustáveis
4 – ajustes, esticador
5 – ventilador.
6 – eixo
7 – controle ou regulagem

Fonte: Gadanha Júnior, 2018.

14. COLHEDEIRA DE CEREAIS

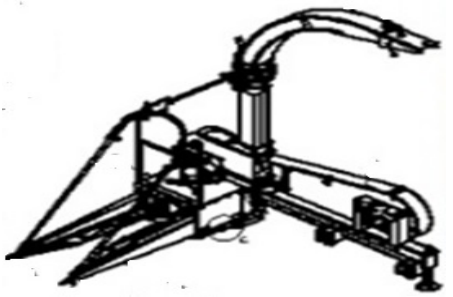
Uma grande dificuldade do setor agropecuária é implantar as mudanças que a economia mundial vem passando uma vez que os países investem em tecnologia e na melhoria da qualidade do produto ofertado (Figuras 16, 17 e 18). No entanto, o Brasil em sua grande parte não investe o suficiente nessa tecnologia, muitos produtores ainda usam técnicas de criação extensiva, que como se conhece, possui pouca produtividade e qualidade no produto.

Figura 16 - Colhedora original combinada para cereais



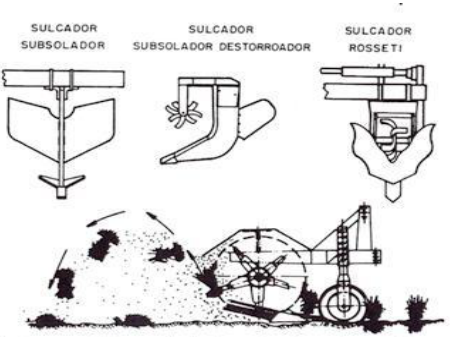
Fonte Balastreire; Gomes, 1990.

Figura 17 - Protótipo de máquina colhedeira cuja função é cortar os restos ou os vegetais cultivados no ponto de maturação indicado e tritura-os, lançando a silagem em implementos associados aos tratores que se movimentam em torno da área a ser cortada.



Fonte: Santos Filho *et al.*, 2001.

Figura 18 - Sulcadores para solos compactados



Fonte: Cortez 2018; Carnargo; Alegoni, 2018.

A atualização da tecnologia no campo, em ritmo intenso, dificulta à sobrevivência dos pequenos produtores rurais, provocando mudanças, e como consequências estas pequenas propriedades são agregadas às maiores. E assim, o homem do campo vai para a cidade, elevando o índice do desemprego, devido à falta de qualificação profissional. Além do mais, a tecnologia empregada no campo exige que seus trabalhadores conheçam e saibam manusear máquinas melhor adaptadas as suas necessidades como recurso de elevar o sistema produtivo (SEGATTI, 2008).

Em análises de Barcha (2004) registram que subsídios ocorrem, mas existe a burocratização, que muitas vezes, os pequenos e médios produtores não conseguem ter acesso a esta ajuda financeira. Além do mais, existe a influência da globalização da economia e a abertura de novos mercados no qual o Brasil deve concorrer. Esse processo influencia a queda de preço do produto e dificulta e muito a vida do pequeno e médio produtor em sua economia sem depender especificamente de políticas públicas de subsídio. Esse fortalecimento de política de crédito aos pequenos produtos os auxilia, no entanto, não é o suficiente para

impedir o avanço das grandes empresas inseridas no mercado mundial (SANTOS; SILVA, 2018, BARCHA, 2004).

15. PROCESSOS DE RECUPERAÇÃO E RENOVAÇÃO DE PASTAGEM

As características de uma boa atividade realizada por máquinas não se resumem em uma relação de nomes que estrategicamente resultam em apelo comercial. Originalmente e com criatividade três tecnologias sobressaem em técnica, estratégia e cientificamente. Sem medo de errar ou desfazer de todos os sistemas surgidos nos últimos 20 anos podem ser resumidos nos estudos de pro-várzea, plantio direto e integração agricultura pecuária e floresta. Estas tecnologias conseguem se destacar pela qualidade e profissionalismo que seguiram e sobressair dentre o complexo de moda da época. Boas tecnologias são aquelas que chegam para ficar sem se preocupar com época ou com o nível de popularização.

As tecnologias que incluem os projetos de Pro-Várzea sempre vai existir à medida que se procura manter as fontes originais dos mananciais aquíferos principalmente quando o recurso econômico se torna escasso e aumenta a necessidade de melhorar a produção e produtividade. O Projeto visa o Manejo dos Recursos Naturais da Várzea – Pro-Várzea/IBAMA que bem mais além do objetivo inicial de estabelecer as bases científicas, técnica e política para a conservação e o manejo ambiental e socialmente sustentáveis dos recursos naturais das várzeas da região central inicialmente da Bacia Amazônica e podendo atualmente ser considerado um processo universal. Executado desde 2001, o Pro Várzea/IBAMA tem contribuído na elaboração de políticas públicas e no desenvolvimento de sistemas de conservação e manejo

sustentáveis dos recursos naturais das várzeas, nem sempre considerado nos programas tradicionais (OLIVEIRA, 2007).

O plantio direto, pelas suas características de incorporar matéria orgânica, reduzir a movimentação de máquinas desnecessárias e melhorar as condições químicas, físicas e biológicas do solo justificam plenamente a sua operacionalidade sem preocupar com os movimentos econômicos e puramente comerciais. O Sistema Plantio Direto (SPD) teve início no Paraná em 1972, por meio do pioneirismo ímpar de alguns agricultores e chegou para ser estabelecido, que sempre pode ser melhorado, mas sem muita alternativa de ser substituído. Rapidamente envolveu a pesquisa, as indústrias e aos trabalhos de extensão. Surgiu como principal forma de combater a erosão avassaladora do solo provocada pela expansão da lavoura mecanizada de soja e trigo. Para implantar uma atividade agropecuária, os solos eram revolvidos por sucessivas operações de aração e gradagem, que os compactavam formando o "pé de arado" ou "pé de grade" e pulverizavam a camada superficial, facilitando o arraste de solo, matéria orgânica e nutriente pelas chuvas, criando sulcos de erosão, assoreando rios e açudes, depauperando enfim, sua capacidade produtiva. A FAO, Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação, tem utilizado o modelo e as máquinas brasileiras para disseminar o sistema por meio de projetos de agricultura conservacionista em diversos países da África e Ásia Central, na China e Coréia do Norte e mais recentemente na América Central e Caribe (RASÊRA, 2009).

A integração agricultura, pecuária e floresta procura incorporar às atividades exploratórias de produção em um sistema que conseguem a produção dos derivados da agricultura, da pecuária e das florestas em equilíbrio dentro de uma propriedade rural independente do seu tamanho. A Integração Lavou-

ra-Pecuária-Floresta (ILPF) ou Sistema Agro-silvipastoril é uma modalidade de integração que contempla os componentes agrícolas, pecuário e florestal, em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área. O componente agrícola pode ser utilizado na fase inicial de implantação do componente florestal ou em ciclos agrícolas anuais durante o desenvolvimento do sistema. O componente pecuário vias de regra, é introduzido no sistema em substituição ao componente agrícola (TRECENTI, 2018). Sem se preocupar com a projeção, esse sistema se impõe pela integração que se faz utilizando todas as etapas da exploração agrícola preocupando com a produtividade, integração, meio ambiente e atividades programadas.

16. ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS SUSTENTÁVEIS

Nos anais de informação científica são encontradas várias técnicas atividade agropecuária visando à recuperação de áreas degradadas, seja utilizada pela agricultura ou pecuária que visam aumentar a produtividade com melhoramento da qualidade da produção, considerando como princípio o manejo de cultivos, melhoramento da fertilidade do solo, controle de invasoras e pragas, introdução de espécies, descompactação do solo, integração lavoura/pecuária e atualmente também floresta. Quaisquer iniciativas de uso pemitem uso isoladas ou em conjunto de todas as tecnologias.

16.1 - Sistema pousio

O pousio de uma área degrada deve ser considerado como modalidade de recuperação, através do processo natural de sucessão secundária. A adoção, pelos agropecuaristas e colaboreadores, do sistema pousio, nestas áreas degradadas, depende, no entanto da disponibilidade de terras, pelo fato de que se entende

que a área em pousio ter que ficar indisponível para a atividade agrícola temporariamente, independente de mão-de-obra para a implantação e manutenção do sistema de manejo da vegetação secundária e reserva secundária, uma vez que pelo menos temporariamente, a área deve ficar economicamente improdutiva. Como alternativa, uma aplicação prática desse sistema seria a recuperação da vegetação arbórea de áreas que não deveriam ter sido originalmente desmatadas, como aquelas situadas às margens de curso d›água denominadas mata ciliar, ou em relevo muito declivoso, como em encostas de morros.

16.2 - Melhoramento da fertilidade do solo

Estudiosos ambientais, ou seja, técnicos e profissionais consideram existir entre fertilidade do solo e produtividade, uma estreita relação, proporcionando assim maiores valores no desempenho de plantas e animais. Consideram ainda que para obter uma agricultura sustentável seja necessário o uso de corretivos e fertilizantes em quantidades apropriadas, a fim de seguir critérios racionais que possibilitem conciliar o resultado econômico positivo com conservação dos recursos naturais conferindo a máxima expressão do potencial produtivo da atividade selecionada. Contudo, a técnica de calagem e adubação, deve ser efetuada conforme os resultados de análise de solo da área a ser recuperada, na qual resultará na decisão sobre os fertilizantes a ser aplicados, e suas quantidades, que se dá pelas exigências nutricionais das espécies vegetais e necessidade animal a serem trabalhadas.

16.3 - Manejo de áreas utilizadas

A utilização de culturas incluindo forragem ou tradicionamente ocupadas com culturas tradicionais é influenciada pela carga animal ou pelo fluxo da intensidade de desfolha, estabele-

ce forte interação com a disponibilidade de plantas, em consequência do volume de procução da produção de massa ou grãos, lotação de piquetes e do consumo animal bem como da produção de alimentos de consumo humano.

Nas áreas agrícolas, exploradas continuadamente por muitos anos têm como consequência a queda de produtividade quando pouco assistidas. Nas pastagens superpastejadas, ocorre o crescimento da redução da parte aérea das plantas, nas quais essas são excessivamente desfoliadas, por uma alta taxa de pressão de pastejo na área, ocasionando também a redução do sistema radicular que refletem negativamente na produção e qualidade do produto produzido.

Por outro lado a subexploração a produção se encontra estanque e em condição de subpastejo, o animal tem alta disponibilidade de matéria verde favorescendo a seletividade por determinada espécies, que acabam sendo continuamente desfolhadas e eliminadas, enquanto as outras de menor aceitabilidade, com o tempo envelhecem e perdem a qualidade nutritiva.

A exploração das áreas deve ser equilibrada para se ter a certeza de uma boa utilização de sistema de exploração, na busca de proporcionar à planta condições sustentáveis ideais para sua exteriorização do seu potencial genético de produção, levando-se em consideração uma produção favorável economicamente ou uma atividade ideal de lotação ótima de pressão de pastejo.

16.4 - Controle de plantas invasoras

O conceito de plantas invasoras é baseado na consideração nem sempre benévola das plantas diferenciadas da espécie de interesse para ser multiplicada, ou seja, plantas invasoras são consideradas como aquelas indesejáveis para a finalidade do uso de determinada área de plantio.

Geralmente presença de plantas invasoras está relacionada com o tipo de manejo inadequado do plantio original, pois se apoderam dos espaços que são deixados livres pelas culturas de preferência sejam produtores de grão ou de massa. Quase sempre, as invasoras tornam-se um empecilho para reverter o processo de degradação de culturas produtivas. Em a natureza a concorrência pelo espaço é elevada devida a competição imposta pelas plantas daninhas que constitui em fator importante no processo da degradação. O princípio do controle das plantas invasoras é o impedimento da brotação das mesmas por meio de roçagem, arranquio e o uso de produtos químicos, os herbicidas.

17. DESCOMPACTAÇÃO DO SOLO

Os solos, após alguns anos de uso se compactam formando o pé de grade ou pé de arado decorrido por meio do princípio de acamamento das partículas mais finas formando um lenções de dureza, atém de pisoteio animal e movimentação de máquinas pesadas. Como o sitema radicular necessita de arejamento para exercer suas funções, a planta sofre condições de queda de oxigênio para o consumo vegetal.

A população de planta por área é prejudicada pelo aparecimento de plantas concorrentes a população original. Quando se tem a degradação de uma área em uso por compactação do solo, a utilização de métodos físicos pode proporcionar bons resultados no melhoramento das condições físicas do solo, tendo como resultado melhoria na aeração, infiltração de água, desenvolvimento e a penetração das raízes das plantas cultivadas.

Dependendo do grau de compactação, a interferência de operações descompactaoras será realizada superficial ou profundamente, com adoção de implementos agrícolas.

18. SUBDIVISÃO DE ÁREAS AGRÍCOLAS

A subdivisão de áreas para atividades agropecuárias permite um maior aproveitamento da forragem ou da cultura em exploração, favorecendo a utilização racional da área. Existem culturas de sistema maior ou menor comprimento das raízes e que ocupando áreas subdivididas mantem o solo nas condições físicas, químicas e biológicas necessárias para o bom desenvolvimento das plantas.

O desenvolvimento de diferentes cultivos alternados nas diferentes áreas ajuda a preservar ou melhorar a situação natural dos solos evitando ou diminuindo tendência dos solos de textura finas ou pulverizados por atividades se compactarem em curto espaço de tempo. Assim, evitando o uso do solo por longo período de anos com a mesma cultura, ou o rebaixamento excessivo das plantas pelo superpastejo ou alta população de culturas agrícolas, viabilizam o manejo do rebanho. Sendo assim, a subdivisão de pastagem com alternância de cultivo deve ser utilizada, independente do sistema de cultivo ou metodologia de pastejo.

Ao mesmo tempo, quando detectado o superpastejo, deve-se reduzir a carga animal, na busca do equilíbrio do número de animais que se utiliza da pastagem, levando em consideração a capacidade de suporte limite, que se da pelo número de cabeças ou animais suportados pela pastagem, sem causar sua degradação.

19. INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA

A integração lavoura pecuária é caracterizada pela programação de cultivos e culturas onde a pecuária complementa o quadro produtivo. Sob o ponto de vista de organização, quando se tem um comércio seguro para a produção constitui uma das principais atividades para maior aproveitamento das áreas

e produção contínua durante todo o ano. O manejo associado de agricultura e pecuária incorpora o profissionalismo às atividades agropecuárias. Naturalmente que a agricultura é desenvolvida principalmente na época das águas considerando que a área irrigada, necessária na seca, é inferior à do período chuvoso. Quando as atividades são programadas, as atividades combinadas podem ser consideradas como operação de agregação de valores para o agropecuarista.

Com o advento do plantio direto, o manejo de gramíneas forrageiras apresenta importância tanto na produção de grãos quanto na alimentação animal. Inicialmente o plantio direto, dentre as várias importantes tecnologia que representa, é usado para incorporação de matéria orgânica nas áreas agricutáveis, contudo a melhoria do ambiente para o desenvolvimento de plantas com maior armazenamento de água e controle relativo da temperatura do solo faz da integração agricultura/pecuária uma atividade importante.

Nas regiões tropicais, onde grande volume dos restos culturais é eliminado pela queima, o plantio direto utilizado na integração agricultura/pecuária veio constituir o padrão necessário para preservar e melhorar as características quimicas, físicas e biológicas do solo.

Geralmente, são atribuídas à qualidade da pastagem ao alto custo de recuperação. Alguns aspectos devem ser discutidos. É de conhecimento generalizado que embora correta a lei de oferta e procura nem sempre é executada como devia.

Por outro lado, com a evolução do ser humano, muito se observa do efeito desviado de preços observados no mercado. Nesse campo muito tem que se utilizar dos princípios da economia. As teorias, nesse campo existem e quando bem empregadas por conhecedores dos problemas do produtor e do mercado elas

podem funcionar na prática. Como os demais problemas, os de produtor e consumidor devem existir uma norma e pessoas técnicas profissionais que saibam distinguir o preço que deve ter um produto e o preço cobrado a varejo.

Existem insumos comprados a preço de moeda de peso internacional no mercado e a produção é vendida a preço da moeda regional. Sem apresentar detalhes, alguns setores estão interessados neste tipo de conhecimento. Contudo, sabe-se que algumas alternativas tornam-se viáveis, ora positivas, ora negativas, na variação dos custos de implantação de pastagens, e maximização na manutenção da produtividade, tais como a associação de culturas como arroz, milho, feijão, sorgo, soja com forrageiras, na exploração de atividades agrícolas e pecuárias sem prejudicar os conhecedores do custo e volume de produção.

Nesse sentido é necessário compatibilizar espécies a serem cultivadas, como implantação da forrageira produtiva sem reduzir a produção de grãos das culturas. Para obter o equilíbrio exigido entre produtor e mercador, a diversificação da produção na integração lavoura-pecuária possibilita o aumento da eficiência da utilização dos recursos decorrentes da natureza, aproveitando inclusive o uso de vários insumos com efeito residual da lavoura deixada no campo, acarretando na maior e melhor ciclagem de nutrientes e efeitos positivos na melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

20. AS MÁQUINAS E A RECUPERAÇÃO DE PASTAGEM

A recuperação de uma área degradada, agrícola ou de pastagem tradicinal, é uma atividade atualmente programada, constituída de uma série de práticas e ténicas objetivando melhorar o ambiente para uso intensivo de exploração agropecuária. Por isso, para a exploração de culturas solteiras ou consorciadas ou

atividades pecuárias, envolvem máquinas tradicionais atualizadas e modernas qualificadas para executar atividades específicas com o objetivo profissional de obter resultados de produção animal e vegetal sustentavelmente. A sua execução depende da realização de princípios básicos, muitas vezes não realizados, envolvendo planejamento com acom acompanhamento de análises do solo, conservação do solo, usa de consórcio, plantio em nível, rotação de culturas, adubação verde, avaliação dos resultados obtidos, rotação de culturas, uso de adubação verde, plantio direto, cultivos alternados de gramíneas e leguminosas além de utilização de espécies adataptadas ao clima e solo da região (AMARAL, 2002). Várias máquinas são utilizadasc, mas dependendo dos recursos econômicos e da tradição ainda se utiliza animais para a execução de todas as operações necessárias.

20.1 - Trator de esteira

É um tipo de máquina utilizada quando se tem que derrubar árvores que se locomove através de esteiras movidas pelo sistema mecânico de transmissão. Sua finalidade é de servir para trabalhos pesados em áreas de difícil acesso e são usados principalmente para terraplanagem, escavação e ajudar no reboque de outras máquinas. Geralmente, tratores à esteira não possuem suspensão. Suspensão é caracterizada por caixa de velocidades chamada de caixa de câmbio, é a transmissão de um veículo automotor.

Os tratores de esteiras são máquinas versáteis usadas para vários serviços de trabalho em setores como construção civil, mineração e engenharia militar. São utilizados em aração de terra, empurrar material solto, nivelamento, escavação em linha reta, acrescentar ou eliminar camadas de terra e superfície de compactação prolongada, empilhar materiais, formar aterros ou

outras máquinas, recolher e enfileirar restos vegetais e pedras da área a ser trabalhada.

20.2 - Correntão

Seu uso constitui em uma técnica de desmatamento controversa que possibilita a rápida retirada da vegetação nativa por meio da utilização de correntes presas a tratores, em geral um par de grandes tratores. No Brasil seu uso é considerado crime ambiental. Acerca do emprego de tal técnica, tem-se relatado que do correntão não permite vida tanto da flora quanto da fauna.

20.3 - Triturador de galhos

É uma máquina agrícola mecânica e robusta, que tem a função de cortar os galhos oriundos de podas de árvores, ramos, folhas, cascas, cercas vivas e outros. Os trituradores de galhos são ferramentas quase sempre adquiridas por órgãos oficiais prestadoras de serviços de limpeza como terrenos e estradas, que utilizam o triturador para a produção de energias alternativas e limpas, como na produção de cavacos ou na compostagem. Considera-se resíduo sólido como algo reutilizável, reciclável e como um bem econômico com valor social. Perante esta normalização, prefeituras e empresas geradoras de resíduos precisaram adaptar sua maneira de descartar seus resíduos. Este equipamento tem sua utilização de modo facilitado, o operador alimenta a máquina com galhos e folhas, este material é moído através de um disco com facas. O resíduo triturado sai pelo duto de saída e pode fazer o carregamento dos cavacos diretamente no caminhão

Os cavacos de madeira obtidos através da trituração podem ser usados como combustível em fornalhas ou material para compostagem, isto possibilita que o material que antes era um resíduo sem grande utilidade se transforme em fonte de lucro ou uma economia sustentável.

Positivamente é uma máquina que permite a redução de custos considerando que o volume de dez caminhões de galhos é equivalente a um caminhão de cavacos, o que permite uma boa economia com transporte e também da mão de obra e o tempo reduzindo o tempo de carregamento e o descarregamento dos galhos. Apenas torna-se necessário um funcionário que alimente a máquina, realizando o carregamento direto no caminhão para fazer a descarga dos cavacos uma vez que é necessário apenas levar o caminhão até o local e bascular a caçamba. Tecnicamente tem-se usado os cavacos originados a partir da trituração dos galhos de podas, depois de passados pelo processo de compostagem que podem ser utilizados como adubo orgânico no plantio de mudas de árvores e hortaliças. Com a trituração dos galhos e a utilização dos cavacos, evita-se que os galhos, oriundos das podas de árvores sejam jogados no aterro sanitário. Além disto, o material enriquece o solo, o que permite o crescimento e a vitalidade das plantas.

20.4 - Aivecas

São arados, geralmente feitos em ferro na forma de um V (vê), com tombador de terra, para tração animal ou mecânico. É o mais antigo implemento fabricado para a realização do preparo do solo. No Brasil, esse implemento é mais destinado à tração animal. Possui diversos tipos: aiveca helicoidal destinada a uma lavoura superficial e rápida, deixando um solo com torrões grandes; semi-helicoidal, modelo universal ou americana, recomendada para uma lavoura normal, deixando torrões grandes na parte inferior e torrões menores na camada mais superficial; aiveca cilíndrica é recomendada para lavoura com tração animal, deixando torrões de todo o tamanho misturado com o solo

pulverizado; aivecas recortadas recomendadas para solos pegajosos ou argilosos.

O arado de aiveca produz uma inversão do solo melhor que a do arado de discos, mas apresenta restrições ao uso em solos com obstáculos, tais como pedras e tocos, caso não haja mecanismos de segurança, com desarme automático. O arado de aiveca pode ser equipado com vários acessórios, que facilitam o corte vertical do solo e evitam embuchamentos. Todas essas dificuldades podem ser contornadas quando os profissionais das atividades agropecuárias têm conhecimento da situação e potencial do solo.

20.5 - Grade

É um implemento agrícola geralmente acoplado a tratores, utilizado na descompactação do solo no controle de plantas daninhas e na incorporação de insumos agrícolas. Geralmente é utilizada para complementar o trabalho feito pelo arado, desmanchando os torrões gerados pelo arado ou qualquer implemento pesado ao mesmo tempo em que nivela o terreno. Existem dois tipos de grades, as leves e as pesadas (STOLF *et al*., 2008). As grades leves são utilizadas para nivelar superficialmente as áreas aradas principalmente para faciliar os implementos de plantio. As grades pesadas são utilizadas para cobrir as necessidades em realizar uma operação mais profunda para revolvimento de camadas mais profundas do solo.

21. SEMEADORA E PLANTADORA

Permitem que os agropecuaristas propaguem as sementes em filas bem espaçadas numa profundidade específica. Antes disso, eles simplesmente jogam as sementes no chão, para que cresçam onde quer que as sementes caiam. Algumas das

sementes caem em terra não preparada onde nunca germinam, ou germinam prematuramente e são mortas por pragas, excesso de água ou fertilizante. A iniciativa do uso de semeaduras oferece aos agropecuaristas maior controle sobre a profundidade em que a semente é colocada no solo e a habilidade de cobri-las. Sem ter que fazer outra passagem do trator. Este controle significa que as sementes germinam com mais consistência em terreno melhor preparado. Atualmente, as semeadoras tornam-se mais avançadas e sofisticadas, mas a tecnologia permanece substancialmente a mesma. O avanço da tecnologia substituiu a semeadora puxada por animais por tratores e semeadoras mais eficientes que permitem semear vários hectares de terra em período curto de tempo. O mercado de máquinas sempre investiu em exploração de grandes áreas e máquinas de alto potencial de trabalho, cujo preço é acessivo apenas aos grupos seletos de detentores de alto poder aquisitivo. Por outro lado, pouco evoluiu os recursos de estruturação do ambiente da agricultura familiar. Quase sempre, quando se cria uma pequena máquina (Figura 18), dificilmente ela chega ao mercado por falta de investimento para divulgar e comercializar o produto de lançamento.

21.1 - Moto semeadeira

Adubadeira pode ser considerado uma máquina (Figura 19) que melhor se adapta à agricultura de baixo custo. Substituiu o animal para as pequenas atividades nas pequenas propriedades. Por ser um biciclo sem grandes aparatos sofisticados constitui uma boa opção a custo acessível a um grande grupo de pequenos agropecuaristas. Tem a vantagem ainda de ser usada para aplicar o fertilizante e semear ao mesmo tempo.

Os agropecuaristas mais evoluídos têm substituído as máquinas semeadeiras por plantadeiras uma vez que através das má-

quinas plantadeiras são realizadas as aplicações de fertilizantes abaixo das sementes da cultura colocadas mais superficialmente. As semeadoras simplesmente não conseguem fazer a aplicação de fertilizantes em diferentes profundidades. Com o uso de máquinas semeadeiras evita-se a queima das sementes e plântulas em germinação, colaborando com a germinação uniforme das sementes (PEIXOTO; TOLEDO, 2002, AMARAL, 2002).

Figura 19 - Moto semeadeira - adubadeira de sementes

Moto semeadeira - adubadeira

b) Caixa da semeadeirara -adubadeira onde são colocadas sementes e fertilizantes.

Fonte: IKEDA – EMBRAPA (Takahashi, J.H., 2018).

22. MÁQUINAS COLHEDEIRAS OU COLHETADEIRAS

Em revisões realizadas por Araldi *et al*. (2013) pode-se verificar que primeiro fator sobre avaliação das máquinas colhedeira ou colheitadeiras a ser considerado está diretamente relacionado com o custo das operações mecanizadas que representam uma grande parcela nos custos totais de produção. Os gastos podem se aproximar entre 30 e 40% do orçamento total. Gastos obrigatórios com plantio, acompanhamento técnico e assistência até a colheita podem ser reduzidos se todas as máquinas e

implementos estiverem limpos e perfeitos e, mão de obra bem treinada e que sempre resultam em eficiência profissional e mecânica. Contudo a colheita é a operação que exige técnicas seguras e cuidados especiais uma vez que, o preço da colheita ultrapassa a 10 % do custo total de produção. Eficiência de campo é um importante parâmetro utilizado para verificar a capacidade de campo e para tomar decisões sobre o gerenciamento das máquinas (Tabela ASAE, s.d).

Tabela 1 - Velocidade de trabalho e eficiência de campo (Ec) de algumas máquinas e implementos agrícolas (sem data)

Equipamento	Velocidade (km/h)	Ec (%)
Arados	4 - 8	70 - 85
Grades pesadas	5 - 7	70 - 90
Grades niveladoras	7 - 9	70 - 90
Escarificadores	5 - 8	70 - 85
Subsoladores	4 - 7	70 - 90
Enxadas rotativas	2 - 7	70 - 90
Semeadoras de sementes miúdas	4 - 8	65 - 80
Semeadoras de sementes graúdas (de precisão)		
Plantio direto	3 - 7	50 - 75
Plantio convencional	4 - 8	50 - 75
Cultivadores	3 - 5	70 - 90
Pulverizadores	5 - 8	60 - 75
Colhedora de arrasto	3 - 6	60 - 75
Colhedora combinada automotriz	3 - 6	65 - 80
Colhedora de forragem	4 - 7	50 - 75
Ceifadoras	6 - 9	75 - 85

• American Society of Agricultural Engineers (ASAE).

A eficiência de campo é a relação entre a capacidade de campo efetiva de uma máquina pela sua capacidade de campo teórica associando qualidade e custo. Esta eficiência está relacionada com o mal aproveitamento da largura total de trabalho da máquina, com os hábitos do operador, tempo de manobras e características da área (ARALDI *et al.*, 2013). Também se acrescenta que eficiência de tempo é o resultado da relação entre o tempo que as máquinas efetivamente trabalham nas operações de campo e o tempo que elas utilizam para realizar a operação considerando sempre que estas máquinas se encontram em dia com as

manutenções preventivas. Os conhecimentos sobre operacionalidade das máquinas auxiliam na operação e no gerenciamento de máquinas agrícolas. Os dados adquiridos durante a colheita fornecem informações relativas às características operacionais das máquinas colhedeiras, como velocidade, percursos realizados, tempo de descarga e capacidade de campo. Informações sobre a operação de colheita podem indicar ações capazes de reduzir o seu custo e consequentemente aumentar a rentabilidade das lavouras das culturas. Nem sempre se realiza planejamentos sobre um adequado dimensionamento da colheitadeira, ora com desgaste do implemento, ora deixa de aproveitar da máquina toda sua capacidade de utilização. Devido à importância técnica e econômica do uso de máquinas colhedeiras deve-se verificar vários fatores incluindo o trabalho operacional para evitar os desgastes dos implementos, o tipo e a sistematização do solo, a potência das máquinas, a cultura ou a atividade a ser explorada e o tempo em cada operação, o potencial de produção da lavoura, dentre outros fatores controláveis.

23. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Eliminando as operações em condições de necessidade de derrubada de florestas, o sistema de operações para reforma de pastagem usado em integração lavoura-pecuária tem sido usado utilizando:

No pasto degradado, no início da estação chuvosa, na primeira etapa, deve-se realizar sobre a área degradada, uma gradagem com grade pesada, tipo grade Rome, quando 50 a 60% do resto das forragerias velhas são eliminadas.

Após uma semana a dez dias, uma aração profunda deve ser realizada com arado do tipo aiveca. Quando a propriedade já

possui um subsolador faz-se uma subsolagem sendo que ambas eliminam pé de grade ou pé de arado.

Na semana seguinte realiza-se uma gradagem de nivelamento realizada com grade mais leve para facilitar o plantio.

O plantio deve ser realizado preferencialmente com máquina plantadeira que permite colocar o fertilizante misturado com a semente da forrageira a uma profundidade de até dez centímetros. E a semente da cultura fica colocada entre três e cinco cm de profundidade. A semente da cultura germina primeira guardando um tempo suficiente para crescer e desenvolver antes da germinação da forrageira.

Nem sempre é necessário fazer o controle de ervas daninhas, principalmente quando se usa cultivares ou variedades precoces, que ficam controladas pelo crescimento da cultura, por isso deve-se utilizar o espaçamento da cultura estreito, de acordo com as recomendações, o tanto quanto a cultura permitir.

Todas as operações devem ser planejadas para evitar problemas de máquinas faltando peças ou desgastadas, enferrujadas e quebradas bem como a aquisição de insumos em última hora, nem sempre se consegue comercialmente as formulações desejadas.

Referências bibliográficas

AMARAL, N. **Noções sobre conservação do solo**. 2ed. Coordenadoria de Defesa Agropecuária do Estado de São Paulo. São Paulo: Nobel, 1984. 298 p.

ARALDI, P. F.; SCHLOSSER, J. F.; FRANTZ, U. G.; RIBAS, R. L.; SANTOS, P. M. Eficiência operacional na colheita mecanizada em lavouras de arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 3, p. 445-451, mar, 2013.

BACHA, C. J. C. **Economia e política agrícola no Brasil**. Atlas. São Paulo, 2004. 226 p.

BALASTREIRE, L. A.; GOMES, E. S. Avaliação do desempenho de um dosador de sementes pneumático à vácuo. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 1., n. 1, p. 37-49, jul. 1990.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Considerações para manejo do solo.** 2006. Disponível em http://www.infobibos.com/Artigos/2006 3/C7/ Index.htm. Acesso em: 15 ago. 2018.

COELHO, F. S.; VERLENGIA, F. **Fertilidade do solo**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 384p

CORTEZ, W. **Preparo do solo**. LAMMA Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola Departamento de Engenharia Rural UNESP. Jaboticabal-SP. Disponível em: http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/engenhariarural/CARLOSEDUARDAN GELIFURLANI/arados.pdf. Acesso em: 10 ago. 2018.

CUNHA, M. **Charrua de aivecas**. Agricultura geral I. FCUP. Disponível em: http://webpages.icav.up.pt/pessoas/mccunha/AGI_CA/documentos/maquinas/mobilizar/equipamentos_2013.pdf. Acesso em: 14 ago 2018.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: o que é e como evitar**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 19 p.

GEDANHO JÚNIOR, C. D. **Máquinas e Implementos** Agrícolas Máquinas para Aplicação de corretivos e fertilizantes. LEB/ESALQ/USP. Piracicaba. Disponível em: http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/Casimiro/leb432/AplicCorFert 2012.pdf. Acesso em: 5 ago 2018.

LUZ, M. J. S., FERREIRA, G. B.; BEZERRA, J. R. C. **Como aplicar os fertilizantes**. EMBRAPA ALGODÃO. Campina Grande, 2003. 21 p. (Embrapa Algodão. Documentos, n. 110).

MACEDO, J. R. **Erosão em pastagens**. Disponível em: http://www.diadecampo.com.BR/zpublisher/materias/Materia.asp?id=22458&secao=Artigos%20Especiais. Acesso em: 12 ago 2018.

MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ZIMMER, A. H. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 2000. 4 p. (Comunicado Técnico, 62).

MEIRELLES, F. **Manutenção de tratores agrícolas** FAESP-SENAR-AR/ SENAR-AR/SP. 2010.75 p.

MONTEIRO, L. A.; ALBIERO, D.; CHIODEROLI, C. A.; LOUREIRO, D. R. **Segurança e operação de tratores agrícolas.** Centro de Ciências Agrárias. LIMA - Laboratório de Investigação de Acidentes com Máquinas Agrícolas. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2013. 77p.

OLIVEIRA, I. P.; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P.; DUTRA, L. G.; PORTES, T. A.; SILVA, A. E.; PINHEIRO, B. S.; FERREIRA, E.; CASTRO, E. M. **Sistema Barreirão**: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF-APA, 1996. 90 p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 64).

OLIVEIRA, M. S. S (moderadora/relatora). **Provárzea – Relatório final.** Ministério do Meio Ambiente, Santarém – AM. 2006. 97.

OLIVEIRA, P. P. A. Recuperação e reforma de pastagens. *In*: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 24, 2007, Piracicaba - SP, **Anais**... Piracicaba: FEALQ, 2007. p. 39-73

PEIXOTO, A. M.; TOLEDO, F. F. **Conservação dos solos**. Enciclopédia agrícola brasileira, EDUSP. 2002. 458 p.

RASÊRA, I. T. **Plantio direto com qualidade**. SEAB - Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Paraná. Secretarias Municipais de Agricultura. Curitiba: SENAR - PR. 2009. 52 p.

SANTOS FILHO, A. G. G SANTOS, J. E. G. G. R. B. A. B. FREITAS, J. R.; MOURAD, R. B. A. **Máquinas agrícolas. UNESP -** Bauru – S.P. Faculdade de Engenharia – Departamento de Engenharia Mecânica, 2001. 84 p. Disponível em: http://wwwp.feb.unesp.br/abilio/maqagri.pdf. Acesso em: 2 ago. 2018.

SANTOS, J. B.; SILVA, E. R. **Comparação da eficiência e custo benefício entre três modelos de máquinas para desbravar pastagens**. Disponível em: http://www.unirv.edu.br/conteudos/. Acesso em: 20 ago. 2018.

SEGATTI, S. Alternativas para a geração de renda em pequenas propriedades rurais. Presidente Prudente: UNESPE. *In*: 4º Encontro

nacional de grupos de pesquisas, 2008. Disponível em: http://w3.ufsm.br/gpet/engrup/ivengrup/ pdf/segatti_e hespanhol.pdf. Acesso em: 11 maio 2015.

SILVA, S. L. Máquinas e mecanização agrícolas. Cascavel- PR. 2005. 19 p.

STOLF, R; SILVA, J. R.; GOMEZ, J. A. M. **Grades agrícolas**: Evolução histórica de seus mancais. Revista ALCOOLbrás, São Paulo, v. 115, p. 65-69. 2008.

TAKAHASHI, J. H. **Moto semeadora.** IKEDA AGRÍCOLA. Marília, SP. Disponível em: http://www.ikeda-maq.com.br/contato.php. Acesso em: 20 jul. 2018.

TOWNSEND, C. R.; COSTA, N. C.; PEREIRA, R. G. A. **Recuperação e práticas sustentáveis de manejo de pastagens na Amazônia**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2012. 23 p. (Documentos / Embrapa Rondônia, n. 148).

TRECENTI, R. **Integração Lavoura Pecuária.** UFV - Engenharia Florestal. Disponível em: http://www.sif.org.br/ noticia/ilpf--o-que-e-integracao-lavoura-pecuária-floresta. Acesso em: 20 ago 2018.

VIEIRA, J. M.; KICHEL, A. N. Estabelecimento e recuperação de pastagens de *Panicum maximum. In*: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 12., 1995, Piracicaba. **Anais**... Piracicaba: FEALQ,. 1995. p. 147-96

VINHOLIS, M. M. B.; BERNARDI, A. C. C.; BARBOSA, P. F.; ESTEVES, S. N. Custos e receitas da renovação de pastagem e terminação de bovinos jovens em sistema de integração lavoura pecuária Grupo de Pesquisa: 12- Ciência, inovação tecnológica e pesquisa *In*: XLV CONGRESSO DA SOBER – Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Conhecimentos para Agricultura do Futuro Londrina, 2007. s.p.

YAMASHITA, L. M. R. **Mecanização agrícola**. Instituto Federal Amazonense. Manaus – AM. 2010. p.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Capítulo 6

ACIDEZ E CORREÇÃO DO SOLO PARA IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO

Itamar Pereira de Oliveira,[1] Alex de Souza Ayres,[2] Wayron Araújo de Castro,[3]
Wender Ferreira de Souza,[4] Matheus Moreira Marques,[5]
João Paulo Vilela de Castro[6]

Resumo: A modernização da agropecuária, pela necessidade de atingir auto sustentabilidade vem desenvolvendo e utilizando de sistemas associativos de lavoura, pecuária e floresta, procurando a agregação de valores, direcionando atividades que se complementam favorecendo a fixação do homem na terra com lucros na produção diversificada de bens de consumo. Como vantagem, tem-se observado a mudança de paradigmas a respeito de pastagem, quase sempre menosprezada, em lugar de ser tratada como cultura. De início de qualquer atividade envolvendo agricultura e pecuária, a criação de valores representa a direção acertada para empreendimento de sucesso. Em se tratando de acidez do solo, a calcário passou a ser a primeira tecnologia necessária para a ambientação da planta e do animal. Para se conseguir melhores resultados, procura-se calcários de melhor qualidade, quantidades específicas para cada condição do solo e a cultura a ser desenvolvida, a melhor época de aplicação que

1 Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão – Goiânia.

2 Técnico em Mecânica Industrial, profissional do Frigorífico Bell em Fredericksburg-PA.

3 Técnico profissional superior da COMIGO – Caiapônia.

4 Técnico profissional superior da COMIGO – Caiapônia.

5 Discente bolsista do Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde.

6 Pós-graduando do PPGA da UFG.

IR PARA SUMÁRIO ▲

justifica os resultados que satisfaça uma programação de atividades alternativas. Ainda, conhecimentos gerais devem ser procurados uma vez que as respostas de correção de acidez, dentre vários fatores, devem observadas uma vez que os solos da Região Centro–Oeste respondem à calagem devido principalmente ao baixo pH e alta concentração de alumínio diferenciando das reações dos solos das demais regiões do país.

Palavras-chave: acidificação do solo, agropecuária, calagem, forragem, solo ácido brasileiro, solo-planta-ambiente.

1. INTRODUÇÃO

Os solos brasileiros são, em sua maioria, naturalmente ácidos. Essa acidez tem origem no material genético da rocha ou nos processos de formação que favorecem a remoção de bases como potássio, cálcio e magnésio. O cultivo de determinadas espécies vegetais e o uso de adubações, principalmente fertilizantes amoniacais e a ureia, podem, também, contribuir para a acidificação dos solos.

As consequências da acidez dos solos para as culturas são as mais variadas e contribuem para a baixa produtividade das mesmas. O alumínio e manganês podem atingir níveis tóxicos em solos ácidos devido a maior solubilidade desses elementos nesses solos. A acidez diminui a população de microrganismos (Tabela 1) que decompõem a matéria orgânica que auxiliam na liberação do nitrogênio, fósforo e enxofre.

IR PARA SUMÁRIO

Tabela 1 - Valores de densidade, massa de matéria seca e massa microbiana relatados na literatura técnica

Grupo de microrganismos	Densidade	Matéria seca	Biomassa	
	Organismos/g do solo	kg ha^{-1}	kg ha^{-1}	% massa do solo
Bactérias	10^6 a 10^9	2.600	100-4.000	0,01
Actinomicetos	10^4 a 10^8	220	0,2-1.000	0,01
Fungos	10^3 a 10^7	2.000	400-5.000	0,01
Algas	10^2 a 10^5	10	5-500	<0,01
Microfauna	10^2 a 10^7	100	2-100	<0,01

Fonte: Modificado por Siqueira, 1988.

Ao mesmo tempo existem processos biológicos que exigem um grau de alcalinidade, quase sempre mais elevado como a fixação biológica, simbiótica ou não simbiótica do nitrogênio que é severamente reduzida em pH inferior a 6,0. Quando a capacidade troca catiônica (CTC) do solo é extremamente baixa, o que geralmente acontece em solos ácidos é a carência de cátions base como o cálcio e magnésio que podem ser encontrados deficitários em relação à necessidade da planta. A disponibilidade do fósforo e molibdênio também é reduzida, mesmo conhecendo que uma ligeira acidez é importante para a solubilização das fontes de fósforo.

O pH baixo reduz a agregação das partículas em solos argilosos, causando baixa permeabilidade e aeração. A acidez é medida pela presença de H^+ dissociado na solução do solo, sendo expressa em pH. Quanto mais hidrogênio (H^+) estiver presente no solo, menor será o pH e, consequentemente mais ácido (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores críticos generalizados de acidez (pH) de alguns microrganismos ou processos biológicos

Faixa de pH	Microrganismos ou processos
Acima de 5,5	Nitrificação, *Derxia, Azotobacter*, algas verde-azuladas, *Glomus mosseae, Rhizopogon*.
5,5 a 4,0	Maioria de Fungos MVA, *Rhizobium*, estrutura da comunidade microbiológica.
4,0 a 3,0	*Bradyrhizobium*, fungos ectomicorrízicos, Beijerinckia, decomposição da matéria orgânica, amonificação e respiração do solo.
Abaixo de 3,0	*Azotobacter diazotrophicus*, *Thiobacillus*, *Pisolithus* e enzimas

Fonte: Siqueira *et al*. (1994).

2. ACIDEZ, ESTUDOS DAS TEORIAS ÁCIDO-BASE

Existem algumas teorias, que envolvem o meio agropecuário, sobre ácido e base que embora tenham sido conhecidas em épocas carentes em comunicação, elas persistem e serão sempre lembradas. As principais surgiram no século XX e, mesmo que modernas teorias sejam criadas atualmente, elas constituem a segurança da preocupação sobre os fenômenos que as cercam como a teoria de Arrhenius (1887), a de Brønsted-Lowry ou teoria protônica (1923) e de Lewis ou teoria eletrônica de 1923.

Svante August Arrhenius, um químico de origem sueca, realizou experimentos que testavam a condutividade elétrica em solução e verificou que determinadas substâncias sofriam ionização, ou seja, reagiam com a água e formavam íons, ou sofriam uma dissociação iônica, ou seja, os íons separados pela ação da água conduziam correntes elétricas.

Assim, surgiu o conceito de ácido e base ao verificar e ao analisarem os tipos de íons que tais substâncias formavam em água,

observando que algumas produziam o mesmo tipo de cátion, outras produziam o mesmo tipo de ânion e devido a princípios racionais, possuíam propriedades muito semelhantes, podendo então ser agrupadas em substâncias conforme a produção de ácido e base. Assim foram criando conceitos como "Ácido é toda substância que em água produz como cátion somente H^+, e base é aquela que produz como ânion somente OH^-".

Exemplos de ácidos e bases de Arrhenius:

Ácido + Água → Cátion + Ânion	Base + Água → Cátion + Ânion
HCl(g) + H2O(l) → H3O+ (aq) + Cl- (aq)	Na (OH) → Na + + OH
H2SO3(g) + 2 H2O(l) → 2 H3O+ (aq) + SO32- (aq)	Ca (OH)2 →Ca2+ + 2 OH-
H3PO4(s) + 3 H2O(l) → 3 H3O (aq) + PO43-(aq)	Al (OH)3 →Al3+ + 3 OH-

Obs: g = produto químico, l = água, aq = forma catiônica da água na fase líquida.

A neutralização pode ser representada pela reação entre essas duas espécies iônicas (cátion ou ânion), produzindo água:

$$H^+_{(aquoso)} + OH^-_{(aquoso)} \rightarrow H_2O_{(\ell)} \quad (l=líquido)$$

Ainda assim, embora explicar inúmeros fenômenos e contribuir para várias linhas de pesquisa da química, essa teoria proporcionava algumas restrições. Por exemplo, ela estava limitada às soluções aquosas, não levavam em consideração os compostos sólidos nem outros solventes diferentes da água.

Trabalhando independentemente, G. Lewis (EUA) e T. Lowry, na Inglaterra, e J. Brønsted, Dinamarca, criaram boas teorias, mas Brønsted foi um dos pesquisadores que mais contribuiu para o desenvolvimento da relação ácido-base. A teoria protônica de Bronsted diferencia da teoria de Arrhenius que faz a transferência de prótons igual ao íon H^+ mas a denominação de prótons diferencia da transferência de hidrogênio e, também não há

necessidade da presença da água. Assim a teoria é baseada na equação:

Ácido é toda espécie química, íon ou molécula capaz de doar um próton, enquanto a base é capaz de receber um próton.

Ácido e bases de acordo com a teoria de Brønsted e Lowry:

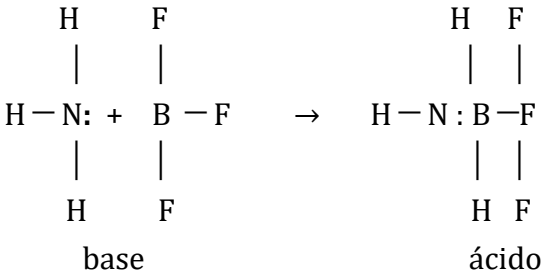
$$\underset{\text{base forte}}{NH_3} + \underset{\text{ácido forte}}{HCl} \rightarrow \underset{\text{ácido fraco}}{NH_4^+} + \underset{\text{base fraca}}{Cl}$$

A amônia (NH_3) é base porque ela recebe um próton (H^+) do ácido clorídrico ($HC\ell$) e a reação de neutralização constitui em uma transferência de prótons entre um ácido e uma base, como a reação explica acima. Embora essa teoria que também permitiu o estudo e desenvolvimento de várias áreas e de ser uma definição bastante utilizada e atual, ela também tem uma limitação: não permite prever o caráter ácido ou o caráter básico de espécies químicas sem a presença de hidrogênio.

Com a evolução dos estudos, a teoria ácido-base de Lewis, a teoria eletrônica, criada em 1923 baseou-se uma teoria que juntamente com a protônica elimina as limitações das teorias anteriores podendo aplicar qualquer espécie química sem exceção chamada "Teoria ácido-base de Lewis ou teoria eletrônica "criada em a 1923. Ela envolve a transferência de pares de elétrons. De acordo com Lewis: "Ácido é toda espécie química, íon ou molécula que aceita receber um par de elétrons, enquanto a base é capaz de oferecer um par de elétrons". De maneira geral, a reação de neutralização pode ser dada por um par de elétrons, como:

$$A + B = A{:}B$$

O composto A: B recebe nomes diversos, como adulto, sal, complexo, complexo ácido-base, complexo doador-aceitador, doador receptor, etc. Pode ser representado pela reação de neutralização:



A amônia (NH_3) é considerada base porque ela fornece o par de elétrons, e o trifluoreto de boro (BF_3) é o ácido de Lewis porque ele recebe o par de elétrons. O composto formado por meio do compartilhamento de elétrons é neutro, por isso, essa é uma reação de neutralização.

3. ACIDIFICAÇÃO DOS SOLOS

Duas são as maneiras principais que levam a acidificação dos solos. A primeira ocorre naturalmente pela dissociação do gás carbônico presente na fase gasosa do solo:

$$CO_2 + H_2O <-> H^+ + HCO_3^- \text{ (fontes de acidez)}$$

O H^+ transfere-se então para a fase sólida do solo e libera um cátion trocável, que será lixiviado com o bicarbonato. Esse fenômeno é favorecido por valores de pH elevados, tornando-se menos importante em pH baixos, sendo inexpressivo em pH abaixo de 5,2. Em solos muito ácidos, provavelmente não haverá acidificação expressiva através do bicarbonato. A segunda causa seria através da reação de fertilizantes amoniacais e a ureia que, durante sua transformação no solo pelos microrganismos libera hidrogênio (H^+):

IR PARA SUMÁRIO ▲

Fertilizantes amoniacais:

$$Ureia: CO(NH_2)_2 + 2H_2O _> (NH_4)_2CO_3 _> {}_2NH_4^+$$

$$2NH_4^+ + 3O_2 _> 2NO_2^- + 2H_2O + 4H^+ \text{ (fonte de acidez)}$$

O H^+ produzido libera um cátion trocável para a solução do solo, que será lixiviado com o ânion acompanhante, intensificando a acidificação do solo. Para as condições internas de solos e implantação de uma atividade agropecuária envolvendo solo e planta (Chaves, 2005), uma terceira forma e possivelmente a mais importante é a acidificação do solo que ocorre com a hidrólise do alumínio, que libera H^+:

$$Al^{3+} + 3H_2O _> Al(OH)_3 + 3H^+ \text{ (fonte de acidez)}$$

Existem outros processos que também contribuem para a acidificação dos solos. A decomposição da matéria orgânica aumenta a acidez por ser a amônia um dos primeiros produtos formados. Quando a amônia é convertida a nitrato, H^+ é liberado, aumentando, assim a acidez, semelhante ao que acontece com a adição de fertilizantes nitrogenados.

$$2NH_3 + 3O_2 \xrightarrow{\text{Bactérias}} 2NO_{3-} + 6H^+ \text{ (fonte de acidez)}$$

A água da chuva lixivia o cálcio e magnésio. Eles são substituídos pelo alumínio, manganês e hidrogênio na solução do solo. Logo, solos formados em condições de alta pluviosidade são mais ácidos. Da mesma maneira, solos que sofrem o processo de erosão podem se tornar ácidos. A acidez dos solos pode ser dividida em dois tipos; acidez ativa e acidez potencial. A acidez ativa é o hidrogênio dissociado, ou seja, na solução do solo na forma de H^+ e é expressa em valores de pH. A acidez potencial divide-se em acidez trocável e acidez não trocável.

IR PARA SUMÁRIO ▲

A acidez trocável refere-se aos íons H^+ e Al^{3+} que estão retidos na superfície dos coloides do solo por forças eletrostáticas. A quantidade de hidrogênio trocável em condições naturais parece ser pequena. A acidez não trocável é representada pelo hidrogênio de ligação covalente, associado aos coloides com carga negativa variável e aos compostos de alumínio. A acidez potencial corresponde à soma da acidez trocável e da acidez não trocável do solo.

Na prática, a acidez que se deve corrigir é a acidez potencial, pois é a que limita o crescimento das raízes e ocupa espaço nos coloides, possibilitando que nutrientes essenciais fiquem livres na solução e sejam lixiviados.

No processo de decomposição da matéria orgânica há formação tanto de ácidos orgânicos como de inorgânicos. O ácido mais simples, e encontrado em maior abundância é o carbônico, que resulta da combinação do óxido carbônico com a água. Por ser um ácido fraco não deve ser responsabilizado pelos baixos valores de pH do solo. Os ácidos inorgânicos, como os ácidos sulfúrico e nítrico, e alguns ácidos orgânicos fortes são potentes supridores de íons de hidrogênio do solo. A acidez do solo surge com o contato dos ácidos presentes do ambiente a solução aquosa, dissociando em ânion e hidrogênio.

A faixa de pH entre 5,8 e 6,2 é a que apresenta maior disponibilidade da maioria dos nutrientes essenciais então disponíveis para as culturas. Solos com pH baixo de 7 são considerados ácidos, e os com pH acima de 7, alcalinos. Os macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre são mais disponíveis em pH mais elevados em relação à tolerância à maioria das plantas. Já, os micronutrientes como cobre, ferro, zinco e manganês, têm suas concentrações reduzidas quando se aumen-

ta o pH, e o boro, molibdênio e cloro são mais disponíveis em pH mais alcalinos.

Os solos podem ser naturalmente ácidos devido à própria pobreza das bases do material de origem ou pelos processos de formação que favorecem a remoção ou lavagem de elementos básicos, como potássio, cálcio, magnésio e sódio, na utilização da maioria dos fertilizantes químicos e outros.

Solos virgens devem ser corrigidos, pois a sua fertilidade natural é baixa. A calagem constitui um dos primeiros passos na correção de novas áreas agricultáveis. Solos já cultivados também podem apresentar problemas de carências nutricionais, uma vez que as culturas retiram grandes quantidades de nutrientes do solo através dos grãos.

A alta acidez e toxidez de alumínio, assim como deficiências de cálcio e magnésio, ocorrem tanto na camada arável quanto no subsolo, impedindo o crescimento das raízes das plantas, também, em profundidade. Para eliminar o alumínio ativo, é necessário elevar o pH para um valor acima de 5,5, procurando atingir a faixa de 5,8 a 6,2 elevando a saturação por bases para 50%; os teores de cálcio mais magnésio para valores acima de 2 $cmol_c.dm^{-3}$; os teores de magnésio para valores acima de 0,5 $cmol_c.dm^{-3}$; e a saturação por alumínio para um valor abaixo de 20%.

Os carbonatos, a cal virgem (CaO), a cal apagada, o calcário calcinado, as conchas marinhas moídas e as cinzas são materiais utilizados como corretivos do solo (OLIVEIRA *et al*., 2005). A efetividade do corretivo é dada pelo valor do poder relativo de neutralização total (PRNT).

Quando se aplica o calcário no solo, os carbonatos de cálcio e de magnésio reagem com o hidrogênio do solo liberando água e gás carbônico. O alumínio é insolubilizado na forma de hidróxido. O mecanismo de neutralização da acidez do solo pela cal vir-

gem, pela cal hidratada Ca (OH)2, pelo calcário calcinado e por outros materiais que são quimicamente bases fortes baseia-se na reação da hidroxila (OH^-) com o hidrogênio (H^+) da solução do solo, formando água. O calcário deve ser aplicado antes do plantio ou da adubação, incorporado ao solo, à profundidade de até 40 cm, quando possível, ou entre 0 e 20 cm. Para quantidades superiores a 3 t ha^{-1}, recomenda-se aplicar metade da dose antes da aração e o restante antes da gradagem de nivelamento. O calcário fino e calcinado, como o filler, pode ser aplicado até 15 a 30 dias antes do plantio, das fontes mais solúveis da atualidade.

4. ORIGEM DA ACIDEZ DO SOLO

Considerando toda a comunidade terrestre envolvendo minerais e atividades biológicas isolados ou conjuntamente pode-se inferir que possivelmente o material de origem seja o fator mais importante para a formação do solo agrícola (Tabela 3). Essas observações são necessárias, em uma propriedade rural, uma vez que o mapeamento de áreas para ocupação de exploração sustentável depende do planejamento de uso em função da necessidade de ocupação relacionada com o manejo racional de áreas.

Os profissionais, baseados nas normas e leis de uso do solo, indicam as condições físicas, químicas e biológicas sobre o que pode e o que não deve ser usado em cada área. A maioria dos problemas com pastagem atualmente são relacionados com o uso pouco racional da distribuição do corretivo para cada atividade principalmente onde envolve culturas tradicionais e forrageiras (SANTANA, *et al*., 2007, 2008, 2010 a; 2010 b).

O primeiro problema, devido as características continentais do país, é o uso das áreas, enquanto guardam as características originais para serem abandonadas ou trocadas ou vendidas, com outras regiões de abertura das matas. Por isso encontram-se áreas

totalmente isoladas a serviço de queimadas e empobrecimento dos recursos naturais e da própria população local. O que se pode fazer dessas áreas é trabalhar com pastagem como se fosse uma cultura, cobrindo toda a necessidade da planta, do animal e do produto conseguido para consumo do homem. Atividades agropecuárias, de acordo com a história, não resultam em degradação do solo, ao contrário corrige as deficiências do material de origem de formação. Neste contexto, parece necessário explorar e cuidar das áreas em utilização rudimentar e torná-las produtivas incorporando-as no processo produtivo. Espera-se com isso, diminuir a devastação das matas e passar programar atividades de acordo com o potencial produtivo de cada uma delas.

O solo é resultado do material de origem, mineral e orgânico e, outros fatores externos e internos que trabalham no processo dinâmico da formação dos solos e podem ser representados pela equação:

Solo = *f (material de origem, clima, relevo, macro e microrganismos, tempo).

*f = função, depende de várias influências combinadas.

De acordo com dos componentes, a partir da rocha que pela ação dos fatores observados vão influenciar as características fundamentais, para um solo (Tabela 3) ser usado nas atividades agropecuárias.

IR PARA SUMÁRIO

Tabela 3 - Componentes do solo e as características necessárias estruturais, em valores máximos resultantes da ação dos fatores de formação

Componentes	**Superfície específica**	**CTC**
Matéria orgânica	($m^2.g^{-1}$) – 2 locais	($cmol.kg^{-1}$)
Matéria orgânica umificada	700* 800-900	200-300
Substâncias húmicas	-	1500-5000
Minerais de argila		
Silicato de alumínio não cristalino		
Alofana	400-700* não calculada	250-700
Silicato de alumínio cristalino		
Caulinita	10-30* 7-30	50-150
Clorita	100-175* não calculada	não calculada
Ilita	ambas não calculadas	não calculada
Mica	100-200* 4-150	10-40
Montmorilonita	700-800* 600-800	500-1000
Vermiculita	300-500* 500-800	1000-1500
Óxido de ferro	ambas não calculadas	20-50
Hematita	300-500* não calculada	não calculada
Goethita	50-200* não calculada	não calculada
Oxido de alumínio	ambas não calculadas	20-50
	300-500* não calculada	não calculada
Gibbisita	2-5* não calculada	não calculada
Óxidos generalizados	ambos não calculados	2-4

Fonte: Ruiz; Assis, 2015; Ronquim, 2010, McBride, 1994).

Obs: CTC = capacidade de troca catiônica.

IR PARA SUMÁRIO

Mesmo que a tecnologia tenha evoluído, as rochas vão ter sempre influência na qualidade dos solos, sejam em locais de acomodação como em locais de depósitos de sedimentos. Os solos brasileiros, que têm mantido altos rendimentos, constituindo atividades autossustentáveis da maioria das culturas potencialmente produtivas, são de origem de derramamento basálticos encontrados em áreas esparsas do território nacional. Os demais solos, de origem granítica sobrevivem com culturas ou atividades agropecuárias de época com muitos problemas inerentes a condições de subsistência.

As regiões onde se encontram os solos sob ação de precipitações elevadas observa perdas das bases como cálcio, magnésio, potássio e sódio, ficando com elementos acidificantes como alumínio, hidrogênio e manganês. Nestas condições, os compostos alumínio-silicatados, ou seja, as argilas 2:1 como a esmectita e outras são reduzidas à caulinita do grupo 1:1 até aos esqueletos de óxidos de Fe e Al. Tudo isso ocorre quando aumentando a intensidade do intemperismo aumenta a lixiviação de bases e silício e a profundidade do solo, varia a porosidade e aumenta a fixação de fósforo. Ao mesmo tempo ocorre diminuição da capacidade de troca catiônica, fertilidade do solo, teor de silte, resistência à erosão e minerais primários.

Em relação aos fatores biológicos, a matéria orgânica produzida pela flora e fauna na forma de ácidos orgânicos com estrutura de -COOH transforma em COO- e hidrogênio (H^+).

$$-COOH \rightarrow COO^- + H^+$$

Ao mesmo tempo ocorre acidificação de acordo com a equação:

$$CO2 + H2O \rightarrow \underset{\text{Ácido carbônico}}{H2CO3} \rightarrow H^+ + HCO3^- \rightarrow \underset{\text{Troca por Ca e Mg}}{\downarrow} + CO_2^-$$

Os solos formados sob florestas tendem a ser mais ácidos do que aqueles desenvolvidos sob vegetação de gramíneas. Ainda, tem-se observado no sul do país que as florestas coníferas causam mais acidez do que as florestas decíduas (HEINRICHS, 2016).

Das culturas de consumo ou de incorporação de massa verde como as leguminosas são eficientes na remoção de bases do solo. As leguminosas também no processo de fixação de Nitrogênio (N_2) do ar, liberam H^+ para a rizosfera, região onde ficam as raízes, quando estão fixando ativamente o N_2 atmosférico. A acidez gerada pode variar de 0,2 a 0,7 unidade de pH por molécula de nitrogênio fixado.

Solos inundados tem o seu pH elevado se originalmente forem ácidos e o pH fica mais baixo quando o solo é básico. A acidez entra em equilíbrio após um mês sob inundação para uma faixa de pH 6,5 a 7,2.

O pH dos solos ácidos aumenta e o do solo alcalino diminuiu com o tempo de inundação. Em ambos os casos, os valores finais se estabilizaram entre 6,5 e 7,0. A alteração dos valores do potencial de óxido redução dos solos é muito pronunciada com rápida diminuição da condutividade elétrica (Eh) nas primeiras semanas de submersão, seguida por unia diminuição mais lenta entre a quinta e sétima semanas. A partir desse período, os valores se mantem estáveis entre -200 e -300 milivolts. O fósforo, aplicado ao solo como fertilizante, geralmente é fixado no início da inundação. Somente depois que ocorrem alterações no pH e na condutividade elétrica (Eh) dos solos é que aumenta a disponibilidade do fósforo. Tanto o fósforo extraído como o presente na solução do solo aumentam consideravelmente com o transcurso do tempo. A temperatura do solo influencia a velocidade de modificação do pH e da Eh, assim como a velocidade de liberação do fósforo do solo (MORAES, 1973).

O fertilizante nitrogenado tem a propriedade de acidificar o solo.

A reação de acidez do solo pela aplicação do fertilizante amoniacal é representada pela equação:

$$(NH4)2SO4\ (\text{sulfato de amônio}) \rightarrow 2NH_4 + 3O^2 \rightarrow 2NO_2 + 2H_2O + 4H+$$

Quando o fertilizante é amídico como uréia:

$$CO(NH_2)_2 + 3H_2O \rightarrow 2NH4 + 2OH^- + CO_2$$

$$2NH_4 + 3O_2 \rightarrow 2\ NO_2 + 2H_2O + 4H^+$$

Os solos com alto teor de umidade, geralmente apresentam maior índice de acidez ou seja pH baixo. Neste ambiente tem sido verificados altas concentrações de alumínio que podem ser demonstradas pela reação:

$$Al3^{+++} + 3H_20 \rightarrow Al\ (OH)_3 \downarrow + 3H^+$$

5. FORRAGEIRAS E ACIDEZ DO SOLO

Muitos estudiosos de forrageiras consideram essas plantas geralmente conseguirem crescer e desenvolver em vários tipos de solos com comportamentos quase universais e climas. Na realidade, até certo ponto, várias forrageiras produzem e desenvolvem em diferentes condições de clima e solo. Ao mesmo tempo por constituírem a base dos sistemas de produção de bovinos, o que de certa forma evidencia sua importância, e a necessidade de se buscarem práticas de manejo que resultem em maior eficiência da agropecuária.

A correção de pH do solo é uma das primeiras técnicas utilizadas para corrigir a acidez do solo e fornecer bases trocáveis

essenciais para o desenvolvimento das pastagens. Mesmo sendo universalmente conhecido o nível do manejo ainda deixa muito a desejar e assim contribui para confundimentos da ação de vários fatores que sempre resultam ao baixo rendimento do rebanho. Evidentemente que o efeito potencialmente esperado fica sem definição com dúvidas se o resultado obtido se deve a um fator ou à combinação de vários. Enquanto isso, as boas forrageiras criadas apresentam rendimento semelhante às antigas.

A maioria dos solos utilizados pela agropecuária brasileira apresenta elevada acidez, e para aperfeiçoar as produtividades das pastagens, a correção de acidez do solo se faz necessária para diminuir a acidez potencial (H+Al) e, consequentemente, melhorar a favorecimento ao desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas.

Pesquisadores relatam, sem dúvida que as diversas plantas forrageiras se comportam diferentemente quanto à acidez do solo. O capim Braquiária é umas das forrageiras que se adapta a condições adversas, porém com baixa produtividade. Em contrapartida, o capim Mombaça, à disposição dos pecuaristas é considerado uma das forrageiras tropicais mais produtivas. Em pastagens com uso racional de adubos e corretivos, a resposta do capim mombaça é bastante acentuada, porém, em situações de baixa fertilidade a produção é reduzida, caracterizando-se como uma forrageira exigente em fertilidade do solo.

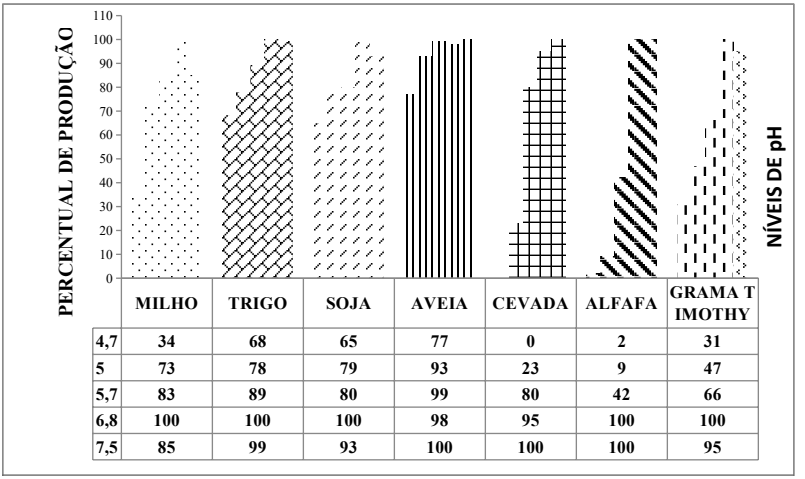
Foram considerados ideais, os índices entre 90 e 100% de produção como tolerantes à acidez (Figura 1).

A cevada e a alfafa e a grama Timothy podem ser consideradas não tolerantes à acidez. Ambas em pH 4,7 e 5,0 desenvolveram muito pouco. A alfafa não desenvolveu bem em pH 5,7. O milho apresentou tolerância muito baixa à toxidez de pH 4,7.

Milho, em pH 6,8 apresentou maior índice percentual de produção; trigo 6,8 a 7,5; soja 6,8 a 7,5; aveia 5,0 a 7,5; cevada 6,8 a 7,5; alfafa 6,8 a 7,5; grama Timothy 6,8 a 7,5.

A melhor produção de todas as forrageiras ocorre a pH 6,8 embora a cevada apresente produção relativamente baixa quando desenvolvida neste pH.

Figura 1 - Representação comparativa entre vegetais utilizados como culturas anuais e uma grama perene em relação à tolerância de acidez



	MILHO	TRIGO	SOJA	AVEIA	CEVADA	ALFAFA	GRAMA T IMOTHY
4,7	34	68	65	77	0	2	31
5	73	78	79	93	23	9	47
5,7	83	89	80	99	80	42	66
6,8	100	100	100	98	95	100	100
7,5	85	99	93	100	100	100	95

Fonte: Adaptado de Methods for Assessing Soil Quality. SSSA, 1996. p. 173.

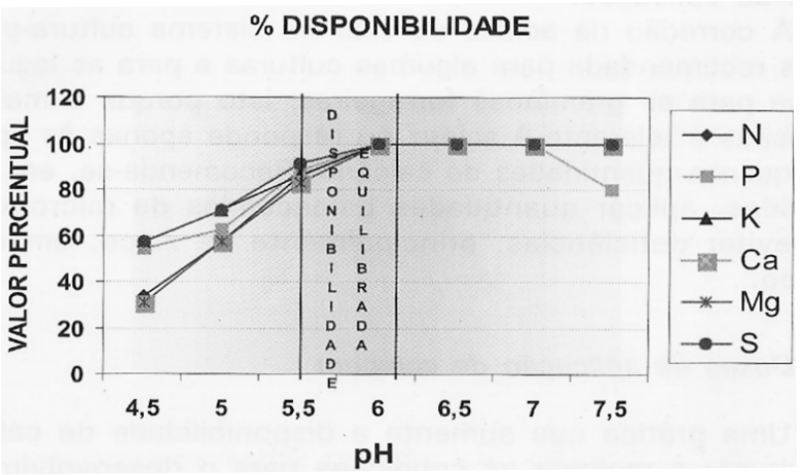
6. DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES E ACIDEZ DO SOLO

A disponibilidade média de todos os macronutrientes tem sido encontrada em uma faixa de valores entre pH 5,8 e 6,2 (Figura 2). A correção do solo com a aplicação de calcário deve ser observada de modo que propicie a planta exteriorizar todo o seu potencial de produção.

A maioria das forrageiras para pastagem apresenta tolerante à acidez e isto pode ser justificado que quase sempre as pasta-

gens não são consideradas como cultura. Geralmente, as áreas de menor aptidão para desenvolvimento de culturas produtoras de grãos são reservadas para a formação de pastos. Desse modo, o vegetal que sobrevive é aquele que se adapta às condições do meio em que foi submetido. Pode ocorrer que alguma vegetação desenvolva naquele ambiente, mas que produza de acordo com o nível de fertilidade do solo naquele local onde se encontra.

Figura 2 - Disponibilidade de macro nutrientes na faixa de pH entre 4,5 e 7,5



A faixa de pH para a disponibilização de micronutrientes para a planta se encontra entre 5,8 e 6,2, faixa está bastante estreita para ser trabalhada.

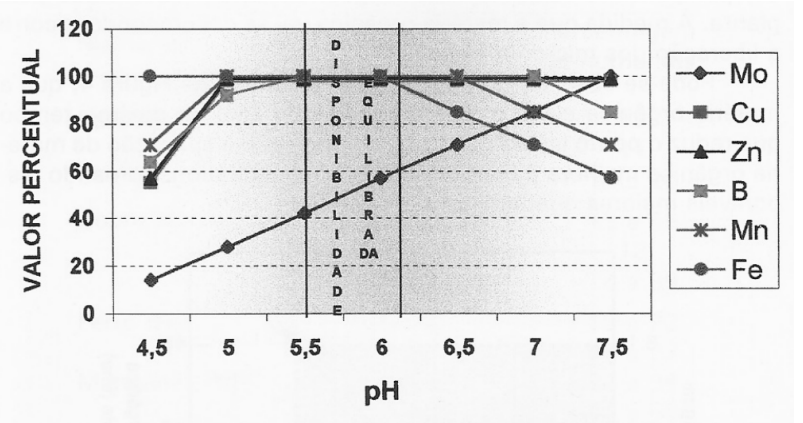
Comportamento diferente de acidez e disponibilidade de micronutrientes pode ser observado na Figura 3. Em pH acima de 6,2 todos os micronutrientes tornam-se pouco disponíveis, ou reduzem a disponibilidade.

O boro apresenta uma faixa maior de disponibilidade em pH compreendido entre 5,5 e 7,0. A disponibilidade do molibdênio aumenta à medida que o pH se eleva. Os demais micronutrientes, Cu, Zn, Mn e Fe tem a maior disponibilidade numa faixa es-

treita de pH, entre 5,5 e 6,3. Contudo a faixa de disponibilidade média para todos os nutrientes se encontra entre 5,8 e 6,2.

Considerando o significado do pH em solução do solo que afeta diretamente a absorção de nutriente pela cultura é imprescindível conhecer também o pH do ponto pH carga zero ou ponto isoelétrico do solo (PIE) que pode interferir na capacidade de troca catiônica, na soma de bases e no potencial do solo em reter bases até o ponto em que se pode usar corretivos e fertilizantes apenas com perdas mínimas de bases lixiviadas para as camadas mais profundas do solo.

Figura 3 - Disponibilidade de micronutrientes na faixa de pH entre 4,5 e 7,5

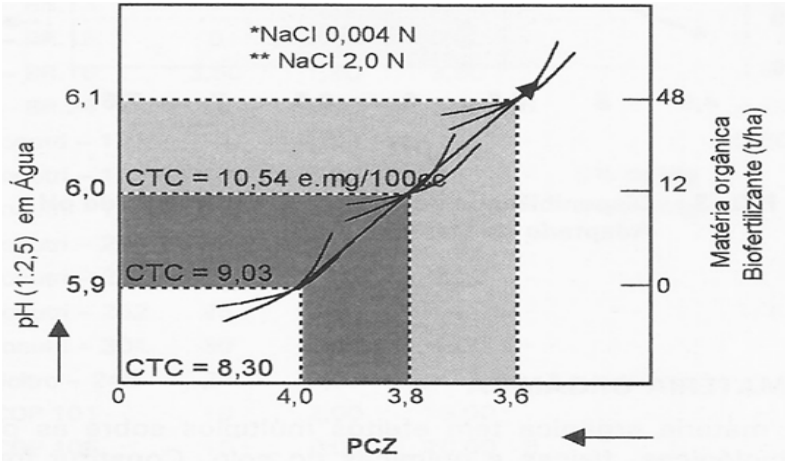


PCZ, pH carga zero ou PIE, ponto isoelétrico, é o ponto no qual as cargas positivas do solo se equivalem às negativas. O significado desta demonstração é que o solo está retendo cátions, cargas positivas, em quantidades iguais às cargas negativas. Nesse ponto, os fertilizantes e corretivos que são sais solúveis por serem compostos de um elemento de carga positiva e outro de carga negativa formando o sal, contendo ambos PCZ, pH

carga zero ou PIE. Ponto isoelétrico, é o ponto no qual as cargas positivas do solo se equivalem às negativas (Figura 4).

O significado desta demonstração é que o solo está retendo cátions, cargas positivas, em quantidades iguais às cargas negativas. Nesse ponto, as fertilizantes e corretivos que são sais solúveis por serem compostos de um elemento de carga positiva e outro de carga negativa formando o sal, contendo ambos os tipos de cargas, positivas e negativas. Conhecimentos complementares devem ser utilizados uma vez que envolve vários parâmetros importantes do solo como capacidades de troca aniônica e catiônica CTC = T = Al + H + S, soma de bases em e.mg/100cc, S = Ca + Mg + K para o cerrado mais (Na^+ em solos salinos e, $NH4^+$ em solos orgânicos de clima temperado). Consequentemente, é necessário conhecer a saturação por bases = %V = S/T.

Figura 4 - Ilustração da variação do pH em água, pH carga zero ou ponto isoelétrico, em três condições de CTC de três áreas de solo do cerrado tratadas com três doses de biofertilizante bovino em soluções previamente na relação solo: água (1:2,50) de um Latossolo vermelho amarelo

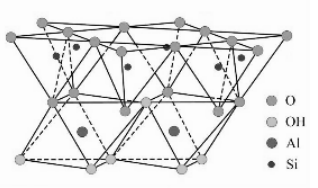


IR PARA SUMÁRIO

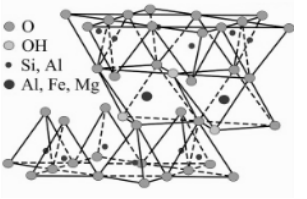
As cargas negativas originam no solo, que em geral superam as cargas positivas, são originárias da substituição isomórfica e da dissociação do grupo OH. A substituição isomórfica ocorre em certos tipos de argilas, notadamente aquelas do tipo 2:1 como as montmorilonitas, alguns átomos de Al^{3+} dos octaedros são substituídos por átomos de Mg^{2+}. Cada substituição resulta em uma valência ou carga negativa livre não atendida, uma vez que um átomo trivalente do Al^{3+} é substituído por um divalente Mg^{2+}. Do mesmo modo, em minerais como a ilita e beidelita, a substituição de átomo tetravalente como Si^{4-} dos tetraedros por átomo trivalente do Al^{3+} deixa uma valência ou carga negativa livre.

Com a substituição ocorre a formação de cargas negativas por substituição do Al^{3+} por Mg^{2+} nos octaedros das argilas montmoriloníticas (Figura 5) (CAMARGO; ALLEONI, 2006).

Figura 5 - Características gerais importantes das argilas do grupo 1:1 e do grupo 2:1 de cunho científico relacionadas com as atividades práticas da agropecuária



Caulinita: Argila 1:1



Vermiculita 2:1

Características

Argila de baixa atividade

Cargas eletronegativas baixas

Relação tetraedro de Si:octaedro Al, Si:Al – 1:1

CTC= 3 a 15 e.mg/100cc baixa

Não expansiva

Ligações fortes

Menor número de carga elétrica

Não apresenta substituição isomórfica.

Inexistência de excesso de carga negativa.

Espaçamento basal: 7 Aº

Poder de retenção de água fraca

Superfície específica pequena

Forma platiforme dos de contorno exagonal

Ligações entre folhelhos adjacentes: hidrogênio entre o O2 dos planos de oxigênio das unidades tetraédricas, e os grupos OH da unidade octaédrica da camada adjacente.

Ligações fortes.

Apresenta plasticidade em baixo nível de umidade.

Características

Argilas de alta atividade: Al: Si

Cargas eletronegativas elevadas

Relação 2 tetraedros de Si:1 octaedro de Al. Si: 2:1

CTC= 8 a 150 e.mg/100cc mais alta

Expansiva, quase sempre com excessões

Ligações fracas

Maior número de carga elétrica

Apresenta substituição isomórfica.

Excesso de carga negativa, retém cátions

Expaçamento basal: retículo fixo 10 Aº Mais elevada**.**

Superfície específica mais elevada que as argilas 1:1,

Ligações fracas entre folhetos adjacentes de potássio. Isto cria possibilidade de acesso de moléculas de água e materiais orgânicos e de ions permutáveis que se dispõem em várias camadas entre folhetos adjacentes. Os íons K monovalentes funcionam como pontes que ligam folhetos uns aos outros com ligações fortes bivalentes.

Plasticidade intermediária

Fonte: Torrado, 2016. Sampaio, 2006.

As cargas geradas pelo processo de substituição isomórfica, ou seja, por compostos da mesma forma e valência, são permanentes, pois não dependem do pH do solo para ocorrerem. Em solos em que predominam estes tipos de argila, este processo natural é responsável pela parcela principal de sua capacidade de adsorção ou capacidade de troca catiônica.

Por outro lado, a dissociação do OH^- nas bordas de um cristal de argila ou da matéria orgânica pode levar à dissociação de H^+, havendo a formação de uma carga elétrica negativa. As cargas oriundas da dissociação dos radicais orgânicos, carboxílicos, principalmente, e fenólicos, em menor escala, e minerais, principalmente sesquióxidos de ferro e alumínio, são chamadas de cargas dependentes do pH, pois, à medida que se eleva o pH, o seu aparecimento é favorecido. O mesmo pode ocorrer pela desobstrução de cargas da matéria orgânica ocupadas por alumínio, ferro e manganês. É um processo que ocorre em função da calagem adequada dos solos ácidos.

Nos solos tropicais principalmente pode ocorrer saldo de cargas positivas. Nesses solos, as cargas positivas normalmente ocorrem em maior quantidade que as negativas, mas têm igual importância pois são as responsáveis pela retenção dos ânions como sulfatos, nitratos e cloretos, muitos dos quais também são considerados nutrientes essenciais às plantas.

As cargas positivas do solo são exclusivamente do tipo dependente do pH e ocorrem em maiores quantidades quando o pH da solução do solo é baixo, ou seja, com alta concentração de H^+. Pelo abaixamento do pH ocorre a protonação de alguns radicais do solo, originando cargas positivas. A formação de cargas positivas é ocorrência mais comum na superfície dos óxidos de ferro e alumínio, nos grupos alumínio dos octaedros -Al-OH) expostos

das argilas 1:1 e 2:1 e no grupo amina da matéria orgânica dos radicais associados aos compostos nitrogenados (R-NH2).

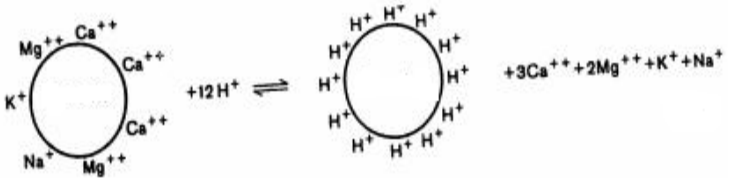
Entre os fatores que afetam a disponibilidade dos nutrientes no solo; o pH, o teor de matéria orgânica e as reações de oxirredução são os mais importantes.

A disponibilidade de micronutrientes está diretamente associada à acidez do solo, a qual por sua vez, tem como principais fontes o húmus ou material orgânico em decomposição, argilas aluminossilicatadas (Figura 5), óxidos hidratados de ferro e alumínio, alumínio trocável, sais solúveis e dióxidos de carbono (MALAVOLTA, 2006)

O húmus e o material orgânico que ao se dissociarem produzem óxidos de carbono e hidrogênio, acidificando ora diretamente o solo e ora formando ácidos com consequente abaixamento do pH.

As argilas e os óxidos sob a ação do intemperismo liberam o alumínio e o ferro que, ao se hidrolisarem produzem hidrogênio e abaixamento do pH do solo (Figura 6).

Figura 6 - Argila do solo como demonstração dos processos de troca geralmente dependentes da concentração de íons presentes, da valência desses íons e do raio iônico, dentre outros fatores



Fonte: GATIBONI, 1984.

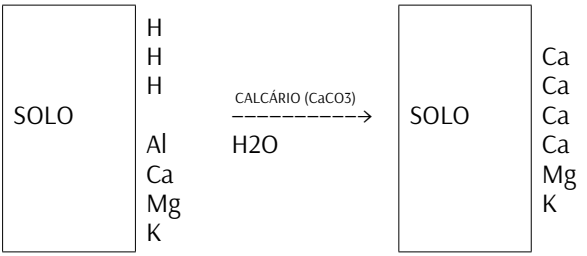
Na prática de uso e manejo de corretivos ou mesmo de fertilizantes entram na dinâmica do solo e as substituições ocorrem quase sempre para preparar as áreas agricultáveis para a

sustentabilidade da atividade planejada. A aplicação de calcário, operação essencial e comum para as atividades agropecuárias (Figura 7) corrigem os efeitos das fontes acidificadoras do solo substituindo o hidrogênio ou outros pelas bases trocáveis de efeito utilitário para atingir altas produtividades.

Nesse processo, esses minerais liberam nutrientes, como cálcio, magnésio, potássio e alguns micronutrientes que são lixiviados e/ou removidos pela agricultura. Como resíduo desses minerais permanece no solo o alumínio, o ferro e o manganês, os quais por um processo de hidrólise com a água produzem hidrogênio com consequente aumento da acidez e abaixamento do pH. A maior ou menor concentração desses íons tóxicos no solo depende do pH e, por isto, é chamado de pH-dependente.

Os sais solúveis, a maioria originária dos fertilizantes e corretivos aplicados, dependendo da sua alcalinidade ou acidez, podem baixar ou elevar os valores de pH. Embora cada nutriente esteja mais disponível em determinada faixa, existe uma faixa de pH, entre 5,7 a 6,2; em que a maioria dos micronutrientes encontra-se em disponibilidade razoavelmente equilibrada para as culturas.

Figura 7 - Substituição do Ca do calcário aplicado que em contato com a água do solo produz compostos como Ca^{++}, HCO_3^- e H_2CO_3 e liberando OH^- elevando o pH do solo, ou seja, reduzindo a acidez



$$CO3 + H2O \rightarrow Ca^{2+} + CO3^{-2}$$

$$CO3^{-2} + H2O \rightarrow HCO3- + \mathbf{OH-}\ HCO3- + H2O \rightarrow H2CO3 + \mathbf{OH}$$

O boro encontra-se mais disponível em pH entre 5,5 e 7,0; o cobre e o zinco, em pH acima de 5,0; o ferro em pH entre 4,5 e 6,0; e o manganês entre 5,0 e 6,5. A disponibilidade do molibdênio aumenta à medida que o pH cresce dentro da faixa razoável de desenvolvimento da maioria dos vegetais.

A matéria orgânica tem efeitos múltiplos sobre as propriedades biológicas, físicas e químicas dos solos. Constitui fonte de energia para a maioria dos organismos heterotróficos. Na sua presença são criadas condições para aqueles organismos que utilizam oxigênio, ou seja, os aeróbicos; também para outros que utilizam o oxigênio combinado, ou seja os anaeróbicos e, ainda para os facultativos.

Propicia relações ótimas de umidade para as plantas e para a maioria dos microrganismos por períodos alongados após o término das chuvas. O teor de umidade ao afetar o arejamento e a temperatura, controla a fauna do ambiente. Os extremos de temperatura nos processos de fermentação e decomposição do material orgânico raramente eliminam os microrganismos importantes do solo.

As áreas de pastagem ocupadas pela agropecuária brasileira variam de acordo com a necessidade de produção global das culturas comercialmente viáveis. Assim, há períodos que a área coberta com pastagem cresce e períodos que esta área é ocupada para produção de produtos exportáveis. O aumento da produtividade está associado aos avanços tecnológicos, ao manejo e eficiência dos agropecuaristas. O grão é componente essencial na fabricação de rações animais que transforma em alimentos na corrente do agronegócio. A utilização das áreas de pastagem, em condições nacionais se orienta por um padrão ambientalmente responsável, ou seja, com o uso de práticas de agricultura sustentável, como o sistema integração-lavoura-pecuária-floresta e

a utilização das técnicas especiais orientadas. São técnicas que permitem o uso intensivo da terra e com menor impacto ambiental, o que reduz a pressão pela abertura de novas áreas e contribui para a preservação do meio ambiente (MAPA, 2008).

7. PODER TAMPÃO DO SOLO

Os corretivos do solo, embora haja silicatos, fosfatos dentre vários, são representados pelo carbonato de cálcio CaCO3 do material corretivo que ao ser aplicado no solo entra em reações que podem ser representados pela equação:

$$2CaCO_3 + 2H_2O \longleftrightarrow 2\,Ca^{2+} + 2HCO^{3-} + 2OH^-H^+ \rightarrow 2H_2O + 2CO_2$$

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$$

São denominados receptores os prótons HCO^{3-} e OH^-, formados no ambiente inicialmente pela água do solo, para ocorrer a neutralização da acidez do solo. A própria reação do calcário com a água inicia o processo de protonização.

Embora sejam apresentadas as equações diretas, na tentativa de explicar o efeito do calcário no solo, muito solos dependendo da concentração de coloides do solo respondem em diferentes graus a elevação do pH.

O poder tampão exprime a rejeição ou a resistência do solo à mudança de pH. Nos solos álicos, muito comuns especialmente nos solos de cerrado, expressos pelo percentual de saturação de alumínio (m%) no complexo de troca quando maior de 50%, apresenta elevado poder tampão e que constitui uma grande limitação na correção da acidez. Por isso necessitam de maiores quantidades de corretivos para neutralizar a acidez do solo e a ação tóxica do alumínio.

Não somente o alumínio influencia a capacidade tamponante dos solos, quanto mais elevado é o teor de matéria orgânica do

solo, o teor de argila e o de óxidos, maior será o poder tampão, pois são fontes de H^+ e Al^{3mais} para a solução do solo. Os solos arenosos, pobres em matéria orgânica, têm baixo poder tampão. Em solos ácidos, a incorporação de esterco de animais e aplicação de fosfatos tem aumentado o pH do solo. A fração sólida do solo tem a propriedade de reter íons nos coloides e manter uma pequena quantidade destes íons na parte líquida, ou seja, na solução do solo. Quando as plantas absorvem nutrientes da solução do solo, na parte líquida eles são repostos imediatamente. Há um equilíbrio entre as fases sólida e líquida. Quando são aplicados fertilizantes, há um aumento na concentração de nutrientes na solução do solo: a maior parte é adsorvida aos coloides e a outra pequena quantidade fica disponível na solução. A isto que se chama de capacidade do solo de tamponar a solução. Nesta dinâmica, ocorre liberação de íons na solução quando a concentração está baixa e retém quando a concentração está alta.

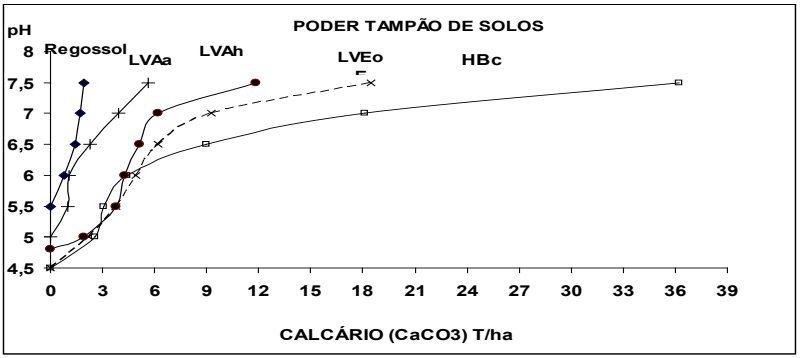
Esta capacidade tamponante, devido à presença de cargas dos coloides, o solo tem a capacidade de reter uma grande quantidade de íons e manter apenas uma pequena quantidade destes na solução do solo. A importância desses coloides para agropecuária é reprimir a lixiviação excessiva dos nutrientes pela água percolada no solo. Por outro lado, se existem nutrientes adsorvidos no complexo de troca, não há carência para as plantas, pois quando elas absorvem um nutriente da solução do solo, rapidamente este é reposto pela fase sólida. Isso ocorre porque há um equilíbrio químico dinâmico entre a fase sólida e a líquida. Também, quando algum nutriente é adicionado ao solo pela fertilização, há aumento de sua concentração na solução e a maior parte acaba sendo adsorvida ao solo e disponibilizada na solução apenas em pequenas quantidades. Por isso, considera-se que o solo tem capacidade de tamponar a solução do solo, libe-

rando íons quando a solução está em baixa concentração e retendo quando o íon está em alta concentração.

O poder tampão do solo pode ser visualizado, esquematicamente, como um sistema de vasos comunicantes (Figura 8), onde há um grande reservatório, fases sólida, interligado e em equilíbrio com um pequeno reservatório, solução do solo, de onde os nutrientes são retirados, absorvidos ou lixiviados. Como são interligados, a retirada de íons do pequeno reservatório é reposta pelo reservatório maior, mantendo o equilíbrio entre os dois compartimentos.

Quando se trata de estudos de acidez do solo torna-se necessário conhecer o significado de acidez ativa e acidez potencial. Acidez ativa é a concentração de H^+ na solução do solo, expressa em termos de pH. Acidez Potencial refere-se ao total de H^+, em ligação covalente, mais as concentrações de H + Al trocáveis. A acidez potencial é determinada por uma solução tamponada a pH 7,0. Os íons H^+ da solução do solo denominada de acidez ativa estão em equilíbrio com os H^+ da acidez potencial. Quando se neutraliza os H^+ da solução do solo, mais H^+ trocáveis e não trocáveis passam para esta solução. Há uma restauração da acidez ativa. Esta resistência à mudança de pH é a propriedade do solo denominada de poder tampão do solo.

Figura 8 - Representação do poder tampão de cinco solos que receberam 18,837, 18,801, 18,897, 18,819 e 18, 831 toneladas/hectare a 20cm de profundidade classificados como Regossolo, Latossolo vermelho-amarelo, fase arenosa (LVAa), Latossolo vermelho-amarelo húmico (LVAh), Latossolo vermelho-escuro orto (LVEo) e um solo com horizonte B câmbico HBc), respetivamente



Fonte: Adaptado de Embrapa (2005); Raij *et al*., 1979).

8. ACIDEZ DO SOLO COMO COMPLEMENTO DA PRODUÇÃO

A acidez solo, como sempre, apresenta os mesmos problemas para a maioria dos fatores que afetam a sustentabilidade das atividades agropecuárias, contudo com a evolução da biotecnologia genético animal e da criação de cultivares tolerantes aos meios adversos à produção têm levado o agropecuarista a utilizar sistemas adequados às atividades selecionadas e transformado o sistema produtivo em um desempenho atrativo no meio rural.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 4 - Extensão e distribuição das classes de solos nas regiões brasileiras. Extensão do Brasil-8547.353,5 Km²

Solos	Absoluto	Relativo	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul
Solos Alissolos	Km² 71.874,5	4,36	8,67	%	-	-	6,34
Argissolos	1.713.854	**19,98**	**24,40**	**17,20**	**13,77**	**20,68**	**14,77**
Cambissolos	232.139,2	2,73	1,06	2,09	1,59	8,24	9,28
Chernossolos	42.363,9	0,53	-	1,05	0,27	0,21	3,94
Espodossolos	133.204,9	1,58	3,12-	0,39	0,26	0,37	-
Gleissolos	311.445,3	3,66	6,41	0,78	2,85	0,5	0,4
Latossolos	3.317.590	**38,73***	**33,86***	**31,01***	**52,81***	**56,30***	**24,96***
Luvissolos	225.594,9	2,65	2,75	7,60	-	-	-
Neossolos	1.246.849	**14,57***	**8,49***	**27,55***	**16,36***	**9,38***	**23,23***
Nitossolos	119.731,3	1,41	0,28	0,05	1,22	2,56	11,48
Planossolos	155.152,1	1,84	0,16	6,61	1,73	0,16	3,0

Fonte: Embrapa, 2005; Coelho *et al.*, 2002; Manzato *et al.*, 2002.

Mesmo que a acidez do solo continua sendo uma importante característica dos principais solos do cerrado (Tabela 4) principalmente por considerar que 56% dos solos de cerrado são constituídos de latossolos e 20% de areias quartzosas.

A agricultura de precisão tem colaborado para o aproveitamento destas regiões anteriormente consideradas problemas em celeiro produtivo de grão e referência mundial na exploração animal.

Geralmente, a maioria desses solos apresenta pH entre médio e baixo, elevados teores de alumínio e, muitas vezes, altas disponibilidade de ferro e manganês necessitando por isso de calagem para produzir além de serem muito dependentes de matéria orgânica para manutenção e/ou elevação de sua capacidade produtiva.

A realidade observada sobre a fertilidade desses solos, concentrada na camada superficial e que, quase sempre interfere no desenvolvimento das plantas cultivadas, principalmente em profundidade, e, assim, compromete o desenvolvimento radicular e a capacidade produtiva das forrageiras e culturas, sobretudo nos sistemas de exploração que dependem exclusivamente das chuvas são contornadas com utilização de animais adaptados e culturas melhoradas cultivadas em sistemas apropriados para a região. Apesar da região dos cerrados, por exemplo, apresentar características topográficas e geográficas que favorecem o uso de máquinas, suas características químicas deixam muito a desejar. Por apresentar solos pobres em matéria orgânica e precipitações irregulares com veranicos anuais e distribuições de chuvas em curto espaço de tempo, a região dos cerrados exige, correções da fertilidade do solo, uso de sistemas agrícolas apropriadas e irrigação complementar para atingir produtividade sustentáveis.

Os sistemas agrícolas praticados anteriormente foram considerados como de baixa eficiência devido principalmente ao manejo inadequado. Tecnicamente, é quase impossível tornar viável, para exploração agropecuária em curto espaço de tempo, o aproveitamento de uma área carente, a não ser, pelo uso de alta tecnologia. O manejo do solo e as práticas culturais podem amenizar as agressividades ambientais, criar condições para

animais e cultivares capazes de expressarem seu potencial produtivo e ter o custo da atividade coberto pela produção.

O uso exclusivo de grade do tipo aradora, niveladora e destorroadora, por muito tempo, constituiu a principal ferramenta utilizada no preparo do solo. Mais recentemente, o solo passou a ser explorado com culturas alternadas ou forrageiras consorciadas e, até mesmo, com atividades de reflorestamento utilizando sistemas trabalhados com escarificadores, arados de disco e aivecas. O plantio direto no cerrado constitui atualmente o tipo de manejo acelerador do desenvolvimento agrícola das atividades agropecuárias.

O plantio direto, devido seu início de implantação ocorrida em condições de clima temperado, apresentava limitações do solo que atualmente exige antes da implementação do sistema de plantio, uma prévia correção das propriedades químicas, físicas e biológicas da área.

Para desenvolver a agricultura sem problemas de acidez é necessário corrigir o pH para valores acima de 5,5: relação solo: água 1:2,5. Ao mesmo tempo, os nutrientes mais expressivos em ambiente ácidos, devem ser corrigidos para valores dentro de faixas requeridas para o desenvolvimento de plantas, seja forrageira, leguminosa ou cultura de grãos e folhas. Essa baixa atenção geralmente dada às áreas ocupadas com pastagem, principalmente nos sistemas extensivos resulta na produção de forragem de baixa qualidade. Assim a presença do alumínio no solo não deve ser tolerada em área de pastagem, o manganês deve ficar centre 5 a 15 $cmol.kg^{-1}$, o ferro assimilável controlado pelo pH entre 5,8 e 6,2. É necessário também manter o solo arejado, sem problemas de acumulação de agua e livre de alumínio trocável. Considerando o plantio direto, tecnologia indispensável nos solos tropicais, onde as maiores acumulações de elemen-

tos químicos, nutrientes ou não ocorrem nas camadas entre 0 e 10 cm de profundidade, o gesso tem sido usado para carrear os cátions trocáveis para as camadas mais profundas do solo. O pH, esporadicamente é ligeiramente inferior nas camadas superficiais, mas o carreamento de bases alevia as condições de acidez naturalmente criadas.

9. ACIDEZ E PRODUÇÃO

Existem diferenças de tolerância de acidez do solo entre as forrageiras nas pastagens (Tabela 5). Por isso, é comum verificar uma pastagem que anteriormente foi formada por espécie adaptada sendo substituídas por outras espécies quase sempre pertencentes ao grupo das ervas daninhas. Solo extremamente ácido pH 4,5; ácido muito forte pH 5,0; fortemente ácido pH 5,5; acidez média pH 6,0; neutro pH 7,0.

Em se tratando de pH, indiretamente a capacidade de troca catiônica está sendo referida. Considerando que cada nutriente está mais ou menos solúvel dependendo da sua solubilidade em cada nível de acidez a capacidade de troca (CTC) (Figura 9) está diretamente relacionada com capacidade de troca ou de adsorção do solo. Desse modo o potencial agrícola de uma área em atividade agropecuária é caracterizado pelo saldo das cargas positivas da maioria dos solos tropicais ou das cargas negativas dos solos de clima temperado. Embora fatores como origem do solo, matéria orgânica, fauna presente e em condições de clima que caracterizem o ambiente de cada fator que isoladamente influencia na atividade de uma área agrícola e que no final resulta na produção.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 5 - Algumas espécies forrageiras em diferentes exigências pH classificadas em relação à acidez do solo

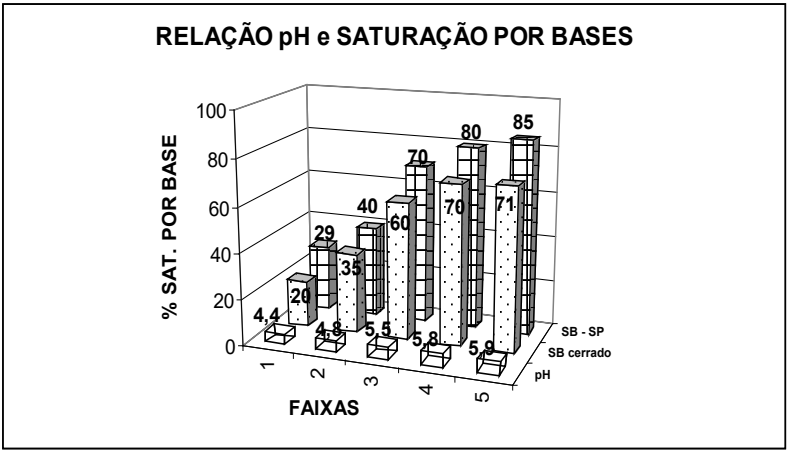
Alfafa	*Medicago sativa*	6,0-7,00	Acidez média a neutra
Trevo-doce	*Melilotus spec*	6,5-7,5	Acidez média a alcalina
Trevo vermelho	*Trifolium pratense*	6,0-7,5	Acidez média a alcalina
Capim azul do kentucky	*Poa pratensis*	6,0-7,5	Acidez média a alcalina
Trevo branco	*Trifolium repens*	6,0-7,5	Média a alcalina
Timóteo	*Phleum pratense*	5,5-6,0	Fortemente ácida
Cevada	*Hordeum vulgare*	5,5-6,5	Acidez forte e moderadamente alcalina
Grama bermuda	*Cynodon dactylon*	>5,5	Fortemente ácida
Brizantha	*Brachiaria brizantha*	6,0-7,0	Fracamente ácida e fracamente alcalina
Braquiarinha, Humidicola	*B. decumbens, B. humidicola*	5,5-6,5	Acidez média
Mombaça	*Panicum maximum cv. Mombaça*	6,0-7,0	Medianamente ácida a neutra
Capim Tanzânia	*Panicum maximum cv. Tanzânia*	6.5-7,0	Medianamente ácida a neutra
Aruana	*Panicum maximum cx. Aruana*	6,0-7,0	Medianamente ácida a neutra
Xaraés/MG5	*Brachiaria brizantha cv. Xaraés*	6,0-7,0	Medianamente ácida a neutra
Capim elefante	Pennisetum purpureum	6,0-7,5	Medianamente ácida a medianamente a alcalina
Quicuio	*Pennisetum clandestinum*	>4,5	Acidez muito forte
Trigo	*Triticum aestivum*	5,5-6,0	Acidez forte a média
Festuca	*Festuca arundinacea, F. elatior*	5,5-6,5	Acidez forte a média
Mipho	*Zea mays*	6,0-7,5	Acidez média a alcalina

IR PARA SUMÁRIO

Capim Massai	*Híbrido Panicum maximum* x *Panicum infestum*	6,5-7,0	Acidez da fraca
Aveia	*Avena sativa*	6,0-6,5	Acidez média
Trevo hibrido, Trevo vermelho	*T. hibridum. T.incarnatum*	6,0-6,5	Acidez média
Painço	*Setaria spectata*	6,0-6,5	Acidez média
Capim conichão	*Lotus corniculatus L.*	5,0-6,0	Média a ácida
Capim pensacola	*Paspalum notatum*	5,0-6,0	Média a ácida
Capim gordura	*Pannicum melinis* Trin	6,0-6,5	Acidez média
Capim Pojuca	Paspalum atratum Sw.	5,5-6,5	Acidez média
Capim elefante	*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. x *P. purpureum* Schum	5,5-6,0	Fortemente ácida a média
Capim penaspo	*Agrotis alba*	5,5-6,0	Fortemente ácida a média
Capim limão ou capim santo ou capimmdreira.	*Cymbopogon citratus* ou *Andropogon ceriferus, A. citratus, A. citriodorum, A. nardus ceriferus, Andropogon spp*	5,5-6,0	Fortemente ácida a média
Capim pobre	*Danthonia spicata*	<5,0	Muito ácido

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 9 - Relação pH em $CaCl_2$ e Saturação por bases (SB) baseadas nas faixas superiores de dados sob condições de Cerrado e solos de São Paulo



Fonte: Adaptação dos de Souza e Lobato 2002; Raij *et al*., 1996.

Tradicionalmente trabalha-se com os cátions Na, Ca, Mg, K, Al e H podendo também serem incluídos Cu, Fe, Mn, NH4, Zn com pequeno peso no cálculo na soma de bases.

10. SATURAÇÃO POR BASE E SOMA DE BASE

Os elementos quando classificados como nutrientes, por si só exercem influência sobre a química, física e biologia do solo. Na química precisam estarem disponíveis em quantidades balanceadas para as culturas quando as quantidades existentes no solo não suficientes suprir as necessidades das plantas, em um ou mais estiverem em excesso prejudicam aqueles que se encontram em concentrações abaixo do necessário para a planta e também para os microrganismos usuário daquele nutriente, entram nas reações do solo como acidificação, redução e oxidação e na planta nos processos de absorção, estruturação dos tecidos, síntese de tecidos, fotossíntese e respiração dentre vários outros

processos vitais. Na física, vários deles são elementos de estruturação do solo influenciando na absorção de água, manutenção da umidade, na da textura e estrutura do solo, no arejamento do solo e na manutenção da temperatura do solo para o desenvolvimento dos vegetais e animais. Na biologia, fazem parte da micro e macro biota desde a multiplicação e desenvolvimento das espécies passando para as micro reações minerais e biológicas. Da sua concentração mantem os recursos genéticos ora armazenando o potencial genético ora agindo diretamente na multiplicação das espécies. Em conjunto, esses nutrientes são responsáveis pela vida (Figuras 10 e 11), como o magnésio e potássio, fósforo e zinco, fósforo e alumínio, ocorre durante o processo de absorção radicular, uma vez que utilizam os sítios de absorção. Entretanto, o efeito negativo do desbalanço de nutrientes somente é detectado fazendo o acompanhamento do desenvolvimento do através da determinação do acúmulo de nutrientes e produção de matéria seca. A importância deles que muitas vezes, os sintomas de deficiência e do excesso, tóxico, podem ser corrigidos, mas a produção está prejudicada (Figuras 12,13, 14, 15 e 16). A correção do problema nesse estádio não surtirá mais efeito na produção de grãos. Portanto, a proporção dentre eles deve ser mantida em desde a implantação de cultura.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 10 - Relação saturação por base e produção de soja em sistema de \Integração Agricultura Pecuária.

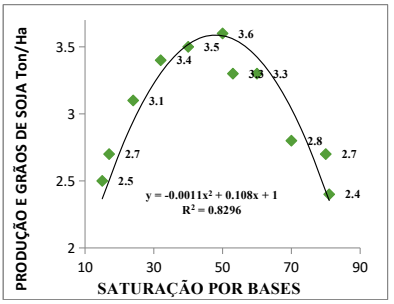


Figura 11 - Produção de soja sob manejo químico do solo e da cultura.

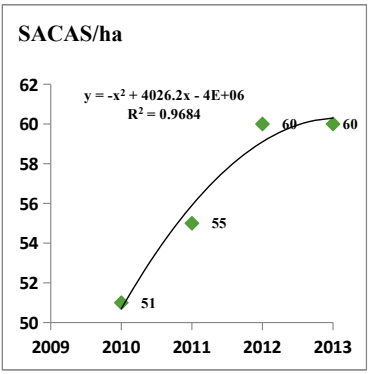
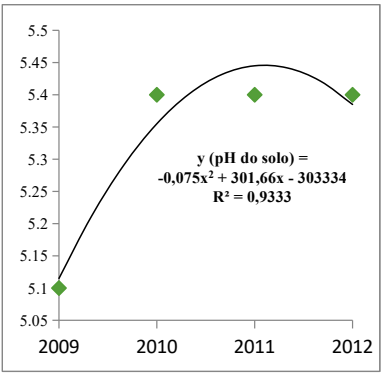
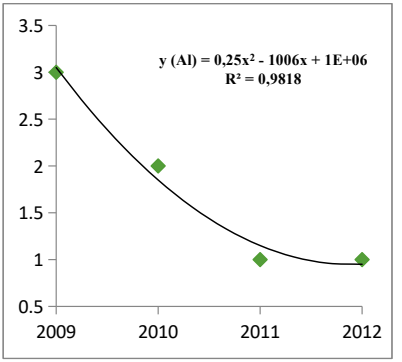


Figura 12 - Variação do pH do solo antes do plantio e de pois de cada colheita



SAFRAS

Figura 13 - Concentração de alumínio durante os três anos de execução do experimento.



SAFRAS

IR PARA SUMÁRIO

Figura 14 - Acidez potencial dada pelas concentrações de hidrogênio e alumínio (H + Al) em solo cultivado com soja.

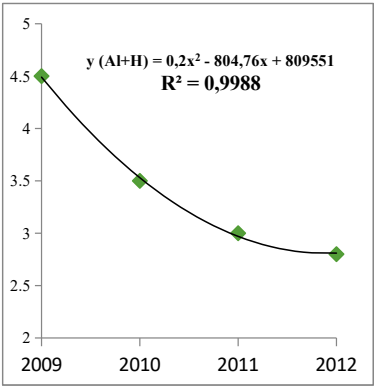
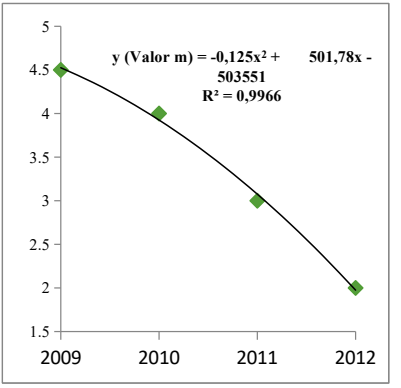


Figura 15 - Saturação de alumínio (Valor m) no complexo de troca em cada ano de execução do experimento.



Mortvedt & Khasawneh (1986) atribuíram ao balanço de nutrientes no solo a responsabilidade por limitações no crescimento das plantas e não só a produção de grãos de sorgo. O desbalanço da relação K:(Ca+Mg) no solo para a produção de matéria seca foi linear; sendo assim, tanto adubação potássica como a calagem interferem muito neste processo. Já, Grant & Racz (1987) afirmaram que, para a cevada, o crescimento e a produção de matéria seca foram afetados pelas altas concentrações de Ca ou Mg na solução do solo (acima de 8 mmol L^{-1}) e que estas não inibiram a absorção de K pela planta.

Lierop *et al*. (1979) relataram que a escolha do calcário foi primordial para evitar problemas de deficiência de Ca ou Mg, principalmente em solos com baixa capacidade de troca catiônica, pois como o reservatório de íons é baixo, a relação Ca: Mg do calcário pode proporcionar desbalanço destes e, portanto, competição pelos sítios de absorção da planta. A competição entre Ca, Mg e K pelo mesmo sítio de troca, no processo de absorção,

pode resultar no menor acúmulo de um desses elementos tendo como consequência menor produtividade de grãos decorrente do menor desenvolvimento da planta. Assim, as características, número e comprimento de entrenós (Vasilas *et al*., 1988; Murtadha *et al*., 1989), diâmetro basal do colmo (Stromberger *et al*., 1994), número de folhas (Taiz; Zeiger, 1991) e altura de plantas (Vasilas *et al*., 1988; Murtadha *et al*., 1989 são reduzidas, principalmente, pela deficiência de Ca e K.

11. RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM

A operação de se aplicar calcário, denominada calagem, deve ser a primeira iniciativa após observar pela análise do solo o pH, a composição coloidal, a concentração de alumínio, de cálcio, magnésio trocáveis, o sistema agrícola a ser implantado e a qualidade do calcário quanto a suas características químicas e granulométricas (Tabela 6). Além da elevação das concentrações dos elementos faltantes no solo, resulta no aumento do potencial de produção das culturas, seja produção de grãos ou massa verde, e dentre várias tecnologias, complementa a recuperação do solo e aumenta positivamente a perspectiva de obtenção de melhor resultado econômico na produção das forrageiras.

Concomitantemente à aplicação de corretivos da acidez, eleva o pH, melhora as carências de cálcio e magnésio e boro do solo e reduz o alumínio nocivo para a maioria das culturas. Atua positivamente na atividade biológica do solo, elevação das cargas dependentes do pH e consequentemente a capacidade de troca catiônica, redução da adsorção de fósforo e em função da quantidade aplicada e adaptação das condições do ambiente para maior desenvolvimento do sistema radicular. Os solos diferenciam na necessidade de calagem e o manejo dos corretivos vai depender do manejo dos solos.

Tabela 6 - Algumas características de materiais corretivos mais comuns comercialmente

Material corretivos	PN	% CaO + % MgO
Calcários	67	38
Cal virgem agrícola	125	68
Cal hidratado agrícola	94	50
Escórias	60	30
Calcário calcinado agrícola	80	43
Outros	67	38

Obs.: PN é o poder de neutralização % de CaO e MgO são nutrientes secundários ativos do material corretivo.

Em um solo para abertura de nova área agrícola deve receber uma poda, após o corte das ervas com roçadeiras. A roçadeira também pode ser usada em áreas que, após um tempo de descanso apresentar um inço das ervas daninhas desenvolvidas após a cultura anterior. Em ambos os casos, o calcário deve ser aplicado e incorporado a partir de três meses antes do período chuvoso, mesmo que a finura do calcário esteja de acordo com as normas oficiais de peneiramento das rochas calcárias e até mesmo se o calcário for daqueles prontamente solúveis. As operações de gradagem, aração e nivelamento auxiliam na incorporação do corretivo no solo, geralmente ácido.

Em média a necessidade de calagem (NC) é calculada, principalmente no Brasil Central, baseada nas concentrações de Ca + Mg e Al de acordo com a fórmula:

$$NC\ (t/h) = CC - (Ca + Mg) + 2 \times Al$$

CC = concentração crítica de Ca + Mg que quantitativamente depende do solo e da cultura.

CC para pastagem solteira = 1,5

Para cultura produtiva de grãos ou semente abaixo de cinco toneladas por hectare deve ser usado CC = 2

Culturas ou pastagens que produzem cima de 5 toneladas por hectare ou teores de argila altos o CC = 3

Teoricamente a relação das concentrações de Ca e Mg deve estar em torno de 4:1, embora existem muitas pesquisas que as produções não sofreram redução ou perda com o aumento desta relação. Quando a acidez do solo exigir dosagem de calagem, calcítico, dolomítico ou magnesiano, acima de três toneladas de calcário por hectare, este deve ser aplicado em duas a três vezes.

Para solos com teor de argila acima de 20% e teor de Ca + Mg acima de 2 meq/100 ml a fórmula deve ser:

$$NC = 2 \text{ X meq de Al}/100 \text{ ml}$$

Em algumas regiões, no Centro Sul, a NC é baseada na saturação de bases dada pela fórmula, expressa em percentagem:

$$NC = CTC \times (V2 - V1) / 100 f$$

f = 1,25 para calcário de 80% de PRNT

CTC = capacidade de troca catiônica = T = S + (H+Al)

Soma de bases = S = Ca + Mg + K

Saturação de bases = V = S/T

Em solos salinos S = Ca + Mg + K+ Na

Para solos orgânicos S = Ca + Mg + K+ $NH4^{+}$

V2 = saturação de bases a que se quer chegar.

Sugere-se usar 60 %

V1 = saturação de bases observada na análise do solo a pH 7,0.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Em estudos de saturação por base em diferentes níveis de correção de solo com aplicação de calcário tem-se observado que a calagem tem aumentado a produção de matéria seca dos capins Marandu, Aruana e Andropogon até de o nível de 70%. Ainda tem-se observado que o índice de saturação por base for abaixo de 50% deve-se fazer calagem até o nível máximo quando estiver instalando a pastagem (CRUZ *et al*., 1994). Refinando esta pesquisa tem-se observado que o nível de saturação por bases deve ser elevado para valores entre 60 e 70% em solos Latossolo bruno e em torno de 60 % em solos Cambissolo umico em pastagem de Azevém, Centeio, Ervilhaca comum, Xinxo, Ervilha preta, Ervilha forrageira, Ervilha peluda, tremoço azul, Mucuna anã, Mucuna cinza, Mucuna preta, Feijão de porco, Guandu anão, *Crotalaria juncea*, *Crotalaria retusa* e *Crotalaria espectable* (ERNANI *et al*., 2001).

Em solos arenosos deve-se reduzir a quantidade de calcário a aplicar, porque a troca que ocorre quando se aplica o calcário é um processo de superfície de partículas. A areia que apresenta menor superfície de partícula devido a sua textura, o processo de troca de bases realizadas entre o Al e H é menor. Ao aplicar doses pesadas de calcário a troca desorganiza o equilíbrio e se perde na solução do solo através de lixiviação catiônica.

A correção de solo, praticamente é uma operação simples mas deve ser acompanhada uma vez que o excesso de calcário devido a quantidade ou a reação da própria cultura desenvolvida, pode apresentar deficiência principalmente de micronutrientes como Zn, Fe, Mn e Cu em pH acima de 6,0 ou mesmo quando a capacidade tampão do solo reprime a variação do pH, não havendo elevação de valores na área cultivada (VAN RAIJ, 2011; 1993, 1988, 1979, WILKINSON; DUNCAN, 1993).

Tem-se procurado aprimorar as metodologias do uso apropriado do calcário embora, muitas vezes, a metodologia dificulta para o usuário da tecnologia, embora a internet tem colaborado para o uso mais adequado das recomendações.

O método denominado SMP criado pelos autores Shoemaker, Maclean e Pratt (SMP-1961) utiliza solução tampão SMP em determinado volume de solo, em agitação onde se lê o pH SMP do solo verificando em uma tabela a quantidade de calcário a recomendar de um calcário com 100% de pureza.

Alguns estados do Sudeste evoluíram as metodologias de cálculo da quantidade de calcário a plicar utilizando a fórmula:

$$NC\ (t/ha) = [Y \times meq\ Al/100\ cm^3 + (X - meq\ Ca + Mg/100\ cm^3)]$$

o valor Y é varia em função da textura do solo, e o valor X é variável em função da exigência da cultura.

Y = 1 para solos arenosos (< 15% de argila), 2 para solos de textura média (15 a 35% de argila), 3 para solos argilosos (> 35% de argila) e

X = 2 para a maioria das culturas, um (1) para eucalipto e três (3) para cafeeiro

Qualquer correção do solo para plantio direto deve ser realizada antes do início de utilização do método de plantio. Quase sempre recomenda –se usar dois a três cultivos usando os métodos de correção de solo do processo tradicional para em seguida usar o plantio direto (PROCHNOW 2015; RIBEIRO *et al*., 1999).

A qualidade do calcário é observada pelo poder relativo de neutralização total (PRNT) que é o produto do poder de neutralização (PN) e atividade das partículas do corretivo (RE). O PN, poder de neutralização, é o equivalente em CaCO3 do calcário cujo peso molecular é 100, equivale 40 do cálcio, 12 do carbono e 48 das três moléculas do oxigênio que é composto de CaO, peso molecular 56 sendo 40 do cálcio e 16 do carbono, e MgO (pelo molecular 24 do magnésio + 16 do oxigênio). Como o cálculo é

feito em relação ao CaCO3, tona –se necessário calcular a relação $CaCO_3$/CaO (100/56 = 1,78) e a relação $CaCO_3$/MgO (100/40 = 2,5). Se um calcário apresentar 56 % de CaO (56 a 1,78 = 99,68) e 12% de MgO, o PN dele é (99,68 + 40 a 2,5) = 99,68 + 100 = 199,68 em $CaCO_3$.

Ao mesmo tempo o PRNT = PN (199,68) x RE e deve ser calculado. O NE é obtido passando o calcário em três peneiras de número 10, 20 e 50. Suponha que sejam tomadas 100 gramas de calcário. A peneira nº reteve 12 gramas do calcário; esse valor é considerado solubilidade zero, sobraram 88 gramas que passaram na peneira nº 10 e foram retidos 23 gramas na peneira nº 20 considerada com 20% de solubilidade; 32 gramas passaram pela peneira 50 considerada 60% de solubilidade e 33 gramas que passaram pela peneira nº 50 pode ser considerada 100% de solubilidade,

A avaliação da reatividade (RE) dos calcários é obtida levando-se em consideração a composição granulométrica de acordo com:

Fração reatividade (re %)

Retida na peneira ABNT nº 10 .(13 x 0% = 0) ~.....0 % de solubilidade e produto 0

Passa na peneira ABNT nº 10
e fica retida na ABNT nº20 (23x0,20=4,6).....20 %

Passa na peneira ABNT nº 20
e fica retida na ABNT nº50 (32 x 0,60=19,2).....60 %

Passa na peneira ABNT nº 50 (33 x 1,00 = 33).....100%

Soma = RE= 56,8

PRNT = PN x RE = 199,68 X 56,8 = 113

Os calcários podem ter a composição variada e a escolha de um deles depende da análise do solo. De acordo com a classificação oficial pode ser classificado como material B (Tabela 7).

Tabela 7 - Classificação do calcário quanto a concentração de MgO (óxido de magnésio) e quanto PRNT (poder relativo de neutralização total)

CONCENTRAÇÕES DE MgO (%)	PRNT (%)
Calcítico - menos de 5	Faixa A – entre 45,0 e 60,0 %
Dolomítico - entre 5 a 12	Faixa B – 60,1 e 75,0
Magnesiano - acima de 12	Faixa C - 75,1 e 90,0
	Faixa D - acima de 90,0 %

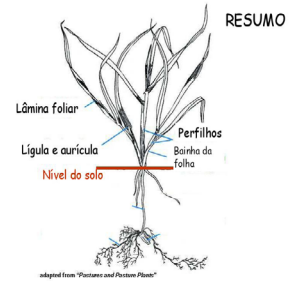
12. O USO DO GESSO AGRÍCOLA

O gesso é um sulfato de cálcio di-hidratado ($CaSO_4$. $2H_2O$), com 23,4% de cálcio e 18,6% de enxofre considerado um subproduto da indústria de fertilizante fosfatados e quando aplicado no solo, por hidró1ise, libera os íons Ca^{++} e SO_4^{--} Na solução do solo, esses íons podem ser absorvidos pelas raízes das plantas ou participarem de várias reações de trocas iônicas, com formação de compostos complexados ou precipitados. Para efeitos práticos recomenda-se, em pastagem, a aplicação simultânea de calcário e gesso, na proporção de 25 a 30% deste em relação àquele, sem prejuízo da quantidade de calcário.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 16 - Comprimento de raízes de pasto degradado com diferentes tipos de plantas incluindo *Brachiaria* spp

Figura 16a - Sistema radicular de gramíneas em início de crescimento e desenvolvimento.



Observação: Gravura extraída da Palestra Morfologia de Gramíneas e Leguminosas forrageiras. Power Point.

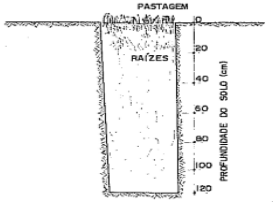
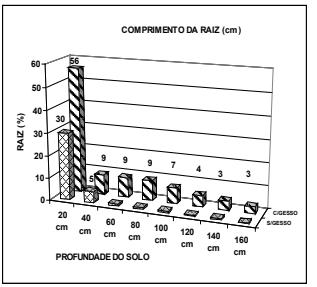
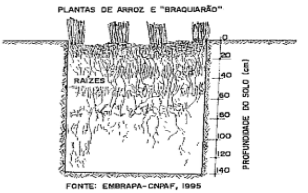


Figura 16b - Comprimento de raiz de *Leucena leucocephala* com e sem gesso.



Comprimento de raiz de arroz e *Brachiaria brizantha* em consórcio



Fonte: Souza *et al*., 2001; Oliveira *et al*., 1996.

Na maioria das pastagens dos solos da região dos cerrados se observada cuidadosamente encontra forrageiras com sintomas de carência de enxofre. Alguns especialistas relatam que 70 % das pastagens apresentam deficiência deste nutriente que ocorrem generalizadas. Relatam também que a carência de enxofre nas plantas resulta na redução na produção de matéria seca, no número de perfilhos e avalia nas plantas efeitos de desbalanceamento nutricional. O material de origem dos solos brasileiros não tem apresentado compostos que contem enxofre, assim a presença deste nutriente depende dos resíduos de plantas dos sistema solo-planta e dos fertilizantes aplicados. O enxofre existente nos solos não adubados encontra-se na forma orgânica.

As perdas de enxofre, nos campos onde se cultiva forrageira, ocorrem em consequência da lixiviação. Esse nutriente é importante para o metabolismo do nitrogênio e síntese de proteínas. As maiores respostas gerais ao enxofre têm sido observadas quando o nitrogênio e o fósforo são encontrados em concentrações adequadas nas áreas exploradas.

Dosado adequadamente, carrega nutrientes para as camadas sub superficiais, diminuindo a saturação e a atividade do alumínio tóxico na camada superior, denominada camada arável do solo, possibilitando, assim, o desenvolvimento das raízes em profundidade e, consequentemente, a resistência das plantas à seca semelhante ao resultado obtido com uma física e quimicamente corrigido. O uso de grandes quantidades de gesso, em solos sem problema de acidez sub superficial, pode aumentar a lixiviação de bases e diminuir o nível de fertilidade.

As plantas carentes apresentam restrição no crescimento em virtude da à baixa concentração de enxofre nas proteínas vegetais como cistina e cisteína. As gramíneas forrageiras da espécie *Panicum maximum* respondem à aplicação de gesso principalmente o capim-Tanzânia e o capim-Mombaça.

De modo geral, em pastagens exclusivas de gramíneas nas regiões tropicais, a adubação contendo enxofre é uma prática que traz grandes benefícios no aumento de produção de massa seca e valor nutritivo das gramíneas e leguminosas. Ainda tem-se observado que além das respostas de produção decorrentes da adubação com o elemento, ocorrem melhorias na qualidade da forragem, aumento da digestibilidade e consumo da forragem, com consequente aumento na performance dos ruminantes.

Como fonte de enxofre é importante por fazer parte de compostos que exalam sabores e odores, o que se torna importante na aceitabilidade da forragem pelos animais. Já, a deficiência

desse elemento causa queda na produção de massa seca de plantas forrageiras da ordem de até 30% (CUSTÓDIO *et al.*, 2005)

O gesso é considerado como fonte de cálcio e enxofre; não corrige o pH do solo embora a sua aplicação tem como resposta a diminuição do teor tóxico do alumínio, do sódio. O cálcio na planta neutraliza os ácidos orgânicos favorecendo o crescimento das raízes, o vigor da vegetação da planta contribuindo para aumento da produção de forrageiras.

O gesso inicialmente foi comercializado a preço acessível por ser considerado resíduo da indústria especializada em fabricação de fertilizante fosfatado. Atualmente nota-se uma tendência para fixar preço do gesso como fertilizante ou corretivo independente, nem sempre aceito pela sociedade consumidora do produto, uma vez que o valor desse produto já foi incorporado no preço do fertilizante fosfatado produzido.

13. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A calagem adequada é uma das práticas que mais benefícios tem trazido para o agropecuarista. Constitui na combinação favorável de vários efeitos, dentre os quais mencionam-se a elevação do pH entre 6,0 e 6,5 para a grande maioria das culturas. E ainda usada como fonte para fornecimento de Ca e Mg como nutrientes, redutor ou neutralizador dos efeitos tóxicos de Al, Mn e Fe, diminuição da fixação de P. A calagem tem efeito no aumento da disponibilidade do N,P,K, Ca, Mg, S e Mo no solo, no aumento da eficiência dos fertilizantes, aumento da atividade microbiana, na liberação dos nutrientes como N, P, S e B pela decomposição da matéria orgânica, no balanceamento das propriedade físicas do solo como a aeração do solo e aumento da circulação de água. Favorece o desenvolvimento do sistema radicular e do aumento da produtividade das culturas.

Na realidade, a ação da física do solo é um fator ligado ao preparo do ambiente para favorecer o desenvolvimento da planta em função da sua granulometria e sua influência no arejamento e armazenamento de água. Com isso, dependendo do preparo do solo, além da ação direta, dos fatores que favorecem a exteriorização do potencial da cultura, incluindo a forrageira, exercem influência sobre a diversidade e quantidade de microrganismos do solo importante para as plantas, seja através dos organismos que sobrevivem em simbiose como aqueles que são caracterizados como os de vida livre.

A produção e a produtividade são resultadas da interação de todos os fatores que interagem entre si e passam a contribuir para tornar a atividade agropastoril uma prática sustentável e dar continuidade à programação das atividades de maneira correta.

Referências bibliográficas

ARRHENIUS, S... Ueber die Dissociation der in Wasser gelösten Stoffe. **Zeitschrift für physikalische Chemie**. v. 11–12, S. p. 631–648. 1887.

BRÖNSTED, J. N. Einige Bemerkungen über den Begriff der Säuren und Basen : some observations about the concept of acids and bases. **Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas**, v. 42, n. 8, p. 718–728. 1923.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Reconhecimento e medida da compactação do solo**. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2006. Acesso em: 12 jul 2018.

CHAVES, M. L. **Acidez do solo**. Lavras: ESALQ. 2005. Disponível em http://rehagro.com.br/plus/modulos/noticias/ler.php?cdnoticia=61 Acesso em 20 ago 2016.

COELHO, M. R.; SANTOS, H. G.; SILVA, E. F. & AGLIO, M. L. D. O recurso natural solo. *In*: MANZATTO, C.V.; FREITAS JR., E. & PERES, J. R. R. **Uso agrícola dos solos brasileiros.** Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2002. p. 1-11.

CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E.; LUCHETTA, S. **Efeito da calagem sobre a produção de matéria seca de três gramíneas forrageiras**. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v. 29, n. 8, p. 1.303-1.312. 1994.

CUSTÓDIO, D. P.; OLIVEIRA, I. P.; COSTA, K. A. P.; SANTOS, R. S. M.; FARIA, C. D. Avaliação do gesso no desenvolvimento e produção do capim-tanzânia. **Ciência Animal Brasileira** v. 6, n. 1, p. 27-34, 2005.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306 p.

ERNANI. P. R.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V. Influência da calagem no rendimento de matéria seca de plantas de cobertura e adubação verde em casa de vegetação. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 25, p. 897-904, 2001.

FURLANI, A. M. C.; BATAGLIA, O. C.; LIMA, M. Crescimento diferencial de linhagens de milho em solução nutritiva com baixo nível de potássio. **Bragantia**, v. 45, p. 303- 316, 1986.

FURLANI, P. R.; FREITAS, S. S. (eds.). **A responsabilidade social da ciência do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira do Solo, Campinas, 1988. p. 337-352.

GATIBONI, L. C. **Propriedades químicas do solo**. UFSM. Santa Maria - RS. 1984. 224 p.

GRANT, C. A.; RACZ, G. J. The effect of Ca and Mg concentrations in nutrient solution on the dry matter yield and Ca, Mg and K content of barley (*Hordeum vulgare* L.). **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 67, p. 857-865, 1987.

HENRICHS, R. **Fertilidade do solo para produção de forrageiras**. Módulo I do Curso de Pós-Graduação em Estratégias integradas para Pecuária de Corte: produção, eficiência e gestão. GENAP. Dracena, UNESP. Disponível em: http://www.dracena.unesp. br/Home/Acesso em: 10 set. 2016.

LEWIS, G. L. **Valence and the estructure of atoms and molecules**. Book Department. The Chemical Catalog Company, Inc. 9 East 4th Street. New York, USA. 1923, 172 p.

LIEROP, W. Van; MARTEL, Y. A. & CESCAS, M. P. **Onion response to lime on acid histosols as affected by Ca/Mg ratios. J. Soil Sc. Soc. Am**., **Madison**, v. 43, p. 1172-7, 1979.

LOWRY, T. M. The uniqueness of hydrogen. **Journal of the Society of Chemical Industry,** v. 42, n. 3, p. 43–47. 1923.

McBRIDE, M. B. **Environmental chemistry of soils**. New York, Oxford University Press, 1994. 406p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E.; PERES, J. R. R. (Eds.). **Uso agrícola dos solos brasileiros.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 174 p

MAPA - Ministério do Meio Ambiente. Consultoria Jurídica. **Legislação Ambiental Básica**. Ministério do Meio Ambiente. Consultoria Jurídica. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, UNESCO, 2008. 350 p.

MEURER, E. J.; RHENHEIMER, D. & BISSANI, C. A. Fenômenos de superfície. *In*: MEURER, E. J., ed. **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Genesis, 2000. 174p.

MCBRIDE, M. B. **Environmental Chemistry of Soils.** Oxford University Press, 1994, 406 p.

MEURER, E. J. & ANGHINONI, I. **Disponibilidade de potássio e sua relação com parâmetros de solo. R. Bras. Ci. Solo,** v. 17, p. 377-382, 1993.

MODEL, N. S.; ANGHINONI, I. Resposta do milho a modos de aplicação de adubos e técnicas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 55-59, 1992

Moraes, J. F. V. Efeitos da inundação do solo. II. Influência sobre a absorção de nutrientes e o crescimento de arroz (*Oryza sativa* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 7, p. 103-108, 1973.

MORTVEDT, J. J.; SHASAWNEH, F. E. Effects of growth responses on cationic relationships in plants. **Soil Science.** v. 141, n. 3, 1986.

OLIVEIRA, I. P.; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P.; DUTRA, L. G.; PORTES, T. A.; SILVA, A. E.; PINHEIRO, B. S.; FERREIRA, E.; CASTRO, E. M. **Sistema Barreirão**: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais, Goiânia: EMBRAPA-CNPAF-APA, 1996. 90 p. (EMBRAPA-CNPAF, Documentos, 64).

OLIVEIRA, E. L. Rendimento de matéria seca e absorção de cálcio e magnésio pelo milho em função da relação Ca/Mg do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 17, p. 383-388, 1993.

OLIVEIRA, I. P.; SANTOS, A. B.; COSTA, K. A. P. **Correção da Acidez do Solo**. EMBRAPA: Goiânia. 2005. Disponível em: https://sistemas de produção.cnptia.embrapa.br/Fontes:HTML/FeijãoVárzeaTropical/correcao_acidez_ solo.htML. Acesso em: 16 jul. 2016.

PROCHNOW, L. I. **Avaliação e manejo da acidez do solo**. Informações agronômicas, n. 146. 2015. 9 p.

RIBEIRO, A. C., GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H (eds.). **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5 aprox. Viçosa, UFV-MG. 1999. 359 p.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais.** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26 p. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 8).

RUIZ, H. A.; ASSIS, I. R. **Interface entre a Física do solo e outros campos da ciência**. UFV – Viçosa-MG. Disponível em http://www.smcs.ufv. br/docs. Acesso em: 2 nov. 2016. 2015. s.p.

SAMPAIO, E. **Mineralogia do solo**. Universidade de Évora: Departamento de Geociências. Lisboa – Portugal. 2006. 21 p. Disponível em: http://docplayer.com.br/12264004-Elsa-sampaio-mineralogia-do-solo-elsa-sampaio-ems-uevora-pt-departamento-de-geociencias-universidadede- evora.html. Acesso em: 11 nov. 2016.

SANTANA, G. S.; FERNANDES, F. M.; ISEPON, O. J.; BIANCHI, P. P. M.; MORITA, I. M. Influência de corretivos de acidez do solo na qualidade dos capins braquiária e Mombaça. *In*: XIX Congresso de Iniciação

Científica, 2007, Ilha Solteira-SP. XIX Congresso de Iniciação Científica, 2007. P.i.

SANTANA, G. S.; FERNANDES, F. M.; ISEPON, O. J.; BIANCHI, P. P. M.; MORITA, I. M. Influência de corretivos de acidez do solo na qualidade dos capins braquiária e mombaça. *In*: Fertbio 2008, Londrina-PR. Fertbio 2008. P.i.

SANTANA, G. S.; MAGALHAES, P. P; MORITA, I. M.; ISEPON, O. J.; FERNANDES, F. M. Produção e composição bromatológica da forragem do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.), submetidos a diferentes fontes e doses de corretivo de acidez. **Seminal. Ciências Agrárias**, v. 31, p. 241, 2010 a.

SANTANA, G. S.; MORITA, I. M.; MAGALHAES, P. P; FERNANDES, F. M.; ISEPON, O. J. Atributos químicos, produção e qualidade do capim braquiária em solos corrigidos com calcário e escória silicatada. **Revista Ceres**, v. 57, p. 377-382, 2010 b.

SBCS - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e fertilidade do Solo. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina** / Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. 10. ed. Porto Alegre, 2004. 400 p.

SILVA, J. E. Balanço de cálcio e magnésio e desenvolvimento do milho em solos sob cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 15, p. 329-33, 1980.

SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; BRENO, M. G.; HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S. **Microrganismos e processos biológicos do solo**: perspectiva ambiental. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão; Centro Nacional de Pesquisa de Soja; EMBRAPA-SPI, Brasília. 1994. 142p. (EMBRAPA-CNPAF. Documento 45)

SIQUEIRA, J. O. Microrganismos do solo e seus processos irrelevantes para a produtividade agrícola? *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, XXI, 1988, Campinas- SP SBPC, 1988. p. 337-362.

SMP ~ SHOEMAKER, H. E., E. O. MCLEAN, PRATT, P. F. Buffer methods for determining lime requirement of soils with appreciable amounts of extractable aluminum. **Soil Sci. Soc. Am. Proc**. v. 25, p. 274-277. 1961.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.) **Cerrado**: correção do solo e adubação. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 416 p.

SOUSA, D. M. G.; VILELA, L.; LOBATO, E.; SOARES, W. V. **Uso de gesso, calcário e adubos para pastagens no Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 22 p. - (Circular técnica / Embrapa Cerrados, n.12).

SSSA - Soil Science Society of América **Métodos for Assassina Sol Quality**, 1996. p. 173

TORRADO, P. **Solos do Brasil**. Departamento de solo. ESALQ:USP. Piracicapa-SP. Palestra. 2006. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/FE4582B1/PabloTorrado_ESALQ.pdf. Acesso em: 08/11/2016.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; ZULLO, M.A.T. **O método tampão SMP para determinação da necessidade de calagem de solos do Estado de São Paulo**. Bragantia. v. 38, p. 57-69. 1979.

VAN RAIJ, B. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes.** Piracicaba-Brasil. IPNI, 2011. 420 p.

VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. Ed. Campinas: Instituto Agronômico &Fundação IAC, 1996. 285 p. Boletim Técnico, 100.

VASILAS, B. L.; ESGAR, R. J.; WALKER, W. M.; MAINZ, M. J. Effect of tillage on corn response to potassium fertility. **Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 19, n. 2, p. 141-151, 1988.

WILKINSON, R. E.; DUNCAN, R. R. Magnesium influence on calcium ($^{45}Ca^{+2}$) absorption by sorghum root tips. **Journal of Plant Nutrition**, v. 16, p. 1917-1920, 1993.

IR PARA SUMÁRIO

Capítulo 7

ADUBAÇÃO MINERAL DE FORRAGEIRAS

Itamar Pereira de Oliveira,[1] Wender Ferreira de Souza,[2]
Daniel Augusto Alves Teixeira,[3] Jessika Torres da Silva,[4]
João Paulo Vilela de Castro,[5] Carolina Brom Aki Oliveira[6]

Resumo: As forrageiras, como alimento animal dentro de seu habitat, têm sido paulatinamente tratadas como um artigo de qualidade para consumo no dia a dia. A necessidade de produzir alimentos de consumo de qualidade para uma população crescente de animais e pessoas tem contribuído para um acréscimo de preocupação com o meio ambiente onde se combinam solo, planta, clima, animal e a ação do homem. A partir da produção da forrageira, foram acrescentados parâmetros envolvendo produtividade, qualidade, preferência do consumidor e efeito do produto no bem-estar animal e humano. Para que se chegue aos objetivos necessários de cada etapa envolvendo fonte e necessidade do consumidor, tornam-se necessários conhecimentos sobre o equilíbrio das exigências de cada elemento envolvido na corrente produtiva. A partir desses conhecimentos podem-se tratar estratégias de tecnologias e manejos para suprir todas as necessidades dos interessados envolvidos. A qualidade do produto final envolve nesse sentido princípios de nutrição e adubação mineral de

1 Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão em Goiânia.

2 Programa de Pós-Graduação em Zootencia do Instituto Federal Goiano em Rio Verde.

3 Programa de Pós-Graduação em Zootencia do Instituto Federal Goiano em Rio Verde.

4 Discente do Instituto Federal Goiano.

5 Pós-graduando da Universidade Federal de Goiás.

6 Química do Programa Solo e Água, doutoranda da UFG.

IR PARA SUMÁRIO ▲

plantas envolvendo conhecimentos básicos e práticos sobre acidez e correção do solo.

Palavras-chave: Absorção mineral. Fertilidade do solo. Forrageiras. Recuperação de pastagem, Recomendações de fertilizantes.

1. INTRODUÇÃO

A nutrição mineral das plantas forrageiras tem como objetivo básico conhecer as plantas que melhor se adaptam a diferentes ambientes e que melhor apresentem rendimentos e qualidades necessárias para a sobrevivência dos animais, com ênfase no gado bovino, com expectativa de obter animais saudáveis em qualidade de vida para que a exploração pecuária seja sustentável e atrativa (VALLE *et al*., 2010).

Como conceito, forrageira ou planta forrageira quase sempre gramínea ou leguminosa, embora existam outras forragens verdes também usadas para alimentação animal, que podem ser disponibilizadas por simples plantio como ocorre em um pasto ou a planta que pode ser produzida e posteriormente colhida para ser utilizada como alimento para os animais, como por exemplo, o feno.

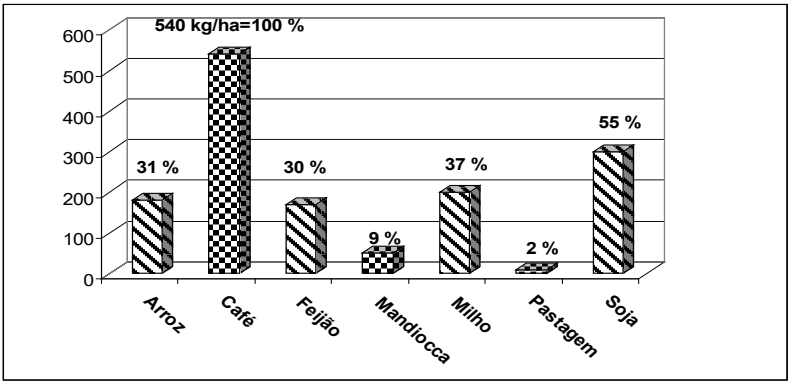
Dentro das variações da textura dos produtos utilizados como alimentos dos animais é necessário conhecer os princípios de agrostologia como a ciência que consiste no correto uso do solo para o plantio de espécies forrageiras adaptadas destinadas ao consumo animal, à fertilidade, e à adaptação dessas plantas aos novos ambientes e seus teores nutritivos.

IR PARA SUMÁRIO ▲

2. CONHECIMENTOS GERAIS

Aparentemente, tem-se uma ideia geral que apenas as forragens verdes como as gramíneas e as leguminosas, respondem pela necessidade total do animal.

Figura 1 - Percentual de fertilizantes que cada cultura recebe incluindo as pastagens por hectare de macro e micronutrientes



Fonte: Oliveira *et al*., 2016.

Obs: o café é a cultura que mais recebe fertilizantes e a pastagem é que recebe menores quantidades. A soja é outra cultura que relativamente recebe boas quantidades de N, P, K e calagem.

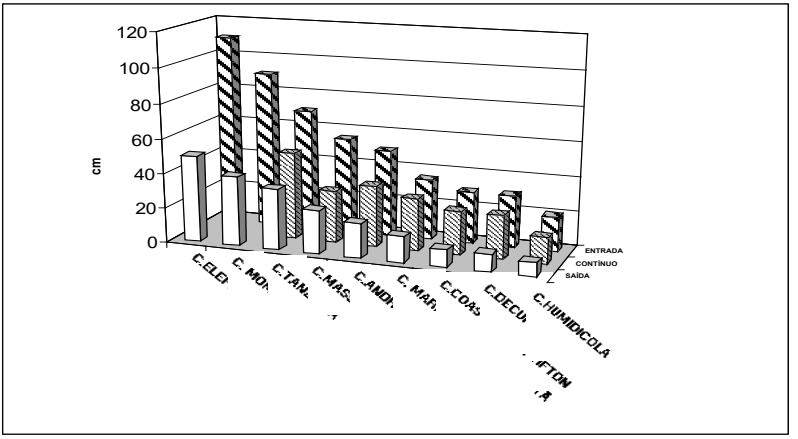
Geralmente as áreas de pasto em uma propriedade ocupam os solos problemas com baixa fertilidade, topografia elevada, pedregosos e ricos em plantas daninhas. Nem sempre são corrigidas e quase sempre não recebem fertilizantes (Figura 1).

Contudo, na dieta animal podem ser incluídas as raízes e tubérculos compostos por alimentos como, dentre vários, mandioca, cenoura e beterraba e grãos e, sementes onde estão incluídas duas das maiores fontes energéticas da alimentação animal, o milho e o sorgo.

Os solos tropicais, incluindo o cerrado brasileiro, apresentam alguns grandes problemas, já identificados, que contribuem para o cenário da baixa produtividade das pastagens brasileiras,

a acidez e a escassez de fósforo disponível, além de baixos teores de cálcio, magnésio, zinco, matéria orgânica, além do baixo pH e alta concentração de alumínio. Certamente afirmar que a área de pastagem se encontra degradada implica relatar que o ecossistema responsável pela produção de forragem está em desequilíbrio, sendo este constatado pela falta de adaptação da planta forrageira ao local ambiente; manejo não adequado da pastagem (Figura 2). Esta situação geralmente está relacionada com a presença de plantas invasoras, pragas e doenças, perda da fertilidade do solo, incompatibilidade entre as espécies associadas como os consórcios de forrageiras. Portanto, mesmo utilizando-se de práticas de implantação ou reforma de pastagens bem conduzidas, ao longo dos anos os pastos sofrem degradação natural, refletida na acidificação do solo, seja pela lixiviação dos nutrientes, pela absorção de bases pelas próprias plantas ou pelos efeitos da baixa adubação, principalmente a nitrogenada.

Figura 2 - Representação da entrada e da saída de animais em pastagem rotacionada em relação â altura da planta em pastagens, sob sistema contínuo de exploração com várias forrageiras conhecidas



Fonte: Adaptado de Pedreira; Tonato, 2016.

Em resumo, a produção de uma planta forrageira está relacionada com determinantes morfológicos da produtividade de estande, fotossíntese de folhas individuais, arquitetura do relvado e fotossíntese do dossel, síntese e senescência de tecidos, crescimento, do acúmulo líquido de carbono, ou seja, balanço entre crescimento e senescência, produção de perfilhos, florescimento e ressemeadura, produção de massa e pastejo, unidade animal, taxa de lotação e método de pastejo (PEDREIRA *et al*., 2016).

As plantas forrageiras, assim como quase todas as plantas do universo, produzem seus próprios alimentos e por isso, são enquadradas entre os organismos autotróficos e que vivem entre duas biotas, ou seja, entre dois ambientes inteiramente diferenciados como o inorgânico e orgânico ao retirar do CO_2 da atmosfera e, por outro lado água e nutrientes minerais do solo que são adquiridos primariamente na forma de íons inorgânicos e entram na biosfera predominantemente através do sistema radicular da planta. A grande área superficial das raízes e sua capacidade para absorver íons inorgânicos em baixas concentrações na solução do solo, tornam a absorção mineral pela planta um processo bastante efetivo. Além disso, outros organismos, como os fungos, micorrizas e bactérias fixadoras de nitrogênio, contribuem para a aquisição de nutrientes pelas plantas. Depois de absorvido, os íons são transportados para as diversas partes da planta, onde são assimilados e utilizados em importantes funções biológicas. O estudo do processo como as plantas absorvem, transportam, assimilam e utilizam os íons é conhecido como nutrição mineral das plantas.

Esta área do conhecimento busca o entendimento das relações iônicas sob condições naturais de solo como salinidade, acidez, alcalinidade, presença de elementos tóxicos, como alumínio (Al3+) e metais pesados como Arsênio: causa problemas nos sis-

temas respiratório, cardiovascular e nervoso. - Chumbo: atinge o sistema nervoso, a medula óssea e os rins - Cádmio: causa problemas gastrointestinais e respiratórios. - Mercúrio: ions desse elemento se concentram em diversas partes do corpo como pele, cabelo, glândulas sudoríparas e salivares, tireoide, sistema digestivo, pulmões, pâncreas, fígado, rins, aparelho reprodutivo e cérebro, provocando inúmeros problemas de saúde; - Cromo: provoca irritação na pele e, em doses elevadas, câncer. - Manganês: causa problemas respiratórios e efeitos neurotóxicos, porém, o seu maior interesse está ligado diretamente à agricultura prejudicando a produtividade das culturas. Alta produção agrícola depende seguramente da fertilização com elementos minerais. No entanto, as plantas cultivadas, tipicamente, utilizam menos da metade dos corretivos e fertilizantes aplicados contribuindo para evitar prejuízos ao meio ambiente causado pela aplicação de fertilizantes. O restante pode ser lixiviado para os lençóis subterrâneos de água, tornar-se fixado ao solo ou contribuindo para a poluição do ar. Assim, torna-se de grande importância aumentar a eficiência de absorção e de utilização de nutrientes, reduzindo os custos de produção e nutrindo racionalmente as plantas.

3. A PLANTA FORRAGEIRA

Como conceito, forrageira ou planta forrageira quase sempre gramínea ou leguminosa, embora existam outras forragens verdes também usadas para alimentação animal, que podem ser disponibilizadas por simples plantio como ocorre em um pasto ou a planta que pode ser produzida e posteriormente colhida para ser utilizada como alimento para os animais, como por exemplo, o feno. Melhor qualidade de feno é obtida quando a planta for bem nutrida e que quase não ocorre. Tomando

como exemplo o nutriente zinco que não se encontra disponível nos solos brasileiros por não apresentarem minerais secundários contendo zinco e outros nutrientes que não se encontram também em concentrações ideais para suprir a necessidade da planta e manter o desenvolvimento dos animais (Tabela 1) em condições saudáveis.

Valle *et al*. (2010) relatam que no Brasil tropical existem mais de 100 milhões de hectares com pastagem cultivada, mas estimativas indicam que de 50 a 80% dos biomas Cerrado e Florestas Tropicais encontram-se degradados. Baseado nestas informações, dentre outras, verifica-se atualmente uma preocupação em utilizar técnicas de conservação, correção e adubação do solo, estabelecimento e manejo de pastagens e uso de novas cultivares forrageiras.

Muitos dos resultados não sustentáveis encontrados na atividade pecuária podem ser atribuídos à carência da gestão, com objetivos pouco definidos se o pasto a ser formado é destinado à cria, recria, engorda de bovinos, em criação extensiva ou se material vai ser usado em feno ou silagem. Possivelmente uma diversificação de finalidades ou o cultivo de pelo menos cinco cultivares de forrageiras reduziriam o risco da monocultura. Com isso pode-se obter pelo menos uma pastagem em boas condições, obedecendo assim o ciclo da maioria das espécies para descanso, brotamento e floração para a ocorrência da ressemeadura natural da forrageira.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 1 - Elementos essenciais à planta e suas concentrações consideradas normais para o desenvolvimento das plantas

Elemento	**Símbolo**	**Forma disponível**	**Concentração na matéria seca (mmol/kg)**
Macronutrientes			
Hidrogênio	H	H_2O	60.000
Carbono	C	CO_2	40.000
Oxigênio	O	O_2, CO_2	30.000
NO_3	N	$NO3^-$, $NH4^+$	1.000
Potássio	K	K^+	250
Cálcio	Ca	Ca^{++}	125
Magnésio	Mg	Mg^{++}	80
Fósforo	P	$HPO4^{--}$, $H2PO4^-$	60
Enxofre	S	$SO4^{--}$	30
Silício	Si	SiO2	30
Micronutrientes			
Cloro	Cl	Cl-	3,0
Boro	B	$Bo^{\sim}$	2,0
Ferro	Fe	Fe^{++},Fe^{+++}	2,0
Manganês	Mn	Mn^+	1,0
Sódio	Na	Na^+	0,4
Zinco	Zn	Zn^{++}	0,3
Cobre	Cu	Cu^{++}, Cu^{+++}	0,1
Níquel	Ni	Ni^{++}	0,05
Molibdênio	Mo	$MoO4^{--}$	0,001

Fonte: Hopkins, 2.000.

É recomendável observar as exigências de cada espécie ou cultivar para que se tenham alternativas para solos de menor fertilidade como a *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e o *Andropogon gayanus* cv. Planaltina por serem rústicos e adaptados aos solos ácidos e pobres dos cerrados. Embora seja suscetível à cigarrinha, esta espécie de braquiária compete com plantas invasoras por cobrir o solo e ter crescimento estolonífero. O Andropogon é resistente à cigarrinha, mas sofre ataque de formigas e a formação e manejo da pastagem é difícil por apresentar sementes leves e entouceirar e deixar espaços vazios (VALLE *et al*., 2010).

A *Brachiaria humidicola* é também recomendada para solos de baixa fertilidade sendo mais indicada para várzeas sujeitas à inundação esporádica. As cultivares desta espécie mais procuradas no mercado são a comum e, a Llanero, erroneamente chamada de dictioneura e a BRS Tupi. A *Brachiaria* dictyoneura difere da *Brachiaria humidicola* por não ser estolonífera, sendo ambas são inferiores a braquiarinha e ao andropogon em valor nutritivo. Se plantadas com o *Arachis pintoi*, leguminosa adaptada aos solos úmidos a pastagem é melhorada e o ganho animal é aumentado.

Outra opção para solos úmidos e pouco férteis é o *Paspalum atratum* var. Pojuca, que é uma planta cespitosa de folhas macias, por passar do ponto de pastagem rápido tem-se indicado período de descanso da pastagem a cada intervalo de 20 a 28 dias para manter a qualidade.

Forrageiras para solos de média fertilidade incluem a *B. brizantha* cvs. Marandu, Xaraés e BRS Piatã e a *B. ruziziensis*, essa última largamente utilizada como palhada em áreas de integração lavoura-pecuária devido a rápida formação e cobertura do solo, qualidade da matéria orgânica produzida e incorporada ao solo e facilidade de secagem por herbicidas. Sua suscetibilidade

às cigarrinhas, ao frio e a seca a torna menos apta a pastagens permanentes. Entre as cultivares de *B. brizantha*, a cv. Xaraés é a que dá maior capacidade de suporte, e a cv. BRS Piatã dá o maior ganho individual. Essa é a mais precoce no florescimento, seguida da Marandu e da Xaraés, permitindo um manejo estratégico para uso de cada uma no estágio vegetativo de maior qualidade.

Forrageiras para solos férteis ou para manejo intensivo incluindo adubações de manutenção são *Panicum maximum*, Tanzânia, Mombaça e Massai, capim elefante incluindo o Napier, Cameroon, Taiwan, etc. As braquiárias do gênero *B. brizantha* também se prestam à intensificação, desde que adubadas, mas com menores ganhos. Os pânicuns têm sido geralmente usados em pastejo rotacionado e o capim elefante, como capineira. As cvs. Tanzânia e Mombaça praticamente se equivalem em ganho de peso por área e por animal, mas a primeira é de mais fácil manejo por apresentar mais folhas e menos colmos. O capim Massai é de porte mais baixo e cobre melhor o solo, mas o ganho por animal e por área é inferior às outras duas cultivares. É bem consumido por equinos e ovinos. O capim elefante é normalmente plantado por mudas e por isso muito mais utilizado para gado leiteiro. É considerado o capim de maior produtividade, mas é suscetível às cigarrinhas.

Para uma pastagem com qualidade e persistência é imprescindível observar as recomendações técnicas e com isso assegurar a sustentabilidade e o lucro da produção animal (VALLE *et al*., 2010).

4. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE PLANTAS FORRAGEIRAS

Conceitua-se plantas forrageiras, ou forragens, como plantas inteiras ou partes dessas, que servem de alimento aos animais domésticos e silvestres. Assim, essas são as partes comestíveis

das plantas utilizadas como alimento pelos animais, em pastejo ou ainda, colhidas para arraçoamento em condição fresca ou conservada. Nas últimas décadas, têm sido formados, anualmente, no Brasil, cerca de quatro milhões de hectares de novas pastagens, bem como são recuperadas cerca de 13 milhões de hectares por problemas de degradação e substituição das forrageiras. Um grande investimento, que nem sempre tem proporcionado o retorno esperado, por uma série de motivos, tais como o uso de técnicas inadequadas na *formação do pasto,* excesso de carga animal, plantio incorreto da pastagem e o manejo deficiente.

Mas, existe um fator de importância para que uma pastagem seja produtiva, a *espécie forrageira* escolhida deve ser adequada. Existem forrageiras especialmente indicadas para cada condição de clima e solo. Para que o pecuarista, de corte ou leite, possa alcançar maior produtividade, utilizando suas pastagens de forma eficiente, não há dúvida de que devem ser formadas por espécies de forrageiras adaptadas ao ambiente da propriedade, especialmente às condições de solo e de clima, também chamadas de condições edafoclimáticas.

As plantas de clima temperado apresentam melhor qualidade que as plantas de clima tropical. A qualidade de uma forrageira é determinada pelas propriedades físicas em adição à sua composição química. A digestibilidade das plantas de clima temperado é maior que a das plantas de clima tropical, atribuída a anatomia dessas plantas principalmente das folhas. As forrageiras tropicais apresentam anatomia foliar altamente especializada, plantas do tipo C_4, que resulta em uma alta resistência à degradação mecânica e microbiana, com longo tempo de retenção no rúmen e consequentemente com baixa ingestão voluntária pelos animais que as consomem.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 2 - Parâmetros fisiológicos de plantas C3, C4 e Cam

Parâmetro	**Plantas C3**	**Planta C4**	**Planta CAM**
Fotorrespiração	Presente:23 a 30 % do valor da Fotossíntese	Presente: não mensurável pelos métodos de trocas de gás com o ambiente	Detectável no final da tarde
Primeiro produto estável	Ácido3-fosfoglicérco – três carbonos	Ácido oxalo acético – quatro carbonos	Ácido oxaloacético – quatro carbonos
Ponto de compensação	Alto - 50 a 150 ppm de CO2	Baixo - 0 a 10 ppm de CO2	Baixo - 0 a 5 ppm de CO2
Bainha vascular	Ausência de bainha vascular – quando presente não apresenta cloroplasto	Diferenciação do celular do mesófilo e bainha vascular contendo cloroplastos mas existe exceção.	-
Enzima de carboxilação	RuD carboxilase Km ~20 uM CO2	PEP carboxilase Km~5uM CO2	PEP carboxilase à noite
Efeito do oxigênio (21%) sobre a fotossíntese	Inibição	Sem efeito	-
Relação CO2:ATP:NADPH	1:3:2	1:5:2	1:6,5:2
Fotossíntese e intensidade de luz (µmol de $CO_2.m^{-2}.s^{-1}$)	Saturação em 1/3 da luz solar máxima. Ex:soja 10-20	Não atinge saturação com aumento de intensidade luminosa Ex:milho 20-40	0,6 -2,4 Agave americana
Temperatura ótima para a fotossíntese	25ºC	30 ºC a 45 ºC	35ºC
Taxa de fotossíntese líquida em condições de saturação de luz	15 a 35 CO_2 $dm^{-2}h^{-1}$	40-80 mgCO_2 $dm^{-2}h^{-1}$	5–12 na luz e 6–10 no escuro
Consumo de H_2O para produção de matéria seca	450-1000 g H_2O/g peso seco	250-350 g H_2O/g peso seco	18–100 g H_2O,g de peso seco durante a noite e 150–600 durante o día
Conteúdo de N na folha para atingir fotossíntese máxima	6 a 7,5% peso seco	3 a 4,5% peso seco	-
Produção de massa seca em $t/ha.ano^{-1}$	10–25	40–80	6–10
Eficiência na utilização de H_2O	1.05–2.22	2.85–4.00	8.0–55.0

Fonte: Taiz; Zeiger. 2013. Ferri, 1885, 1886.

Não existem grandes diferenças entre a qualidade das leguminosas de clima temperado e de clima tropical, devido a pequena diferença de clima principalmente concernente à temperatura da época de desenvolvimento. A menor diferença qualitativa entre as leguminosas se deve principalmente à semelhança das estruturas anatômicas dessas plantas. As forrageiras de clima temperado, gramínea ou leguminosa, são do tipo C3.

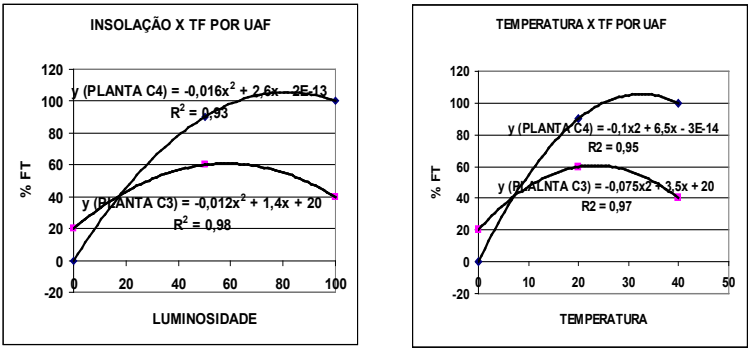
As gramíneas e leguminosas forrageiras pertencem ao grupo das angiospermas e constituem uma importante fonte alimentar para os ruminantes. Porém, metabolicamente as forrageiras podem diferir em suas vias de redução do gás carbônico. Na grande maioria das plantas, a fixação do CO_2, segue um ciclo onde o primeiro composto estável é formado por três átomos de carbono, o ciclo do fosfato pentose C3, ou ciclo de Calvin-Benson, conhecido por ciclo de Calvin. Entretanto, existem plantas que reduzem o CO_2 segundo um ciclo onde o primeiro composto estável tem quatro átomos de carbono, ou ciclo do ácido dicarboxílico C4.

Essas modificações implicam em mudanças nas suas características morfológicas. As plantas C4 estão mais adaptadas à luz e a altas temperaturas (Tabela 2). As plantas C4 nesta situação utilizam entre 250 e 350 gramas (g) de água para produzir um grama de matéria seca (MS) vegetal, enquanto as C3 utilizam de 450 a 1000 g de água para produzir a mesma um grama de MS.

As plantas C3 são plantas que possuem a maior produção de foto assimilados no mundo, provavelmente porque são mais competitivas nas comunidades mistas, onde existe efeito de sombreamento e as temperaturas e luminosidade não são tão extremas (Figura 3).

IR PARA SUMÁRIO

Figura 3 - Efeitos da luminosidade e temperatura sobre a fotossíntese das plantas forrageiras C3 e C4



Fonte: Adaptado de Odum, 1983.

TF = taxa de fotossíntese, UAF = Unidade de área foliar.

Tabela 3 - Características diferenciais entre plantas C3 e C4

Plantas C3	**Plantas C4**
Composto de três carbonos (C3) é o primeiro composto estável da fotossíntese	Composto de quatro carbonos (C4) é o primeiro composto estável da fotossíntese
Ribulase bifosfato carboxilase (carboxidismutase) enzima do primeiro passo de fixação do CO2	Fosfoenol piruvado (carboxilase) – enzima de carboxilação.
Baixa temperatura ótima (20-25 ºC) maior carboxilação enzimática	Alta temperatura ótima (30-35 ºC) maior carboxilação enzimática
Translocação é lenta dos fotoassimilados para as folhas.	Translocação é rápida dos fotoassimilados para as folhas.
No início a acumulação fotossintética é distribuída através de células do mesófilos	No início a acumulação fotossintética é concentrada nos feixes das bainhas celulares.
Normalmente 10-15 células do mesófilo entre feixes vasculares	Somente 2-3 células do mesófilo entre os feixes vasculares
As gramíneas não tem reserva de amido e não tem cloroplastos dimórficos	Apresentam reserva de amido e grande quantidade de cloroplastos dimórficos.

Plantas C3	Plantas C4
Alta transpiração	Baixa transpiração
Alta fotorrespiração	Baixa fotorrespiração

Fonte: Van Soest (1963).

Existe outra rota fotossintética conhecida pelo nome de CAM, metabolismo do ácido crassuláceo. Ao contrário das plantas C3 e C4, as plantas crassuláceas abrem os estômatos à noite e consomem entre 80 a 100 g de água para produzir uma g de matéria seca; fecham os estômatos durante o dia exigindo, porém de 150 a 600 g de H_2O.

O comportamento da planta pode ser considerado um mecanismo de adaptação às regiões áridas, no sentido de minimizar a perda de água.

Todas as leguminosas tropicais são plantas com metabolismo C3 ao mesmo tempo que a maior parte das gramíneas tropicais tem metabolismo C4 e em ambiente de pastagem esta ocorrência gera um problema no equilíbrio da pastagem onde as gramíneas e leguminosas estão consorciadas. Como as gramíneas C4 possuem maior crescimento, e com a intensidade do pastejo, as leguminosas tendem a desaparecer.

Tem-se explicado que as plantas tropicais C4 fazem pouca fotorrespiração porque a alta concentração de CO_2 em suas células da bainha acelera a reação da RuDP carboxilase em relação à de PEP oxigenase. Esse efeito é especialmente importante em temperaturas mais altas. Assim, os vegetais C4 têm vantagem em ambiente quente e sob alta iluminação (Tabela 3).

A enzima ribulose-1,5 bifosfato, segundo pesquisadores em geral, denominada rubisco, tem tanto função carboxilase quanto oxigenase, e surgiu precocemente na evolução, quando a atmosfera era rica em células da bainha parenquimática dos feixes, os

micro-organismos necessitam antes digerir as do mesofilo ou da epiderme, ou que as células da bainha estejam expostas por efeito de dano físico. Assim, a taxa de digestão das células da bainha parenquimática poderá ser influenciada pela taxa de digestão das células de mesofilo e o tempo de colonização poderá ser menor, quanto maior for o número de danos na epiderme, sendo que, a mastigação do animal pode contribuir tanto na hora da ingestão como na hora da ruminação para uma maior degradação física da gramínea.

Os tecidos que apresentam células com paredes espessadas e lignificadas, como o xilema e esclerênquima, são praticamente indigestíveis, permanecendo aparentemente intactos após longo período de incubação em líquido ruminal. A inacessibilidade da parede secundária impede que os micro-organismos façam rápida digestão da parede celular vegetal, não por sua composição da parede, mas sim pelo tempo gasto no acesso da parede para a digestão, de modo que material que poderia render energia acaba saindo nas fezes sem ser digerido. A espessura da parede celular pode dificultar o rápido acesso das bactérias para o início do processo digestivo, quanto maior a espessura da parede secundária, maior será o tempo para que ocorra uma completa digestão.

Os tecidos foliares de gramíneas C4 são digeríveis rapidamente, o mesofilo e o floema, lenta e parcialmente digestíveis, a epiderme e as células da bainha do feixe vascular, respectivamente, e indigestíveis, o xilema e o esclerênquima. Nas espécies C3, apenas o tecido vascular, com exceção do floema, e a bainha interna dos feixes, que ocorre em algumas espécies C3, são resistentes à digestão, sendo que, numa posição intermediária, parcial e lentamente digestível, encontram-se o esclerênquima e a bainha parenquimática dos feixes (Tabela 4).

Os tecidos rapidamente digeridos incluem o mesofilo, floema, epiderme e bainha externa dos feixes.

Tabela 4 - Resposta de tecidos à digestão. Adaptado de Akin, 1982

DIGESTÃO RELATIVA DOS TECIDOS			
Função e origem	Rápida e total MES e FLO	Lenta e parcial EPI e BPF	Não digerido XIL e ESC
Folha tropical de C4	MES,FLO,EPI e BPF (depende da espécie)	ESC e BPF (depende da espécie)	XIL e BIF
Folha temperada de C3			EPI e ESC (anel)
Colmo tropical e temperado	FLOR e PAR (imaturo)	PAR (meia idade)	

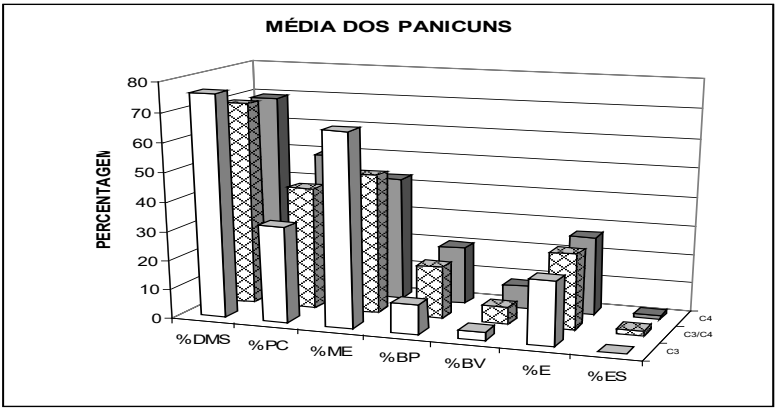
MES = mesófilo, FLO = floema, EPI = epiderme, BPF= bainha parenquimatosa dos feixes, ESC = esclerênquima, XIL= xilema, BIF= bainha interna dos feixes.

Em geral, as espécies C4 apresentam, na lâmina foliar, maior proporção de tecido vascular, bainha parenquimática dos feixes e esclerênquima, enquanto as espécies C3 se destacam pela maior proporção de mesofilo, que ocupa ao redor de 60 % da seção transversal destas gramíneas (29) (Figura 4).

O mesofilo nas gramíneas C4 mesmo que sofram uma rápida degradação são mais lentamente digeridos que nas espécies C3, devido ao forte adensamento celular na C4. Nas espécies C3 as células são mais frouxamente arranjadas, apresentando poucos pontos de aderência entre si. Anatomicamente, a degradação da bainha parenquimatosa parece ser a maior causa da variação na digestibilidade entre cultivares de Panicum do tipo fotossintético C4 e C3. A ordem decrescente de digestibilidade inicia pelo tecido parenquimático > floema > epiderme > bainha parenquimática > xilema e esclerênquima.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 4 - Valores médios percentuais da digestibilidade das plantas C3, Crassuláceas e C4 nas das forrageiras do gênero *Panicum nas* diferentes partes da célula



Fonte: Wilson, 1993 e 1997.

Obs: DMS = digestibilidade da matéria seca, PC = parede celular, ME = mesófilo, BP = bainha parenquimática, BV = bainha vascular, E = epiderme e ES = esclerênquima.

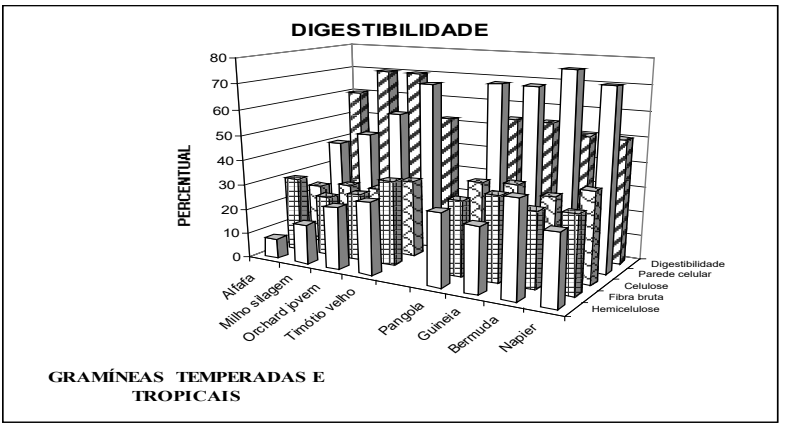
A degradação dos tecidos presentes nas diferentes estruturas diminui com a idade da planta. Dentre os fatores que afetam a qualidade da forragem, a idade da planta é o fator isolado com maior contribuição. Contudo, o ambiente no qual a planta se desenvolve também desempenha papel relevante. A área ocupada pelo tecido epidérmico no limbo se reduz com o incremento do estágio de maturação das folhas e a área de tecido vascular lignificado aumenta com a idade dos tecidos, especialmente no colmo em trabalho com três cultivares de capim-elefante.

O capim imperial (*Axonopus scoparius*) é uma gramínea tropical muito usada no Sul do Brasil, em que, com a maturidade apresenta queda na taxa de degradabilidade efetiva, a qual foi relacionada com o espessamento da parede celular e aumento da área de tecido lignificado.

O caule é a fração cuja degradação decresce em maior proporção quando comparado às frações foliares.

Para o trevo que é uma leguminosa, a digestibilidade (Figura 5) também diminui conforme aumenta a maturidade e a justificativa seria a presença de lignina na bainha vascular (VALENTE *et al.*, 2011).

Figura 5 - Digestibilidade das forrageiras em relação aos climas temperados e tropicais em relação aos tecidos da planta

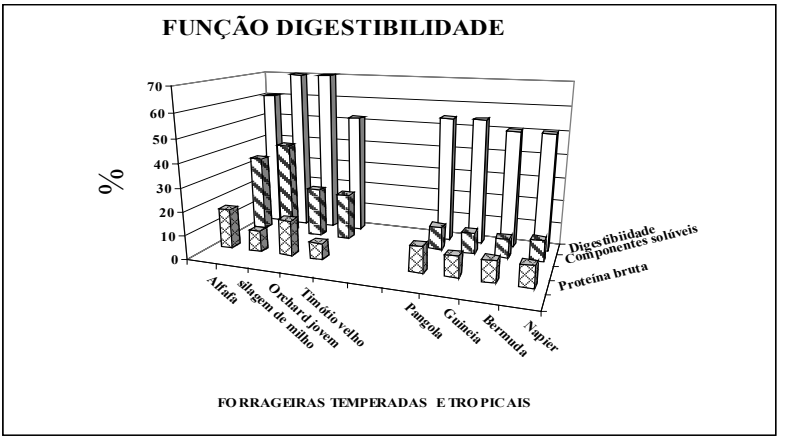


Fonte: Adaptado de Valente (2011).

De modo geral, a proporção de mesofilo relaciona-se positivamente com a digestibilidade e negativamente com o teor de parede celular. Já as proporções de bainha parenquimática dos feixes, tecido vascular e esclerênquima, ao contrário se relacionam negativamente com a digestibilidade e positivamente com o teor de parede celular.

IR PARA SUMÁRIO

Figura 6 - Relação digestibilidade e alguns parâmetros qualitativos em forrageiras de clima temperado e clima tropical



Fonte: Adaptado de Valente *et al*., 2011.

As gramíneas tropicais podem apresentar resultados diferentes para a digestão de cada parte dos tecidos foliares (Figura 6), e células como o mesófilo e floema podem ser rapidamente degradados, embora às vezes a digestão não ser completa. O capim-gordura, capim-tifton 85 e capim-braquiária observou que as células do mesofilo, do parênquima e do floema muitas sofrem completa digestão. As forrageiras do gênero Cynodon apresentam os tecidos mesofilo e o floema facilmente degradados.

Tecidos lignificados de *Brachiaria brizantha* e *B. humidicula*, muitas vezes, apresentam proporções de tecidos lignificados e na *B. brizantha* tanto para as regiões basilares, centrais como também para as regiões apicais.

Tem-se comparado a digestão do capim tifton 85, capim gordura e capim braquiária e que o capim Tifton 85 apresenta características anatômicas mais compatíveis com as de uma gramínea de melhor valor nutritivo. Isso porque, no capim-tifton 85, as mais baixas proporções de tecidos pobremente

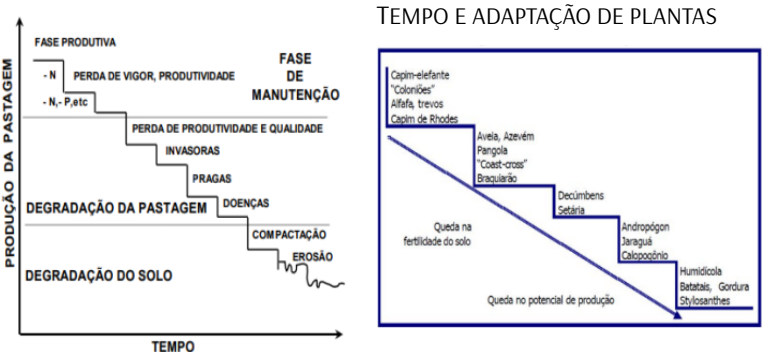
digeridos na lâmina foliar e no colmo, associadas às elevadas proporções de MES (mesófilo) e PAR(parênquima), refletem em maiores área digeridas, mesmo em lâminas e colmos em estádio de desenvolvimento mais avançado e elevadas proporções de XIL(xilema), BPF(proteína bruta foliar) e ESC (esclerênquima,, em capim-gordura, indicam que esta espécie apresenta características anatômicas mais típicas de forrageira de valor nutritivo mais baixo. O capim braquiária, embora tenha apresentado proporção de tecidos intermediária às duas outras espécies, mostrou mais alta espessura da parede celular, independente do estágio de desenvolvimento. Tal característica certamente influi negativamente na digestão das seções transversais. Portanto, mesmo na ausência da lignificação, como em colmos jovens, a digestão da parede celular não se completou durante o tempo de incubação em líquido ruminal. Este fato sugere que, em células com parede espessa acima de um micrômetro, as limitações à digestão se originam, principalmente, de problemas estruturais.

A bainha parenquimática dos feixes, esclerênquima e o tecido vascular lignificado proporcionaram correlações altamente significativas, positivas com os teores de FDN, FDA e lignina e negativas com os teores de proteína bruta. Estes tecidos apresentam parede celular espessada, lignificada, estando frequentemente associados à fração lenmente digestível e ao teor de fibra da forrageira (VALENTE *et al*., 2011).

5. PASTAGENAS BRASILEIRAS

A pecuária brasileira apresenta um rebanho bovino, acima de 210 milhões de cabeças, constituindo o maior rebanho comercial do mundo, concentrada principalmente na região Centro-Oeste considerada a produtora responsável por 33,5% do rebanho.

Figura 7 - Ocupação das plantas forrageiras nas pastagens em processo de degradação



Fonte: Macedo, 1999 e Corsi, 1984.

Os estados de Mato Grosso, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Pará respondem, juntos, por mais da metade do efetivo nacional do rebanho brasileiro ou seja 54%, que mostra a pesquisa Produção da Pecuária Municipal (PPM) 2014) sendo a sua maioria criada a pasto (FERRAZ; FELÍCIO, 2010), que se constitui na forma mais econômica e prática de produzir e oferecer alimentos para os bovinos. Desse modo o Brasil tem um dos menores custos oficiais de ração para gado (CARVALHO *et al*., 2009; DEBLITZ, 2012).

Cerca de 80% do rebanho é composto por animais de raças zebuínas (*Bos indicus*), A criação destes animais é predominantemente a pasto, com suplementação mineral. O uso de suplementação proteico/energética estratégica, de consumo reduzido, vem aumentando, suprindo a carência de nutrientes nos pastos durante o período "seco" do ano. A maioria dos bovinos para corte no Brasil, os zebuínos podem ser encontrados por toda extensão do território. A região Sul do Brasil é caracterizada por baixas temperaturas e pastagens de mais alto valor nutri-

tivo, características estas que permitem aos *Bos taurus*, animais de raças taurinas, de origem europeia, se adaptarem ao ambiente brasileiro.

Dentre as raças de origem europeia pode-se relacionar o Aberdeen Angus, Red Angus, Hereford, Simental, entre outros. Estes animais são criados em sistemas adaptados às necessidades, tanto nutricionais quanto de controle de ecto e endo parasitas.

O melhoramento através do cruzamento entre raças, ou cruzamento industrial entre animais zebuínos e europeus, com o objetivo de se desfrutar do ganho de heterose, ou seja, ganho genético decorrente de combinação de sangue taurino e sangue zebuíno, cada um contribuindo com 50%.

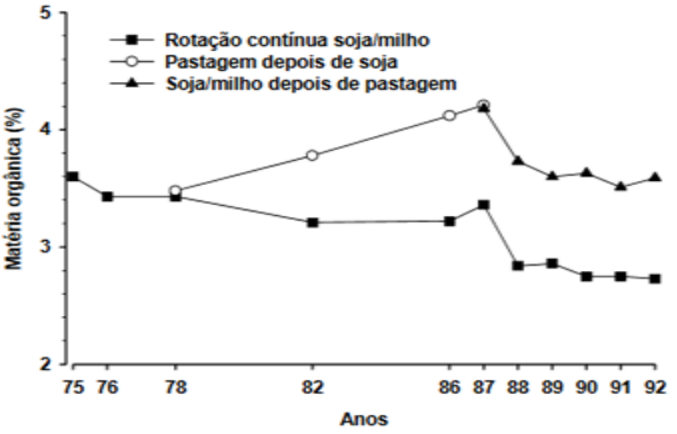
A vegetação pode ser substituída à media que a fertilidade do solo vai diminuindo e a correção de compensação não é realizada. Em várias fregiões à medida que o solo vai sendo acidificado, nas Figura 7, surgem a esponginha de flor amarela ou a de flor vermelho e a vassourinha.

A apresentação de Macedo (1999) e Corsi (1984) representam com muita propriedade a sequência de degradação das pastagens. No caso, a apresentação pelos referidos autores apresentando as espécies exgêntes em solos de alta fertilidade até aquelas que podem sair em condições opostas as condições iniciais de fertilidade do solo.

Por outro lado, é conhecido, que em nenhuma parte do universo, o uso do solo não o prejudica em termos de eliminar suas condições de nutrir os vegetais, desde que bem manejados. Associando a pastagem à lavoura pode-se verificar que a soja reconhecidamente como uma cultura que melhora a fertilidade. Além de melhorar as condições microbiológica locais, quando plantada continuadamente na mesma área tem a sua produção prejudicada. Por outro lado, colocando a pastagem após a soja

(Figura 8), o teor de matéria orgânica do solo aumenta, o mesmo não acontece se a mesma pastagem for colocada após o milho e soja depois da pastagem. (Vilela *et al*., 2001).

Figura 8 - Importância da pastagem após as cultura da soja e do milho



Fonte: Vilela *et al*., 2001.

Destes resultados pode-se inferir que estudos sobre sequências de culturas e pastagens precisam ser realizados para agregar lucros às atividades agropecuárias.

O resultado é a redução de custos, riscos econômicos e impactos ambientais, a melhoria no bem-estar animal e a geração de um produto tido como saudável, com qualidade nutricional elevada mercadológico, o chamado boi verde ou boi de capim, grass-fed beef, forte componente para a conquista de mercados mais exigentes. Muitos profissionais consideram que o processo de criação de gado em particular a de corte é uma atividade possível de ser conduzida, com relativo sucesso, sem que seja necessário o preparo mais cuidadoso da área, ou o uso mais intensivo de insumos, de tecnologia e de mão de obra. Esses técnicos aceitam a ideia de que na pecuária extensiva é possível produzir,

embora com baixa eficiência, mas com retorno relativamente econômico para o agropecuarista.

Em decorrência dessa característica do agropecuarista, no Brasil é comum que áreas marginais, de difícil acesso e de baixo potencial agrícola sejam destinadas para a formação de pastagens. Além disso, por ter a capacidade de transportar, o gado adapta-se a regiões onde a infraestrutura de estradas e os meios de transporte são deficientes e as distâncias do mercado consumidor são grandes. Tais características adéquam a pecuária desenvolvida a pasto como a atividade pioneira na ocupação da terra. (DIAS-FILHO, 2011a, 2013).

Essas peculiaridades, se por um lado podem ser vantajosas em determinados aspectos, por outro contribuíram, e ainda contribuem, para criar uma tradição de baixo investimento no uso de tecnologia e de insumos na formação e no manejo de grande parte das pastagens brasileiras. A principal consequência danosa dessa situação tem sido a alta incidência de pastagens degradadas no País e a estigmatização da pecuária desenvolvida a pasto, como atividade improdutiva e essencialmente danosa ao meio ambiente.

Nos últimos anos, pressões ambientais e de mercado, além do aumento na disponibilidade de tecnologia tem-se valido das técnicas de recuperação e manejo de pastagens, lançamento de cultivares mais produtivas de capins, melhoramento genético do rebanho, dentre outras, têm incentivado uma mudança de atitude no setor produtivo de carne e leite.

Assim, um número crescente de produtores vem direcionando a pecuária desenvolvida a pasto a uma fase de refinamento, marcada pela busca de maior produtividade via intensificação (DIAS-FILHO, 2011); ou seja, produzir maior quantidade de carne ou de leite em menores áreas de pastagem procurando ser

mais eficiente e o que vem se tornando uma necessidade de sobrevivência para a pecuária nacional.

6. NUTRIÇÃO MINERAL DAS FORRAGEIRAS - RELAÇÃO NUTRICIONAL PLANTA ANIMAL

Segundo Underwood (1981) 22 elementos minerais são considerados essenciais para a vida dos animais, sendo sete classificados como macronutrientes minerais - cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cloro (Cl), magnésio (Mg) e enxofre (S) - e quinze elementos traços ou micronutrientes minerais - ferro (Fe), iodo (I), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn), cobalto (Co), molibdênio (Mo), selênio (Se), cromo (Cr), vanádio (V), flúor (F), sílica (Si), níquel (Ni), arsênico (As) e estanho (Sn).

Nem sempre os nutrientes encontrados na pastagem são suficientes para completar as exigências dos animais em algumas fases do crescimento e das vacas em lactação, podendo em muitas vezes se encontrarem acima da exigência animal (BARBOSA *et al.*, 2016).

A ingestão elevada de nitrogênio e fósforo pode levar o animal à carência de magnésio, enquanto que o excesso de potássio pode reduzir drasticamente o sódio das forrageiras. O uso de calcário em pastagem em níveis elevados pode acentuar a toxicidade de Mo e Se nos rebanhos por aumentar as concentrações destes elementos nas plantas, e ao mesmo tempo favorecer as deficiências de Co e Mn.

Embora a água não seja uma importante fonte de minerais, todos os elementos essenciais nela são detectados. Alguns minerais podem ocorrer em maior quantidade na água dependendo da região, como por exemplo, águas calcárias que possuem elevados níveis de cálcio e que podem interferir na absorção de fósforo e zinco. Além disto, as águas salobras com elevados teo-

res de sódio podem influenciar o baixo consumo das misturas minerais e consequentemente podem levar a deficiências minerais no rebanho.

O solo também pode ser fonte de minerais para os ruminantes ora acidentalmente ou devido carências nutricionais denominadas alotrofagia, atribuída a uma perversão de apetite induzida por ingestão de materiais estranhos a dieta normal dos bovinos. Fatores como elevada carga animal em pastos pouco desenvolvidos em época das secas, essa ingestão pode chegar a 20% da matéria seca ingerida em condições de solos mal estruturados e drenagem pobre. Tem-se relacionado a deficiência de Cu à ingestão de Mo e Zn.

7. EXIGÊNCIAS DE MINERAIS PARA BOVINOS

Na fisiologia animal classifica, os nutrientes minerais apresentam quatro funções básicas no organismo animal como estrutural, fisiológica, catalítica e reguladora. Estrutural por ser a organização normal dos ossos serem formados com a presença de Ca, P, Mg e o F, essencialmente importantes por exercerem funções no tecido ósseo, enquanto o P e S são necessários para a estruturação das proteínas musculares, essenciais nas funções estruturais. A função fisiológica garante o equilíbrio osmótico de ácido base incluindo a presença de Na, K, Ca, Mg nos tecidos e líquidos corporais. Os balanços entre esses nutrientes além de influenciar na permeabilidade das membranas equilibram as funções fisiológicas do tecido animal.

Alguns micronutrientes atuam nas atividades catalíticas de sistemas enzimáticos e hormonais, como o Cu e outros, fazem parte das estruturas das metalo proteínas ou metaloenzimas que devem estar sempre presentes nas enzimas como a ceruroplasmina e a tirosinase.

Outros nutrientes apresenta ação reguladora como o Ca, Zn e o Iodo são reconhecidos como nutrientes importantes em recentes estudos dos processos da regulação, da replicação e diferenciação celular.

As exigências dos bovinos em minerais variam de acordo com o tipo e nível de produção, a idade do animal, a raça e o grau de adaptação dos animais, o nível e a forma química do mineral no alimento, e suas relações com os outros nutrientes da dieta. Para a mantença animal os nutrientes suprem as necessidades para a composição nos processos vitais como circulação, digestão e respiração. As exigências vão além da mantença animal uma vez que alguns nutrientes são exigidos nas funções líquidas para a reprodução e produção que dependem da finalidade da exploração animal.

Para as vacas em procriação (Tabela 5) necessitam de nutrientes para crescimento fetal, produtos de concepção, útero e placenta principalmente no terço final da gestação. A produção de leite e ganho de peso, de acordo com o potencial do animal constituem os parâmetros de importantes para obtenção de bezerros com alto potencial produtivo.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 5 - Exigências de minerais para bovinos de corte e leite

Minerais	Crescimento	Vacas de corte		Vacas de leite	
		Gestante	Lactação	Transição	Lactação
Cálcio	0,40-0,80	0,16-0,27	0,28-0,58	0,44-0,48	0,53-0,80
Fósforo	0,22-0,50	0,17-0,22	0,22-0,39	0,22-0,26	0,32-0,44
Magnésio	0,10	0,12	0,20	0,11-0,16	0,18-0,29
Potássio	0,60	0,6	0,6	0,51-0,62	1,0-1,24
Sódio	0,06-0,08	0,06-0,08	0,10	0,10-0,14	0,19-0,34
Enxofre	0,15	0,15	0,15	0,20	0,20
Cobalto	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11
Cobre	10	10	10	12-18	9-16
Iodo	0,50	0,5	0,5	0,4-0,5	0,34-0,88
Ferro	50	50	50	13-18	12.2-22
Manganês	20	40	40	16-24	12-21
Selênio	0,10	0,10	0,10	0,3	0,3

Fonte: a NRC, 1996; b NRC, 2001.

8. RELAÇÃO NUTRICIONAL ENTRE FORRAGEIRAS, BOVINO E O SER HUMANO.

A qualidade da carne bovina brasileira, embora o Brasil tenha o maior rebanho comercial no mundo, não é bem classificada de acordo com as exigências comerciais aceitas mundialmente. Para Bridi *et al*. (2016) o termo qualidade da carne é extenso e abrange aspectos sensoriais como cor, suculência, sabor, odor, maciez; funcionais abrangendo pH e capacidade de retenção de água; aspectos nutricionais que envolvem quantidade de gordura, perfil dos ácidos graxos, grau de oxidação, porcentagem de proteínas, vitaminas e minerais; sanitários que se trata da ausência de agentes contagiosos como tuberculose, encefalopatia espongiforme bovina, salmoneloses; segurança alimentar ou seja livre

de antibióticos, hormônios, dioxina ou outras substâncias contaminantes; aspectos éticos que controlam o bem-estar do homem e do animal, preservação ambiental que preocupa se o modo de produção não afeta a sustentabilidade do sistema ou provoca poluição ambiental e, sociais que permanecem de sentinela observando se o uso da mão de obra é infantil ou escrava.

Sob o aspecto das necessidades nutricionais das forrageiras e dos animais existe carência por falta de mão de obra especializada e assistência técnica. Para a criação extensiva, em muitos locais, as terras reservadas para o cultivo dos pastos são aquelas de menor fertilidade, mais altas das propriedades, com baixo rendimento de forragem, terras com presença de pedras e de difícil acesso.

Por outro lado, tem aumentado a exploração da atividade agropecuária com raças adaptadas ao clima, com alimentação apropriada, com assistência de qualidade e, por isso, esses usuários conseguem fazer da criação de animais uma atividade sustentável.

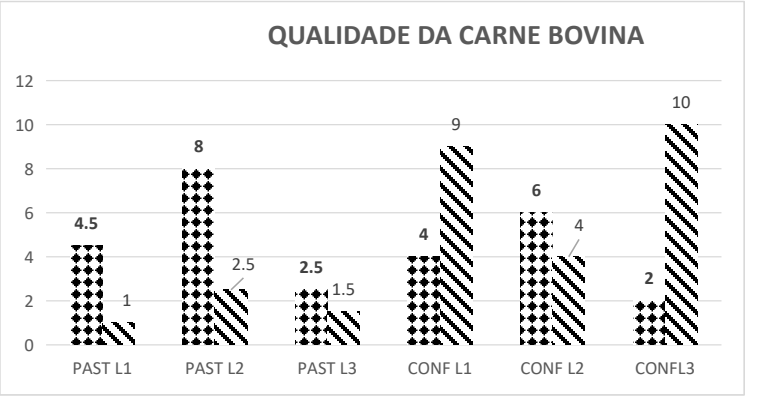
O importante é manter um equilíbrio entre a qualidade da pastagem, a saúde animal e a qualidade da carne produzida para aceitação do mercado consumidor. Com a prática é possível conhecer um rebanho sadio pelo acompanhamento visual dos animais em criação, sendo de primordial importância da alimentação alimal (Tabela 6).

Tabela 6 - Exigências nutricionais da planta animais e ser humano

	Essencialidade comparativa de nutrientes - exigências	
	Macronutrientes	**Micronutrientes**
Planta	N, P, K, Ca, Mg, S	B, Cl, Cu, Co, Fe, Mo, Mn, Na, Ni, Si, Zn
Bovino	N**,** P, K, Ca, Mg, S, NF	Cl, Co, Cr, Cu, F, Fe, I, Mn, Mo, Ni, Se, Si, Zn
Homem	P, K, Ca+Mg,	Cu, Cr, F, Fe I, Mn, Na, Se, Si, Zn

Geralmente aos animais terminados em pasto apresenta carne menos macia em relação aos criados em confinamento que apresentam maior rendimento, maior grau de acabamento e menor perda no resfriamento. Ainda o aspecto visual do produto deve agradar o consumidor que além da maciez prefere as carnes com coloração não escura, com cheiro e sabor desejados.

Figura 9 - Qualidade da carne representada pela relação ômega6/ômega6 realizados em pastagem e em confinamento em três locais diferente (L_1, L_2 e L_3)



Fonte: Adaptado de Bridi *et al*., 2016.

Obs.: Ô6/Ô3 = Razão ômega 6/ômega 3, Força de Cisalhamento (FC em kgF). Past é pastagem e conf é confinamento

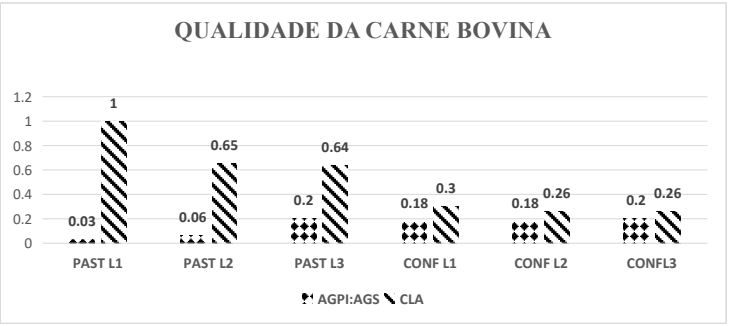
A maciez da carne apresenta uma relação com o valor nutricional, uma vez que no tecido adiposo a concentração de ácidos graxos na carne determina o valor comercial. A relação entre os teores de ácidos graxos insaturados e ácidos graxos saturados deve maior que 0,45. Este quociente determina indiretamente a força de cisalhamento (FC) que caracteriza a maciez da carne, quanto menor esta força mais macia é a carne (Figura 9).

A concentração e a composição dos ácidos graxos caracterizam a qualidade da carne dos bovinos e podem ser melhoradas através da nutrição do animal, principalmente aumentando

a quantidade de grãos na ração. Os órgãos responsáveis pelo acompanhamento da saúde humana relacionados com o consumo da carne bovina têm alertado que a relação entre ácidos graxos ômega 6/ômega 3 encontrado nos alimentos deve ser menor que 4, evitando assim doenças coronárias, autoimunes, câncer de mama, próstata, colo e artrite reumatoide. Animal criado em pasto apresenta maiores teores de ômega 6.

Quando se alimenta animais com silagem de gramíneas são observadas maiores quantidades de vitamina E no plasma e nos músculos em relação aqueles alimentados com grãos. A carne do animal apresenta menor oxidação e consequentemente maior estabilidade na cor, com valores de croma acima de 18 durante três dias, parâmetro que indica o prazo de validade da carne.

Figura 10 - Qualidade da carne representada pela relação AGPI/AGS e CLA realizados em pastagem e em confinamento em três locais diferentes



Fonte: Adaptado de Bridi *et al*., 2016.

CLA = ácido linoleico conjugado, AGPI = ácido graxo polinsaturado, AGS = ácido graxo saturado. Past é pastagem e conf é confinamento.

Em animais criados em áreas extensivas de pasto verifica-se maiores concentrações de ácido linoleico conjugado (CLA), encontradas na gordura intramuscular e subcutânea. O isômero mais comum é o ácido rumênico que representa 90% dos CLAs,

de importância carcinogênico, antioxidante, antidiabético e munoestimulatório (Figura 10).

Os carotenoides são transformados em Vitamina A retinol, no organismo. Este composto é importante para a visão do homem, crescimento ósseo, reprodução, divisão celular e manutenção da integridade das membranas. A suplementação da ração com beta--carotenoide é fonte garantida de Vitamina A. O gado criado em pasto tem o dobro de carotenoide em relação ao confinado (BRIDI *et al*., 2016).

9. MACRONUTRIENTES MINERAIS

Conceitua-se fertilidade do solo o ramo da ciência do solo que estuda a capacidade dos solos em suprir nutrientes para as plantas. Para cada nutriente, procura-se aprofundar os conhecimentos para melhor entender as transformações, a mobilidade e a disponibilidade de cada um às plantas. Desse modo, se consegue fazer as correções do solo completando com fertilizantes, de maneira correta as carências que a planta pode ter durante o seu ciclo de desenvolvimento. Esses conhecimentos básicos são meios de entender fertilidade do solo. Fertilidade do solo é a capacidade de criar condições ou aproveitar as condições naturais para que as plantas possam crescer e desenvolver saudáveis pata exteriorizar todo o seu potencial de produção. São considerados quatro tipos de fertilidade.

- Fertilidade natural (FN) é a fertilidade no processo de formação do solo podendo ser expressa pela equação:

FN = Material de origem + meio ambiente + organismos + tempo = solo nunca trabalhado

- Fertilidade potencial é a fertilidade após a ação antrópica ou do homem. Através da fertilidade potencial tem-se seleciona-

do as práticas de uso e manejo dos solos e culturas incluindo pastagens que podem conseguir sustentabilidade na atividade programada. Assim conhecimentos de raças de animais, tipos de forrageiras e princípios econômicos são necessárias para se conseguir sistemas melhor adaptados para a exploração da terra.

- Fertilidade atual sore refere à terra trabalhada e todas as transformações ocorridas durante o tempo de uso. Seus conceitos são aliados às mudanças de programação que devem ocorrer para manter a terra produtiva e até mesmo melhorada.
- Fertilidade operacional é aquela que preocupa com fatores como luz, ar, água, nutrientes com o progresso natural dos conhecimentos e máquinas modernas, várias técnicas e processos de avaliação da terra são utilizados para se conhecer a precisão das atividades em uso e o momento certo de começar e terminar uma atividade agropecuária. Suas características são distantes da fertilidade natural e na fertilidade potencial. Sua preocupação é tentar obter o máximo do solo reduzindo o máximo dos erros permitidos ou não permitidos que ocorram esporadicamente.

a) Os nutrientes são elementos químicos essenciais ao desenvolvimento das plantas.

Carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O) são elementos essenciais para as plantas, constituindo 90 a 96 % dos tecidos vegetais. Entretanto, os orgânicos formando composto com C, H e O não é considerado no estudo da fertilidade do solo, pois são, prioritariamente, fornecidos pelo ar e pela água. Para a fertilidade do solo os nutrientes essenciais para as plantas são classificados como:

a) Macronutrientes primários:	nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K)
b) Macronutrientes secundários:	cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S)
c) Micronutrientes:	boro (B), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn), cobre (Cu), molibdênio (Mo) e cloro (Cl)

Os nutrientes absorvidos em grandes quantidades pelas culturas são considerados macro nutrientes. Aqueles absorvidos em menores quantidades são considerados micronutrientes. No entanto, todos são essenciais e a deficiência de apenas um deles, pode prejudicar o desenvolvimento normal das culturas e, consequentemente, sua produção.

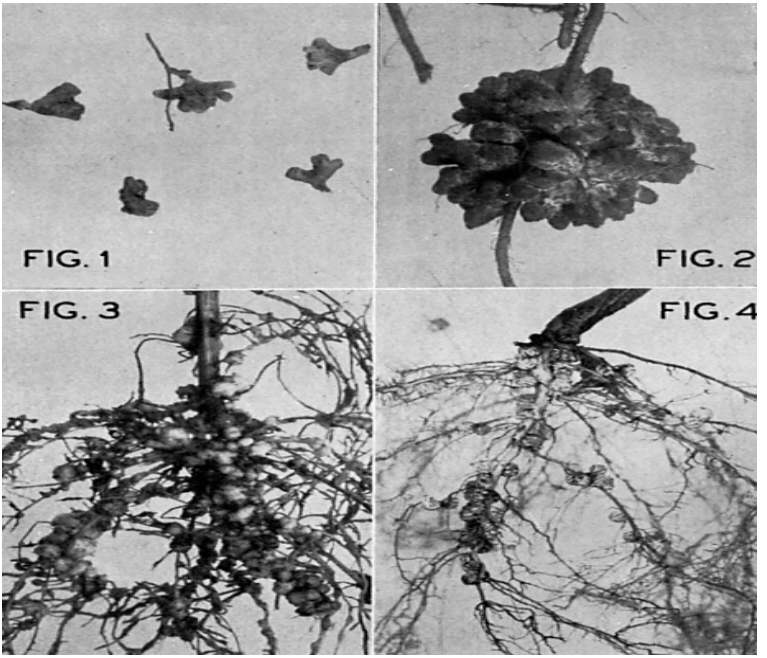
b) Nitrogênio (N):

Responsável para o crescimento das plantas, para a produção de novas células e tecidos. As plantas usam duas formas de absorção do nitrogênio, a nítrica ($NO3^{-1}$) e a amoniacal ($NH4^{+}$). Promove a formação de clorofila, faz parte da síntese da proteína, participa da formação de grãos e frutos. Considerado como componente vital devido fazer parte dos aminoácidos, proteína, DNA e RNA componente genéticos de informações determinantes dos caracteres hereditários transmissíveis e essenciais para os trabalhos de melhoramento e genética. Nas forragens, a quantidade de proteína é importante uma vez que forragens ricas em proteína dão origem à altas produções de carne e leite animal. O N aumenta a quantidade e qualidade de matéria orgânica no solo. A rápida decomposição dos tecidos vegetais depende de uma quantidade mínima de nitrogênio disponível. Se isto não se verifica, a decomposição é lenta e incompleta; ela depende da quantidade de N nos resíduos de cultivos.

Nas deficiências de N, o primeiro sintoma é caracterizado por uma coloração verde-pálida e um amarelecimento das folhas,

contudo quando a deficiência é pronunciada, as plantas se apresentam como queimadas, com uma coloração marrom, que vai gradualmente ocupando toda a área foliar. No final do estágio, a planta paralisa o crescimento, e as folhas mais baixas tornam-se secas com os característicos sintomas de folhas queimadas O nitrogênio é facilmente translocado das folhas mais velhas para as outras partes de crescimento da planta. As deficiências de N começam sempre nas folhas mais baixas por ser um nutriente móvel na planta. Quando os sintomas de deficiência são detectados visualmente, a produção da planta já se encontra comprometida.

Figura 11**a –** Nódulos na raiz da alfafa produzido pelo *Rhizobium melitoti*. Figura 11b **–** Nódulos da raiz na Mucuna produzido pelo *Rhizobium* sp. Figura 12c – Galha de raízes da soja produzida pelo nematoide *Heterodera marioni.* Figura 12d – Nódulos da raiz de soja produzidos pelo *Rhizobium japonicum*



Fonte: ESALQ. Foto: R. S. Carvalho.

As leguminosas, como a soja, têm a propriedade de fixar o nitrogênio do ar através das bactérias do gênero *Ryzobium* (Figuras 11a, b, c) desenvolvem nódulos nas raízes que alimentam as plantas (GALLO, 2016). Por isto, nas leguminosas se utilizam fertilizantes sem nitrogênio ou com pequena quantidade, somente para dar o arranque inicial no desenvolvimento das plantas forrageiras, principalmente nos solos onde o teor de matéria orgânica é menor que 1,5%.

No ambiente em que o homem vive o ar que se respira contêm aproximadamente de 75 a 80% de nitrogênio portanto sabe-se que os animais não conseguem absorvê-lo diretamente do ar e sim na forma de amônia solúvel em água ou na forma de nitrato, em ambas é convertido por bactérias.

A preferência da planta é pela forma nítrica. A adsorção de amônia ocorre rapidamente quando se aplica amônia anidra (NH_3), ou quando a ureia é hidrolisada,

$$NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_4^+ + OH^-$$

Como o N-NH_4 é adsorvido pelo solo, ele é mais resistente às perdas por lavagem, mas por outro lado pode ser perdido por ser evaporado livremente.

Algumas bactérias do solo e as algas azuis dos oceanos transformam o N do ar encontrado como amônia em nitritos e em seguida em nitratos, que as plantas usam para a formação de seus compostos como as proteínas, DNA e RNA. Ao comerem as plantas forrageiras, os animais herbívoros acabam absorvendo nitrogênio. Os animais carnívoros, ao comerem os herbívoros, também absorvem nitrogênio, assim como toda a cadeia alimentar. Quando os animais e plantas morrem, certas bactérias e fungos, também chamados de decompositores, convertem seus

compostos de nitrogênio em gás nitrogênio que retorna à atmosfera, reiniciando o ciclo do nitrogênio.

c) Fósforo

O Fósforo (P) é um nutriente essencial à vida das plantas e dos animais e apresenta uma distribuição muito irregular em a natureza. Em muitas regiões, como as forrageiras desenvolvidas no cerrado, o P é limitante da produção agrícola e adições periódicas de P se fazem necessárias para produção alimentos ou fibras.

O P inorgânico que é adicionado ao solo como fertilizante tem baixa solubilidade em água e grande interação com partículas do solo. Sendo assim, a recomendação de adubação fosfatada é maior que a necessidade da cultura. É absorvido do solo através das raízes nas formas de íons $H2PO4^{-}$ e $HPO4^{--}$. O fósforo apresenta problemas de limitação nos solos por causa da fixação, tornando-o indisponível para as plantas ou deixando apenas uma fração pequena a ser absorvida.

O fósforo é um componente vital da célula devida às funções na planta ao estimula o crescimento e a formação do sistema radicular no início do desenvolvimento; responsável pelo arranque das plantas; pela maturidade; e ajuda na formação das sementes; influencia a utilização dos açúcares e amido. É um armazenador de energia; acelera a atividade das enzimas importantes no processo de respiração; exerce influência no processo de fotossíntese. Ele se move dos tecidos mais velhos para os mais novos, o que, externamente, se traduz numa característica de fome, sinal que o fósforo está deficiente, mostrando um arroxeado das folhas surgindo uma coloração verde clara ocasionada pela deficiência de clorofila. As plantas jovens absorvem o fósforo mais rapidamente, o que permite um crescimento rápido e intenso das raízes em ambientes com níveis adequados de nu-

triente. Afirma-se que quando as plantas atingem 25% da altura total, elas já armazenaram 78% de suas necessidades totais em fósforo. Isto explica porque se recomenda um suprimento adequado de fósforo no momento que elas começam a germinar, particularmente em plantas de ciclo curto. Para pastagem é importante aplicar o fósforo na mesma época do semeio.

No complexo de armazenagem e de estrutura no interior da planta, existem os fosfolipídios, como gordura de alto valor energético atuando como materiais de armazenamento e as nucleoproteínas responsáveis pela herança de valor genético de plantas de qualidade. A semente é o órgão de armazenamento da planta; aqui a energia do açúcar e do amido fabricados é condensada em alimentos de energia altamente concentrada. As nucleoproteínas são substâncias semelhantes às proteínas e ocorrem no interior de ambos os núcleos das células vivas e dentro do citoplasma das mesmas. Uma vez que estes compostos ocorrem na sede da hereditariedade, os cromossomos onde o fósforo está armazenado colaborando com a reprodução das plantas e dos animais.

O segundo grande grupo de compostos de fósforo orgânico são aqueles importantes no metabolismo da planta. Eles são, também, complexos e contêm grandes quantidades de energia; desempenham, por sua vez, um papel primordial na vida da planta; a energia destes compostos é facilmente transferida de um para outro; isto é relevante na transformação do açúcar em amido no interior da planta. O fósforo, também, é importante na produção de aminoácidos. Os organismos no processo de crescimento necessitam de proteínas. Essas contêm carbono, hidrogênio, oxigênio, e nitrogênio e em muitos casos, nas proteínas ocorrem conteúdos de fósforo e enxofre (KLEIN; AGNE, 2012).

Os sintomas de deficiência de fósforo nas culturas são mais difíceis de reconhecer do que àqueles relativos ao nitrogênio e ao potássio. Um dos sintomas de deficiência de P é o atraso na produção e isto é devido a uma divisão celular insuficiente. A adubação fosfatada tende a contrabalançar a nitrogenada, e acelerar a maturidade da planta. Aplicações de fósforo são extremamente importantes para estimular o desenvolvimento inicial das raízes bem como aprofundá-las no solo. Entretanto, no solo, o fósforo aplicado enfrenta sérios problemas devido ao processo de fixação. Os fertilizantes fosfatados solúveis em água reagem, no solo, com o ferro, alumínio, argilas, matéria orgânica, formando compostos insolúveis não aproveitáveis pelas plantas. Do fósforo aplicado ao solo, a planta aproveita de 15 a 25%; embora os técnicos consideram apenas 10%) o restante é fixado fortemente pela acidez do solo. Para isso as fórmulas de fertilizantes NPK apresentam o fósforo em maior quantidade, enquanto as plantas o exigem em pequenas quantidades.

Como o fósforo é pouco móvel no solo, ele não sofre com a percolação e as perdas são desprezíveis. Entretanto, a erosão é a principal causa de perdas de fósforo contido na matéria orgânica e partículas coloidais. A aeração do solo é necessária ao crescimento das plantas e para a absorção dos nutrientes. É importante, também, na decomposição da matéria orgânica do solo que é uma das fontes de fósforo. A compactação do solo reduz a aeração e o espaço poroso das raízes. Isto reduz a absorção de fósforo, e, consequentemente, afeta o crescimento das plantas. Além disto, a compactação impede que as raízes ocupem um maior volume de solo limitando o acesso aos nutrientes. O aumento da umidade do solo, até níveis ótimos, faz com que o fósforo se torne mais disponível. Por outro lado, o excesso de umidade reduz a aeração do solo. Temperaturas adequadas facilitam a decom-

posição da matéria orgânica. Porém quando elas são muito altas ou muito baixas, limitam a absorção do fósforo.

O fósforo está intimamente relacionado a outros nutrientes essenciais como o nitrogênio na nutrição das culturas. As proteínas contêm quantidades apreciáveis de nitrogênio quando se encontra em presença do fósforo, mas não o sintetizam adequadamente em plantas carentes nesse nutriente. Na pecuária, as espécies forrageiras ricas em proteínas, em condições adequadas de fertilização com N e P, apresentam alto valor alimentar para os animais com reflexos diretos na produção de carne e leite.

d) Potássio (K)

Como todos os nutrientes essenciais o K desenvolve ação vital em numerosas e importantes funções metabólicas da planta. É absorvido pela planta através da absorção passiva do íon K^+ da superfície das raízes por difusão, um processo que não requer energia despendida pela planta; ainda pode ser absolvido envolvendo o transporte do íon K^+ através da membrana da raiz e liberá-lo no interior da mesma; este processo requer energia que a planta obtém pela respiração.

O potássio é encontrado nos minerais que deram origem ao como os feldspatos, micas e argilas micáceas. Esse K é liberado para o solo proveniente dos minerais que originário os solos. Em solos deficientes, o K pode se esgotar em menos de um dia. Este processo se dá pela troca de cátiônica, onde o K trocável cede o seu lugar e migra para a solução do solo; daí a necessidade de manter uma quantidade de K no solo. Algumas argilas têm a capacidade de fixar o K, chamado K fixado. Entretanto, este íon K^+ fixado pode ser trocado por outro cátion, como o íon $NH\mathbf{3}$, de carga elétrica e tamanho semelhante, com a consequente liberação do K para a solução do solo. Nesta solução, o K é móvel e sujeito,

também, às perdas por lixiviação. Mas como a concentração de K na solução do solo é baixa, as perdas são menores. Mas isto não é o mesmo nos solos arenosos onde a capacidade de troca de cátions é baixa, e, portanto, ocorrerão perdas de potássio. O K age livre na planta: não forma compostos como acontece com o nitrogênio e o fósforo. Uma função importante do K dentro da planta é o que diz respeito às reações enzimáticas. Inicialmente, a ação das enzimas depende da presença de ativadores. E um destes ativadores iniciais parece ser o K que se move livremente no interior da planta. O K está intimamente ligado à fotossíntese e à produção de carboidratos na planta. Esta relação é, aparentemente, devida à influência do K no controle sobre o tamanho da folha; quanto menor o tamanho da folha, menor será a produção de carboidratos dentro da planta.

Através de estudos sequenciais tem-se observado que níveis de K no solo podem influenciar a formação de proteínas no interior da planta. As plantas deficientes em K não sintetizam normalmente as proteínas. Isto tem importantes implicações, como as forrageiras para a alimentação dos animais, crescem, principalmente, por suas proteínas. Pela fotossíntese, as plantas produzem açúcar e amido que se acumulam nas partes verdes das plantas; os produtos manufaturados são translocados para diferentes áreas, tais como as raízes e grãos.

A taxa de translocação, em uma planta deficiente de K, é cerca da metade da taxa normal de translocação em uma planta suficiente em K. Em relação ao sistema água-planta; ajuda a manter a pressão interna das células da planta e produção de frutos mais carnosos ou suculentos. O sistema radicular, em plantas deficientes em K, é menos profundo e pouco desenvolvido, o que prejudica a absorção de água e nutrientes. O K igualmente tem papel importante nas reações enzimáticas, no metabolismo dos

carboidratos e proteínas, na translocação do açúcar e do amido, na relação água-planta, e na divisão celular.

Tem-se observado que plantas com deficiência em K são menos resistentes às estiagens, ao excesso de água e a elevadas e baixas temperaturas. Elas são também menos resistentes a pestes, doenças e ataques de nematoides. Uma vez que o K aprimora a saúde de crescimento da planta como um todo e auxilia-lhes a combater doenças, ele é conhecido como o nutriente da qualidade. O K afeta fatores de qualidade tais como o tamanho, a forma, a coloração e o vigor da semente ou grão, além de aprimorar a qualidade do produto formado.

Em resumo, o K aumenta a produtividade das lavouras devido ao seu efeito no crescimento das raízes com consequente aumento da tolerância da planta à seca, e reduz a desaceleração da construção celular, ativa mais de 100 enzimas relacionadas ao crescimento de plantas, auxilia na fotossíntese e na formação de alimento, auxilia no deslocamento de açúcares e amidos, produz grãos ricos em amido, eleva o teor proteico das plantas, mantém a turgidez com redução de água e o muchamento das células e auxilia o retardamento e a disseminação de doenças da lavoura e nematoides.

d) Cálcio (Ca)

O Ca é nutriente integrante da estrutura das paredes celulares. Permite o transporte e retenção de outros elementos no interior da planta e é considerado essencial para o formato das plantas. Tem ainda como função contrabalançar os efeitos dos sais alcalinos e ácidos orgânicos no interior da planta. Na planta é importante na absorção de nitrogênio, na formação de cloroplastos e sempre presente no processo da fotossíntese.

A deficiência de cálcio nas plantas é comum em áreas acidificadas. Os sintomas de carências são caracterizados pelo baixo teor de cálcio e de outros nutrientes especialmente em solos ácidos, pois existem outros elementos como o Magnésio, o Potássio e o Fósforo que também podem estar carentes neste tipo de solo. Os sintomas variam entre espécies, mas quando surge carência de cálcio observam-se, geralmente, necroses dos ápices e das pontas das folhas jovens, acompanhadas de deformações das mesmas. As folhas ficam com um aspecto velho e seco, com as bordaduras com aparência dentada. Podem ocorrer cloroses acentuadas nos rebentos jovens, e inibição de crescimento dos mesmos. É absorvido como cálcio bivalente, Ca^{++}.

Nos animais, a deficiência de cálcio pode provocar raquitismo, falhas no mecanismo de coagulação do sangue, distúrbios nervosos e contrações musculares convulsivas. A ingestão de vitamina D aumenta bastante a absorção do íon cálcio e por isso usado no tratamento do raquitismo. O excesso de cálcio também é prejudicial ao desenvolvimento dos animais, uma vez que, pode provocar calcificações nos ossos ou formação de pedras nos rins.

O cálcio é um elemento essencial nos organismos vivos. Nas plantas tem um importante papel no metabolismo do azoto e na formação dos cloroplastos, presentes em todas as plantas fotossintéticas.

Nos animais, o cálcio é o elemento inorgânico mais abundante, e está localizado principalmente nos tecidos ósseos e nos dentes sob a forma de fosfato de cálcio. Também o sangue é um reservatório importante do ion cálcio. De um modo geral, cálcio é encontrado em todos os tecidos animais, com diversas funções como a de controlar a transmissão de impulsos nervosos, a ação muscular, a coagulação do sangue e a permeabilidade celular.

e) Magnésio

É através do magnésio que as plantas transformam a luz, energia luminosa, em energia química com a formação do alimento. O magnésio é de enorme importância, porque hoje o que se observa é uma grande deste elemento nas plantas. Elas precisam muito do magnésio para ativar o seu princípio respiratório. O mecanismo de respiração do corpo humano, por exemplo, utiliza o ferro. Enquanto a clorofila, no processo da respiração das plantas utiliza o magnésio. Com o adubo químico utilizado hoje, chamado de NPK, Nitrogênio, Fósforo e Potássio. Não se repõe o magnésio na terra, sendo este elemento de extrema importância para a clorofila. Observa-se assim uma diminuição da produção das plantas pelo empobrecimento de seu elemento mais importante. É através do magnésio que as plantas transformam a luz em alimento. O principal nutriente da clorofila é o magnésio, sendo assim, a vida na terra se deve graças a este nutriente. Sem eles as plantas não poderiam nutrir através dos raios do sol.

Esse nutriente é recomendado por deixar as plantas mais saudáveis e por isso é importante procurar adubos que sejam ricos em magnésio. É encontrado no mercado este tipo de produto, que contém além do magnésio outros nutrientes essenciais para a planta. É absorvido na forma de magnésio bivalente Mg^{++}.

A deficiência em magnésio em animais é expressa pelo surgimento de problemas nervosos. Por muito tempo, foi recomendado como forma de reduzir a formação dos cálculos de estruvita ou fosfato de magnésio-amônia. Atualmente sabe-se que a manutenção de uma urina com pH ácido e a diluição urinária são medidas preventivas muito eficazes. O magnésio inibe a formação dos cálculos de oxalato de cálcio.

O magnésio, assim como o Ca e o P é um dos constituintes do esqueleto animal, por fornecer resistência, embora em menor intensidade quando comparado aos outros dois nutrientes. O magnésio também é essencial para a performance das transmissões nervosas e contrações musculares contribuindo para o metabolismo energético do organismo.

f) Enxofre (S)

O S é considerado um elemento químico essencial para todos os organismos vivos, sendo constituinte importante de muitos aminoácidos. É utilizado em fertilizantes, além de ser constituinte da pólvora, de medicamentos laxantes, de palitos de fósforos e de inseticidas.

As plantas absorvem o enxofre do solo como íon sulfato, e algumas bactérias utilizam o sulfeto de hidrogênio da água como doadores de elétrons num processo similar a uma fotossíntese primitiva. As proteínas dependem basicamente do enxofre. Esse elemento é contido na atmosfera constituindo uma das maiores fontes deste nutriente. No solo, o enxofre encontra-se na forma orgânica, que representa mais de 90% do total na maioria dos solos, e na forma inorgânica. O enxofre inorgânico é encontrado no solo em combinações de sais de sulfato, sulfetos e minério. Nas proximidades de vulcões, o enxofre é encontrado na sua forma original razão pela qual há muitas unidades de exploração nestas regiões, também na forma orgânica.

As transformações do enxofre no solo são controladas por processos bióticos relacionadas aos processos de mineralização, imobilização, oxirredução e assimilação pelas plantas. Os processos abióticos são a adsorção, a precipitação e a dissolução do enxofre inorgânico. O enxofre na solução do solo (SO_4^{2-}) pode ser adsorvido aos coloides inorgânicos do solo. A prática da calagem

e a aplicação de fosfatos solúveis proporcionam diminuição na adsorção de SO_4^{2-}, aumentando a disponibilidade deste íon na solução do solo, quando pode ser absorvido pelas plantas.

O enxofre é absorvido pelas plantas na forma SO_4, que é altamente sujeita às perdas por lixiviação. Os solos argilosos com altos teores de óxidos de ferro apresentam grande capacidade de adsorção de SO_4, o que diminui a sua movimentação no perfil do solo. Já em solos arenosos a movimentação do SO_4 é maior e, com isso, e pode ser perdido por percolação. Além disso, solos arenosos possuem baixos teores de matéria orgânica, consequentemente, menores reservas de S orgânico.

As perdas de S nos solos podem ocorrer por erosão, lixiviação, queimadas, exportação pelas colheitas e redução ($SO_4 \rightarrow H_2S$ por anaerobiose). As restituições ao sistema ocorrem pela mineralização da matéria orgânica do solo, chuvas, fertilizantes e em algumas culturas pela adição de fungicidas à base de enxofre.

As plantas absorvem os compostos contendo enxofre além dos sulfatos. Na produção de aminoácidos das plantas, o hidrogênio substitui o oxigênio na composição dos sulfatos; os seres vivos se alimentam das plantas. Os microrganismos decompõem os aminoácidos que contêm enxofre nos restos de animais e plantas, criando sulfeto de hidrogênio. O enxofre é extraído do sulfeto, por bactérias e microrganismos, e os sulfatos são produzidos pela atuação dos microrganismos na combinação do enxofre com o oxigênio.

Os sintomas de deficiência se manifestam numa clorose geral da planta, não havendo muita diferença entra as folhas mais novas e as mais velhas. Uma redução drástica no conteúdo de clorofila foliar é uma característica típica desta deficiência o enxofre fornecido aos animais tem que ser na forma de Sulfato, que

é a forma o nutriente na qual o animal consegue assimilar os benefícios sendo a biodisponibilidade apropriada.

O organismo animal contém aproximadamente 0.20 % de S e grande parte deste é encontrado na forma de aminoácidos sulfurados como a Cistina, Metionina e Cisteína. As vitaminas como Tiamina e Biotina têm o enxofre na sua estrutura. É ainda encontrado em hormônios, importante na formação de outros compostos tais como a Condroitina, a Taurina e a Heparina que também contém enxofre na sua estrutura.

O S é um nutriente importante na síntese de proteína, pois, os aminoácidos essenciais cisteína e metionina contêm S, participando também das vitaminas biotina, tiamina, dos polissacarídeos sulfatados incluindo a condroitina que é componente chave da cartilagem, ossos, tendões e paredes dos vasos, sanguíneos.

As funções básicas do elemento estão relacionadas ao metabolismo das proteínas, carboidratos e gorduras, coagulação do sangue, função endócrina e equilíbrio ácido-base, dos fluídos intra e extracelulares.

A deficiência de S pode ser caracterizada por: perda de peso, fraqueza geral, lacrimejamento, aspecto emaciado e morte, reduz a síntese microbiana e apresenta subnutrição proteica. A ausência de S na dieta resulta em uma população microbiana ineficiente na utilização do lactato e assim o ácido láctico se acumula no rúmen, sangue e urina. Assegura formação de sulfatos no organismo preservando cartilagens e ossos. Para vacas em período seco de pré-parto no uso de dietas aniônicas é recomendável prevenir a hipocalcemia pós-parto. Preserva a integridade dos fâneros, melhora a pelagem, plumagem e lã. Assegura melhorias da síntese proteica microbiana, e melhoria na digestão da celulose. Potencializa o aproveitamento das forragens de baixa qualidade com melhor degradação da fibra ruminal. A dosagem recomen-

dada é de 5,0 kg por tonelada de ração e pode ser aplicada para qualquer categoria de bovinos, seja de leite ou de corte.

9.1 - Micronutrientes

a) Boro (B)

O B ocorre em a natureza na forma iônica como bórax, H_3BO_3 sendo absorvido como BO_3^{---}. Sua disponibilidade para as plantas ocorre em condições pH mais próximo do neutro sendo absorvido tanto pelas raízes como em aplicações foliares. Em solo arenoso pode ser lixiviado, contudo em solo orgânico essa lixiviação pode ocorrer normalmente por ele pode estar associado à matéria orgânica. Apresenta uma série de atividades e funções nas plantas como divisão celular; viabilidade dos grãos de pólen; influencia o florescimento, formação dos frutos; intervém na absorção e metabolismo de cátions como o Ca, translocação de açúcares e metabolismo dos carboidratos e da água, formação da parede celular e na síntese das proteínas. As deficiências de boro, de acordo com as culturas, são exteriorizadas como crescimento prejudicado; má formação dos frutos; morte dos brotos terminais; folhas de bordos enrolados; diminuição na concentração de clorofila, queda dos frutos; amarelecimento das nervuras das folhas; queda excessiva de botões florais e fendas no caule das plantas confundindo com falta de água e com deficiência de Ca, diminuição nas resistências às infecções e na atividade de enzimas oxidantes, acúmulo de compostos nitrogenados nos tecidos mais velhos. O baixo nível de umidade diminui a disponibilidade de boro. A aplicação de boro em excesso pode provoca toxidez às plantas semelhante a toxidez causada por herbicidas.

O crescimento e desenvolvimento de animais têm sido observado quando se faz estudos de nutrição, contudo não se tem

resultados conclusivos sobre a importância desse nutriente nos seres humanos.

b) Cobre (Cu)

O Cu é um nutriente que como elemento químico é representado pelo símbolo Cu. A temperatura ambiente, o Cu encontra-se em estado sólido. Ele participa de diversos processos no organismo, tais como a metabolização do ferro por enzimas, que são Cu-dependentes; a formação de elastina e do colágeno, que são proteínas presentes em várias partes do corpo como, por exemplo, nos vasos sanguíneos, produção de melanina, responsável pela pigmentação da pele, pelos e lã. Embora essencial várias indústrias de misturas minerais retiram este elemento de seus produtos ou lançam outros produtos sem o Cu. Presente em várias enzimas: como parte da citocromo-oxidase, enzima oxidase terminal na cadeia respiratória, que catalisa a redução de O_2 para água, passo essencial na respiração celular; lisil oxidase que catalisa a formação do colágeno e elastina; transporte de ferro necessário para a síntese de hemoglobina; superóxido dismutase que protege as células dos efeitos tóxicos no metabolismo do oxigênio. Por estar envolvido no mecanismo de oxidação, sua deficiência leva a transtornos no metabolismo oxidativo, podendo manifestar-se de múltiplas formas.

O Cu é transportado do fígado para os órgãos periféricos pela ceruloplasmina, que atua como armazenadora e transportadora para manter a homeostase desse elemento, que é o local de maior concentração desse mineral no organismo. Aproximadamente 90% do Cu no plasma de mamíferos está na forma de metaloproteínas como a ceruloplasmina que o carreia para tecidos específicos. A ceruloplasmina que cobre mono amino oxidase,

Cu-MAO é uma fração alfa-2 globulina do sangue, em que cerca de 95% do Cu sérico encontra-se ligado.

Para se detectar estados carenciais relatam-se que a determinação de ceruloplasmina plasmática ou da enzima super peróxido dismutase dos eritrócitos possuem uma alta correlação com os níveis sanguíneos de Cu.

Na maioria das espécies, a taxa de absorção de Cu pelo intestino é baixa, sendo de 5-10% em adultos e de 15-30% em jovens. Essa taxa está regulada pela necessidade do organismo, pela forma química que está o elemento e pela quantidade de outros minerais que podem exercer efeitos antagônicos. O Mo é importante para a absorção do Cu, níveis a partir de 10 ppm de molibdênio (Mo) no alimento causam interferência na absorção intestinal de Cu. A relação Cu/Mo ideal recomendada é de 6 -10:1.

As principais manifestações de deficiência de Cu em animais incluem anemia microcítica e hipocrômica, devido à redução do volume corpuscular e concentração de hemoglobina, diarreia, desordens ósseas devido a falha dos osteoblastos, nervosas ou desmielinização, cardiovasculares, ou seja, falha na oxidação do tecido cardíaco, falhas reprodutivas, perda na pigmentação da pele, e falha na queratinização dos pelos.

Essa deficiência de Cu pode ser primária, em solos pobres desse elemento ou secundária que ocorre em solos ricos em molibdênio, enxofre ou cádmio, os quais bloqueiam a absorção do Cu.

O Cu é um elemento com múltiplas funções metabólicas estando envolvido na síntese de mielina, a perda da atividade da citocromo oxidase leva a redução na síntese de fosfolipídeos pelas mitocôndrias e consequente falha na mielinização dos neurônios.

Na forma congênita da doença, a substância branca progressivamente se gelatiniza e liquefaz-se deixando cavidades. Em formas mais tardias a degeneração se limita a alguns neurônios

do cérebro e medula, irreversível levando o animal à morte por parada respiratória.

A investigação é baseada no histórico, nos sintomas de falta de coordenação, despigmentação e concluindo-se que ocorre quando a dosagem de Cu no sangue é baixa. As lesões encontradas pela necropsia são de degeneração gelatinosa com cavidades na substância branca do cérebro. Histopatologicamente observa-se amilielinização do tecido nervoso, e o material de eleição para remessa ao laboratório é o cérebro em formol a 10%.

O Cu é um micronutriente catiônico, comumente encontrada nas estruturadas cristalinas dos minerais primários e secundários, encontrando-se disponível no solo na forma de sulfetos. Absorvido pela planta como Cu^{++}. Um fator muito importante para a sua disponibilidade do solo é o pH. A matéria orgânica também é uma importante fonte de Cu para as plantas, assim como também sofre influência do tipo de solo: correndo o risco de lixiviação nos solos arenosos e boa fixação e disponibilidade nos solos argilosos. Também é importante observar que quantidades consideráveis de Cu são adicionadas ao solo por meio de fungicidas, mas a análise mais eficiente para comprovar a disponibilidade do elemento é pela análise foliar de tecido.

O cobre tem a função de ativador de reações, componente de enzimas, influencia a fixação do nitrogênio realizada pelas leguminosas, importante no balanceamento de nutrientes, regula a transpiração das plantas e regula o surgimento de doenças nos vegetais.

Os sintomas de deficiência na planta são caracterizados pela murcha e enrolamento das folhas, tornando quebradiças; apresenta inclinação de pecíolos e talos, apresenta clorose na folha porem em algumas plantas desenvolve um verde muito escuro, reduz a lignificação com redução no transporte de água e solu-

tos na planta, ocorre abortamentos de flores nas gramíneas e produção de espigas pouco granadas. Os sintomas de excesso é a perda de vigor da raiz, engrossamento e paralização do crescimento, plantas com deficiência de ferro e redução na absorção de fósforo.

c) Ferro (Fe)

O Ferro (Fe) é um micronutriente catiônico e constitui 5% da crosta terrestre, a coloração dos solos, em muito é resultante da presença dos óxidos livres. Assim como os demais micronutrientes, fator muito importante para a sua disponibilidade no solo é o pH baixo, a presença de matéria orgânica e também de fósforo podem prejudicar a disponibilidade de Fe para as plantas. Isso se deve ao fato de que para ser absorvido pelas plantas esse nutriente precisa passar por uma redução de Fe^{3+} para Fe^{2+}.

Importante na formação de clorofila; o ferro tem a função de ativador ou componente de enzimas, influencia na fixação do nitrogênio, catalisador na biossíntese da clorofila, atua no desenvolvimento de troncos e raízes.

Os sintomas de deficiências são caracterizados por folhas delgadas, amareladas, quebradiças e vitrificadas das folhas novas, nas partes mais altas e na ponta dos ramos devido à pouca mobilidade do Fe para as partes superiores da planta. Comum observar nervuras verde enquanto os limbos ficam amarelados, folhas necrosadas e queda de folhas, inibição do crescimento das plantas e tamanho dos frutos e amadurecimento precoce.

Os fertilizantes foliares são a melhor via de aplicação de compostos de ferro. O ferro é absorvido pelas plantas nas formas Fe^{++} e Fe^{+++}.

O ferro é um mineral importante para o organismo para o transporte de oxigênio no sangue, nos músculos e para o meta-

bolismo da energia. Também possui participação na proliferação celular, produção e deposição de radicais de oxigênio e peróxidos, hormônios de ação sistêmica e defesa imune.

Com a redução de ferro no organismo, comum nas anemias ferroprivas, anemias hemolíticas dos recém-nascidos e anemias parasitárias, os animais apresentam redução no ganho de peso, apatia, incapacidade de resistência em esforço físico, respiração ofegante após exercícios leves, redução do apetite e da resistência a infecções. A atividade das enzimas ferro-dependentes também se torna reduzida, provocando uma utilização ineficiente da glicose, fonte de energia do organismo, agravando ainda mais as condições físicas do animal.

A reposição de ferro por via injetável em animais debilitados surte efeito mais rapidamente quando comparada com a via oral, pois a absorção ocorre de forma imediata e as perdas de ferro pela via fecal e urinária são menores, aumentando assim a eficiência na recuperação do organismo.

Um produto arsenical orgânico com sais de ferro e adrenalina, que atua como tônico estimulante das funções metabólicas animais de produção, performance e companhia; contribui para o aumento do apetite e formação da hemoglobina; é responsável pela absorção e transporte de oxigênio do sangue aos tecidos, proporcionando a melhora do desempenho de animais tratados.

d) Manganês (Mn)

O Manganês (Mn) é um micronutriente catiônico e, de vez em quando é encontrado com abundância em a natureza, largamente distribuído no solo, sedimentos, rochas, águas e no complexo do desenvolvimento biológico. Sua presença na solo deriva dos óxidos, carbonatos, silicatos e sulfetos, compostos secundários naturais. A disponibilidade de Mn é função da combinação entre

pH, as condições de oxirredução, teor de matéria orgânica e do equilíbrio com outros elementos como o Fe e o Ca. Geralmente os valores baixos de pH favorecem a redução, enquanto valores altos favorecem a oxidação.

Considerado um nutriente importante por ser essencial à síntese de clorofila, ativador de enzimas, através do Mn é que se realiza a fotólise da água. Atua positivamente no desenvolvimento das raízes.

Os sintomas de deficiência resultam em redução do crescimento de raízes, atinge as folhas jovens e folhas intermediárias. Caracteriza por clorose internervural e quando intensa aparecem manchas necróticas. Esses sintomas de deficiência podem ser confundidos com outras deficiências. Por outro lado, sintomas de excesso de Mn são comuns em plantas cultivadas em solo rico em húmus e pH igual ou menor que 5,5. Ainda excessos são caracterizadas por manchas marrons em folhas de plantas jovens.

O Mn é um nutriente relevante no desenvolvimento normal dos animais, uma vez que faz parte dos componentes essenciais das enzimas envolvidas no metabolismo dos carboidratos, dos lipídios e das proteínas, refletindo diretamente nos índices zootécnicos. Também, é importante na síntese de condroitina sulfato-componente dos mucopolissacarídeos na matriz orgânica dos ossos diretamente envolvido na formação de protrombina e consequentemente no desenvolvimento de cartilagens.

O manganês também está relacionado à reprodução animal e quando deficiente inibe a síntese de colesterol e seus precursores, limitando a síntese dos hormônios sexuais e à função imune em relação com macrófagos e neutrófilos. A deficiência de Mn nos mamíferos, de um modo geral provoca a redução no crescimento e na fertilidade, assim como abortos frequentes.

e) Molibdênio (Mo)

O Mo é um micronutriente aniônico originário da decomposição das rochas. Ele está presente no solo de quatro formas como não disponível retido no interior da estrutura de minerais, parcialmente disponível ou trocável; absorvido nas argilas na forma dos óxidos de ferro e alumínio, como molibdato (MoO_4^{2-}), disponível em função do pH e do teor de fósforo disponível, ligado à matéria orgânica e solúvel em água. Comporta diferencialmente de outros micronutrientes que aumentam a disponibilidade com o aumento da acidez, ou seja, em pH mais ácido como o ferro, manganês, cobre e zinco. Ao contrário, a disponibilidade do Mo aumenta com o aumento do pH do solo.

Esse nutriente atua na atividade respiratória, influencia na fixação metabólica do nitrogênio além de influenciar a viabilidade do grão de pólen e influencia a produtividade das plantas,

As plantas carentes em Mo apresentam folhas verdes deformadas devido à morte de algumas células do parênquima e o tamanho reduzido. Em todas as partes das folhas ocorre clorose e mosqueados de cor marrom, além de zonas necróticas na ponta das folhas que se estendem até aos bordos. Neste caso, as folhas morrem prematuramente.

Mesmos em casos de aplicação de excessos de Mo os sintomas não são exteriorizados nas plantas, contudo transtornos intestinais podem ser observados nos animais que ingerem a forrageira.

Em solos alcalinos, teores de 20 ppm (parte por milhão) de Mo na matéria seca provoca diarreia abundante, emagrecimento progressivo, anemia pronunciada e despigmentação da pelagem. É comum nestas condições ocorrer morte de animais. Uma ou duas gramas de sulfato de cobre cura animais, uma vez que os acontecimentos são resultados do excesso de Mo e deficiência de Cu. O Mo diminui a passagem de Cu para a placenta. O efeito

deletério do Mo é maior na presença de $SO4^{--}$ que favorece maior solubilização do Mo dificultando a presença do Cu. O Mo afeta a absorção de fósforo para a formação do tecido ósseo por favorecer maior absorção de flúor que interfere na absorção de fósforo para a formação dos ossos.

f) Sódio (Na) e o cloro (Cl)

Esses nutrientes juntamente com o potássio influenciam na manutenção da pressão osmótica e regula o equilíbrio ácido-base e, controla o metabolismo da água do corpo do animal.

Ambos, sódio e cloro, funcionam como eletrólitos dos fluídos corporais e estão envolvidos no metabolismo da água, utilização de nutrientes e transmissão de impulsos nervosos. O Cl atua na ativação da amilase e é um componente essencial do ácido clorídrico (HCl) do suco gástrico. Tanto o Cl como o Na ocorrem em concentrações maiores nos tecidos moles e nos fluídos corporais, sendo que, a concentração do Na no corpo é de 0,2% nos fluídos extracelulares. O cloro encontra-se tanto dentro como fora das células, onde 60% do Cl do organismo está na forma de íons acídicos, importante no equilíbrio ácido-base.

O sintoma inicial de deficiência de Na é uma avidez por sal, demonstrado pelo animal ao comer madeira, solo, lamber suor de outros animais e o consumo de água, podendo até ferir uns aos outros, tornando vorazes na tentativa de obter sal. Deficiência em longo tempo pode causar: perda de apetite, crescimento atrasado, aparência doentia, queda na produção de leite e perda de peso. Os sintomas mais severos são caracterizados por tremores, coordenação motora desordenada, fraqueza e arritmia cardíaca podendo levar o animal à morte. A deficiência de Na é mais comum que a de Cl. No manejo da lactação deve ser observada a secreção de Na no leite. Crescimento rápido de ani-

mal pode ser deficiência de Na. Pastagens deficientes em Na, em áreas tropicais ou semi-áridas quentes, a sudoração frequente dos animais com perda elevada de água leva o animal perder Na e ficar carente do nutriente. Adubações pesadas de fósforo pode reduzir a concentração de na nas forrageiras.

g) Vanádio (V)

Acredita-se que o vanádio funciona como agente catalítico nas reações de oxirredução. Parece interferir na desmineralização do tecido ósseo bem como exerce uma proteção contra a cárie dentária. Intervém no metabolismo dos lipídios parecendo baixar a colesterolemia bem como os níveis dos triglicéridos no plasma. Reduz o crescimento com falhas na reprodução e provoca alterações dos lipídios do sangue e levar o animal à morte.

h) Níquel (Ni)

Considerado como um constituinte normal do organismo animal. Está ligado às proteínas e o restante está solúvel e dialisável. Envolvido na bioquímica das proteínas e ácidos nucleicos com importantes funções no metabolismo e na estrutura das membranas. Catalisa sistemas enzimáticos da fosfatase, amilase pancreática, arginase e outras.

Em doses fracas reforça a ação da insulina e em dose elevada a inibe. Inibe a ação da urease, da fermentação lática e alcoólica. Catalisa a reação do ácido ascórbico. Ação antitóxica em face dos nitritos. Envolvido no metabolismo dos lipídios. Quando carentes tem ação negativa sobre o metabolismo e morfologia do fígado, degeneração na estrutura hepática e redução das funções das oxidases. A carência do Ni pode ser representada por incrustações na pele semelhante à paraqueratose indicando interferência no metabolismo do zinco. Interfere no crescimento do esqueleto, os ossos apresentam menos flexíveis.

Níveis altos de níquel são tóxicos para animais e plantas. A toxicidade na planta aparece em níveis acima de 40 ppm com redução no consumo de alimentos e diminuição no crescimento. É solúvel em pH ácido, o efeito da calagem controla o efeito da toxidez do Ni. A taxa normal nos alimentos deve ser em torno de 0,5 a 3,0 ppm (partes por milhão).

i) Silício (Si)

Presente em abundância nos solos, poeira atmosférica, nos vegetais na forma de ácido monossilico e sílica sólida. Encontrado também no plâncton. Está presente nas folhas e caules e sementes dos vegetais.

Muito benefício à planta tem sido observado com o uso de Si na adubação, incluindo aumentos na produtividade e na resistência contra pragas e doenças e redução dos efeitos do excesso de metais potencialmente tóxicos, do estresse salino e da deficiência hídrica, dentre outros.

O Si é absorvido pelas raízes das plantas na forma neutra, como ácido monossilícico (H_4SiO_4), por processo passivo ou ativo, através de transportadores de membrana específicos para este fim. O transporte do ácido monossilíssico é feito via xilema, e pode ser regulado pela transpiração ou por processo ativo. O ácido monossilícico, depois de absorvido pelas plantas, é depositado principalmente nas paredes das células da epiderme, contribuindo substancialmente para fortalecer a estrutura da planta e aumentar a resistência ao acamamento e ao ataque de pragas e doenças, além de diminuir a transpiração. A acumulação de Si em plantas como a cana-de-açúcar pode resultar em aumento da produtividade provavelmente devido à redução da transpiração e à melhora na estrutura da planta.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Nos animais são encontrados em qualquer parte dos órgãos, com efeito importante sobre o crescimento. Em carência qualquer parte dos órgãos pode apresentar atrofiamento com aparente anemia da pele e membranas mucosas.

j) Iodo (I)

Considerado componente essencial hormônios da tireoide - tiroxina e tríodo tironina reguladores do metabolismo energético no organismo, reguladores do calor do corpo do animal, do metabolismo intermediário, crescimento, reprodução, desenvolvimento físico e mental e a diferenciação ou metabolismo dos tecidos. Afetam glândulas endócrinas como hipófise e gônadas que afetam o funcionamento neuromuscular, crescimento de pelos e pelagem e ainda o metabolismo de nutrientes inclusive o de minerais.

Tem-se relatado que aproximadamente entre 70 e 80% do Iodo é absorvido no rúmen sendo que pode haver algum iodo no abomaso. O requerimento de I para bovinos é afetado por substâncias goitrogênicas que interferem no metabolismo do iodo. Rações complementares são importantes na alimentação de animais contendo farelos de soja, de algodão e pastagens e sementes de brássicas, dentre várias.

A deficiência de iodo (I) nos ruminantes é caracterizada por bócio endêmico. Fraqueza geral pode ser observada em animais jovens, retardo no desenvolvimento cerebral, nascimento de animais fracos, cegos e sem pelos. Reduz a produtividade devido a irregularidades ou supressão de ciclo estral em animais em reprodução. O desenvolvimento fetal pode ser paralisado, resultando em morte, reabsorção embrionária, aborto ou natimorto, associados à gestação prolongada, partos trabalhosos e retenção de membranas fetais.

l) Zinco (Zn)

O Zn é um dos micronutrientes essenciais para sua saúde, crescimento e reprodução da planta. Atua como cofator nas reações enzimáticas e, portanto, participa de diversos ciclos bioquímicos das plantas, incluindo fotossíntese e formação de açúcar, síntese de proteínas, fertilidade e produção de sementes, regulagem do crescimento e defesa contra doenças. Os fertilizantes comerciais contendo zinco tem a finalidade de fornecer às plantas a quantidade adequada deste micronutriente para seu melhor desenvolvimento. Esse bom resultado é justificado pelo uso de áreas agrícolas com culturas sucessivas e intensivas, o zinco vem sendo progressivamente retirado do solo em quantidades superiores em certos casos, muito superiores à sua reposição natural. Entra na composição de diversas metaloenzimas e de hormônios essenciais para o desenvolvimento da planta. Essas enzimas são fundamentais em diversos ciclos bioquímicos das plantas relacionados ao metabolismo de carboidratos tanto durante a fotossíntese quanto na conversão de açúcares em amido, ao metabolismo de proteínas e de auxina reguladora de crescimento, à formação de pólen, à manutenção da integridade de membranas biológicas e resistência às infecções por agentes patogênicos. Reconhecidamente, o zinco também participa do metabolismo do nitrogênio. Plantas com deficiência de zinco apresentam folhas pequenas e com formato distorcido, com encurtamento das brotações e aglomeração de folhas na região de crescimento. As plantas apresentam ainda déficit de clorofila, fazendo com que as folhas fiquem mais claras e até mesmo brancas. A deficiência de zinco também pode ser detectada em nível celular, por meio da malformação de organelas como cloroplastos e mitocôndrias. A ausência ou deficiência desse elemento pode ocasionar ainda problemas na divisão celular e raízes retorcidas e com pontas

alargadas. As principais causas de deficiência de zinco em lavouras são baixa concentração total em solos arenosos calcários ou sódicos; baixa disponibilidade devido alto pH, solos calcários ou sódicos, altos níveis de fosfatos e nitrogênio e zonas de crescimento de raízes restritas devido à compactação do solo.

Em bovinos submetidos a deficiência de Zn foi observada uma queda na eficiência alimentar, afetando, também, as enzimas proteolíticas na degradação da proteína muscular, reduzindo o crescimento, além de um desequilíbrio mineral de Na e K excretado na urina.

Ainda, tem sido verificada participação do Zn em numerosas moléculas biológicas que se deve a suas propriedades importantes como a baixa toxicidade em relação a todos os metais pesados, devido a um eficiente mecanismo homeostático, e também devido suas ações nas características físico-químicas que lhe conferem grande adaptabilidade face às necessidades que as proteínas e enzimas apresentam para levar a cabo diversas funções biológicas.

O Zn é um íon primariamente intracelular, com seu local de ação no interior da célula e, com baixa concentração nos fluidos extracelulares. Nos animais, é componente da tirosina, um hormônio produzido pelas células do timo que regulam células mediadoras da imunidade, os linfócitos. A deficiência de Zn leva à atrofia do timo e à incapacidade do organismo de responder a antígenos padrões e se defender de infecções. O Zn tem propriedade de restauração da capacidade imunológica, de cicatrização de feridas e presença essencial na síntese proteica.

O Zn possui função anabolizante através da sua participação como componente de muitas enzimas e em sistemas reguladores envolvidos no crescimento celular, na síntese proteica e de DNA, nos níveis hormonais e no metabolismo de fatores de cres-

cimento, mantendo inter-relação complexa com o eixo do hormônio do crescimento e do IGF-1 (insulin-like growth factor). O Zn modula a secreção de hormônio do crescimento, aumenta as concentrações séricas de IGF-1, e facilita a ligação do hormônio do crescimento aos receptores celulares.

O coeficiente de absorção de Zn em ruminantes adultos é de 15% (NRC, 1996). Porém a estrutura química do composto e dois fatores dietéticos podem afetar com outros íons e a presença de agentes quelatantes na dieta. O Fe, o Ca e o Cu interagem negativamente com o Zn. O aumento da concentração destes elementos na dieta impede a absorção de Zn o que prejudica o crescimento e impossibilita as funções imunológicas. O crescimento e consequente ganho em peso fica comprometido pela deficiência da absorção do Zn devido, em parte, a queda no consumo causado pela deficiência deste elemento na dieta.

A utilização de aminoácidos na síntese de proteína é prejudicada pela deficiência de Zn, que é encontrado nas forragens, apesar de que as forragens de solos tropicais são deficientes em grande parte em macro e micronutrientes minerais necessários aos animais, sendo que o Zn apresenta 75% de nível marginal de deficiência. Com o amadurecimento das plantas, o Zn tende a se deslocar para o sistema radicular, decrescendo a quantidade de Zn nas folhas disponível à alimentação animal.

Os sintomas de deficiência de Zn são caracterizados pela redução do crescimento, do consumo e da eficiência alimentar, lesões na pele, perda de pelo, inflamação no nariz e na boca, afetando espermatogênese, crescimento testicular, desenvolvimento sexual primário e secundário dos machos e todas as fases do processo reprodutivo das fêmeas.

IR PARA SUMÁRIO ▲

m) Selênio (Se)

O selênio é essencial para funções orgânicas de animais como crescimento, reprodução, prevenção de várias doenças e manutenção da integridade dos tecidos. A função metabólica do selênio está intimamente ligada à vitamina E, onde ambos atuam protegendo membranas biológicas contra degeneração oxidativa. O selênio é parte integrante da glutationa peroxidase que destrói os peróxidos antes que eles possam atacar as membranas celulares. O selênio é importante na formação de selênio proteínas que atuam em espermatozoides, RNA, síntese de prostaglandinas e metabolismo de ácidos graxos, conversão de tetra iodo tirosina em tríodo tirosina e resposta imunológica positiva.

Selênio também está envolvido no sistema imune dos animais quando se observa menor infecção da glândula mamária ao parto, redução da prevalência da infecção durante a lactação, dos casos de mastites clínicas, infecções com durações mais curtas e baixa contagem de células somáticas (CCS) comparando às novilhas não suplementadas quando pode ocorrer atrofia, agalactia ou agalaxia, falta ou diminuição da produção de leite em vacas.

Em suplementação de vacas holandesas no preparo reduz a contagem de células somáticas nos primeiras oito semanas de lactação. Pode reduzir a incidência de mastite clínica quando comparado ao grupo controle.

Estudos do efeito do selênio nas células da granulosa de bovinos, com e sem estimulação com FSH, follicle-stimulating hormone**,** influencia a produção de óxido nítrico que possui papel importante na atividade ovariana. O selênio estimula a proliferação de células dos pequenos folículos ovarianos, além disso, promove potencialidade ao estimular o efeito gonadotrópico nas mesmas células. Ainda aumenta a produção de estradiol das células foliculares. Selênio inibe a produção de óxido nítrico ao atuar na pro-

liferação e síntese de estradiol, além disso, esse efeito pode ser mediado, em pequena parte pela inibição de óxido nítrico.

n) Cromo (Cr)

O Cr, para interesse de melhorar a nutrição e saúde animal, continua sendo estudado para o controle da saúde e o estado nutricional de ruminantes. Estudos iniciais têm concluído que no caso de estresse animal o resultado tem sido positivo para a recuperação do estado de conforto do animal. Tem-se relacionado o Cr com a melhoria imunológica do estado de saúde no comportamento e reação no gado bovino.

Também se tem observado a função do Cr na atividade da insulina, na eliminação do excesso da glicose sanguínea relacionando o Cr como elemento essencial para o metabolismo normal do carboidrato dos animais ruminantes. O processo nos não ruminantes é diferenciado quando dois terços da glucose sanguínea são provenientes dos processos glucogênicos e um terço formado pela via intestinal.

O Cr suplementa a ração dos bezerros durante a desmama, transporte e início de confinamento devido constituírem períodos estressantes controlando a produção de corticoides e a concentração da glicose no sangue. O efeito espermicida do Cr, semelhante ao Cu e ao Zn, aumenta com o aumento da dosagem. Assim, o uso do Cr para touros em reprodução não é recomendado.

o) Cobalto (Co)

O Co é um elemento considerado como essencial para a planta em condições especiais. Absorvido como $Co^{2}+$, sendo transportado na corrente transpiratória, o que causa sua acumulação nas margens e pontas das folhas. Considerado praticamente imóvel na planta quando absorvido por via foliar e como acontece com o Cobre, Ferro, Manganês e Zinco, tende a formar quelatos.

A maior concentração de Co se encontra nas raízes, vindo depois as folhas. As mais baixas concentrações são observadas no tecido do caule. Na matéria orgânica do solo é encontrado nas concentrações entre 0,02 e 0,5 ppm. Algumas espécies de plantas que se encontram deficientes em Fe e Mn devem ser observadas uma vez que geralmente alguma espécie acumulam Co, sem manifestação de toxidez desse elemento, até atingir concentrações excessivamente altas. Tais plantas podem ser usadas como indicadores da presença de minerais ricos no elemento. Por serem nutrientes antagônicos, essas plantas com excesso de Co apresentam clorose, secamento e necrose um excesso de Co no meio diminui a absorção do Fe e do Mn particularmente, motivo pelo qual os sintomas da toxidez lembram os de falta desses elementos mostrando folhas cloróticas, depois entram em secamento e necrose.

As leguminosas, importantes para a condição de pastagem carente mostram sintomas que lembram os de falta de nitrogênio. O Co é essencial para a fixação de N_2 tanto por bactéria de vida livre como as de simbiose como as do gênero *Rhizobium* e também de algas azuis e verdes. Ainda, faz parte da constituição da Vitamina B12, a cobalamida. Plantas carentes apresentam má formação floral caracterizada pela deformação das panículas, supressão da dominância apical, encurtamento dos eixos primários e secundários e preponderância de flores grandes e estaminadas, os frutos apresentam envelhecimento precoce devido a produção do etileno.

O grau de acidez do solo, como por exemplo solo com pH acima de 6,0 reduz a disponibilidade de Co para as plantas por ser disponível em pH mais baixo. A presença de matéria orgânica pode limitar sua absorção pelas plantas, devido a formação de compostos orgânicos estáveis no solo. Ainda altos teores de Mn

podem limitar a absorção de Co pelas plantas, devido a adsorção do cobalto da solução do solo ao dióxido de manganês.

O Co no animal faz parte do centro ativo da molécula de vitamina B12, que se apresenta depositada no fígado. Em ruminantes sua absorção é baixa, onde é requerido pelos microrganismos ruminais para a síntese dessa vitamina. Quando a vitamina é baixa não ocorre metabolização do propionato. O cobalto participa na reação do metabolismo do ácido propiônico e formação da vitamina B12. Essa vitamina influencia o metabolismo energético, facilitando a formação de glicose através da ação da metil malonil coa mutase formando succinato a partir do propionato. Importante na formação das hemácias, essencial na eritropoiese, ou seja, no processo de produção de eritrócitos, também denominado como hemácias ou células vermelhas do sangue, e de ácido fólico ou folato.

A deficiência da vitamina B12 impede a formação de hemoglobina, e uma série de lesões no sistema nervoso central pode ocorrer. Entre os animais, os ruminantes são os que mais necessitam de cobalto, onde o elemento é requerido e usado pela microbiota ruminal que converte o cobalto em vitamina B12 e seus análogos. Ruminantes têm maior exigência de cobalto em relação aos não ruminantes, pois são dependentes da gliconeogênese, a partir do ácido propiônico, onde a coenzima B12 participa na conversa o de metil-malonil-CoA em succinil-CoA. Gliconeogênese ou neoglicogénese ou ainda neoglucogénese significa a formação de novo açúcar, rota pela qual é produzida glicose a partir de compostos aglicanos, ou seja, não açúcares ou não carboidratos, sendo a maior parte deste processo realizado no fígado principalmente sob condições de jejum e uma menor parte no córtex dos rins.

Tal fato tem forte influência na manutenção da glicemia nestas espécies. Alguns dos sinais de deficiência de Co e consequentemente de vitamina B12. Essa deficiência é denominada de anemia megaloblástica e lesões neurológicas, perda de peso devido à ausência do propionato para ocorrer a glicogênese. Ocorre enfraquecimento muscular dos aninais e inapetência. Anemia megaloblástica é uma doença sanguínea caracterizada por grandes glóbulos vermelhos chamados megaloblastos, com características de imaturidade e disfuncionamento.

p) Flúor (F)

O flúor é um integrante normal do organismo animal, distribuído em quase todos os órgãos e tecidos sendo encontrado no fígado, tireoides, coração, músculo estriado, fêmures ósseos e nos dentes. Os impactos tóxicos do flúor têm caráter acumulativo e dependem da quantidade ingerida, duração e continuidade da ingestão, solubilidade da fonte de flúor, espécie animal, estado de estresse, idade, nutrição e presença de antagonistas. Dentre as espécies animais os bovinos são os menos tolerantes ao excesso de flúor.

O flúor apresenta funções inibidoras sobre ações enzimáticas principalmente aquelas em que os metais são catalisadores pela ligação do flúor com esses metais. A glicólise é inibida pelo flúor com esses metais formando o complexo metal-flúor em razão da formação de um complexo estável pela ligação do flúor com a enolase, a enzima responsável pela transformação do ácido 2-fosfoglicérico em ácido fosfoenolpirúvico. O flúor inibe a atuação das fosfatases e das transferilases, inibe ainda as reações do ciclo de Krebs ao nível do ciclo dos ácidos tricarboxílicos, inibindo, por conseguinte, a respiração celular. Como fósforo e flúor participam da mesma molécula de apatita, as disponibilidades bioló-

gicas de ambos estão interligadas. Níveis máximos toleráveis na dieta de bovinos ficam na faixa entre de 40 ppm para novilhas a 100 ppm para bovinos em terminação (NRC, 1974).

A ingestão em quantidade tóxica ocorre quando a água oferecida é rica em flúor, quando são oferecidas fontes fosfatadas contento altas concentrações de flúor, nas áreas próximas às indústrias que liberam resíduos contendo flúor, oferecimento do próprio flúor ao animal em condição de redução dos demais nutrientes básicos da ração. Por outro lado, A deficiência de flúor é caracterizada pelo aparecimento de cárie semelhante à do homem, mas raramente acontece devido os teores de flúor encontrados na água, na pastagem e na ração.

Parte do F do organismo está localizada na tireoide, onde pode atuar competindo com o iodo para a formação da tiroxina. Finalmente o F apresenta ação antagônica ao Ca e ao Al. A Forma hidrossolúvel do flúor, ou seja, solúvel em água é prontamente absorvida pela mucosa intestinal, mas sua absorção é inibida por determinados sais de Ca.

10. ADUBAÇÃO DE PASTAGEM

A pressa de explorar novas áreas em regiões ainda pouco habitadas vem fazendo das terras brasileiras bolsões de áreas com capineiras decadentes quase sempre sem programação de recuperação.

O modelo predominante do manejo de gado, tanto na abertura de novas áreas como na perenidade da atividade agropecuária, foi e continua sendo de caráter extensivo ou seja criado a pasto, em qualquer parte do mundo, continua sendo utilizado como uma opção para ocupar áreas pouco exploradas, sempre foi caracterizado pelo manejo com programação pouco condizendo com a exigência de manter uma pastagem recém-criada

ou recuperada sustentavelmente principalmente sob pastejo contínuo (FERRAZ, FELÍCIO, 2010; TO RRES JÚNIOR; AGUIAR, 2013). Mesmo o Brasil, com o maior rebanho comercial do mundo e também o maior exportador de carne, maior produtor, consumidor e exportador de sementes de plantas forrageiras tropicais do planeta, com participação significativa no agronegócio, não significa que a atividade agropecuária constitui uma atividade sustentável.

Considerando que a maior concentração do rebanho bovino é explorada em áreas naturalmente de baixa fertilidade e, ou, que foram exauridas pelo uso em pastagens ou com outras culturas, a adubação, juntamente com outras estratégias de manejo, é de fundamental importância para se buscar uma exploração econômica, social e sustentável, sem causar danos ao meio ambiente (DIAS-FILHO, 2011a, 2013; FONSECA *et al*., 2008). Entende-se por pecuária rentável aquela em que índices altos de produtividade são alcançados com baixo custo, o que nem sempre vem sendo obtida, e ou, com máximo lucro. A alta produtividade da pastagem, em geral é conseguida com correção de áreas, adubação orientada, uma vez que aumento no acúmulo de biomassa é alcançado quando se realizam aplicações de nitrogênio fósforo, potássio, e outros nutrientes minerais nos pastos (FAGUNDES *et al*., 2006). A maior produção de forragem permite o emprego de maior taxa de lotação na pastagem de área que tenha sido corrigida a fertilidade, o que, normalmente, resulta em maior produtividade animal por unidade de área.

Quando se verifica, através dos órgãos oficiais, quanto de corretivos e fertilizantes é usado em pastagem em relação algumas culturas verificam-se que muito tem que ser feito em serviços de difusão e extensão tanto oficial quanto particular ou terceirizada e que o custo vem tendo aceitação governamental maior,

não proporcional ao benefício que se obtém com a exploração agropecuária (FONSECA *et al*., 2008).

Toda propriedade rural, em caso de mudança de tecnologia para pastagem ou qualquer outra cultura, deve solicitar uma amostra completa do solo e verificar o que pode fazer para conseguir manter a nova atividade sustentável.

Após verificar o pH do solo em água entre 5,7 e 6,2 onde se encontra a faixa mais equilibrada de todos os nutrientes, observar as exigências dos teores de matéria orgânica do solo, Ca e Mg, K, Al, Soma de bases para o cerrado S= Ca + Mg + K. Saturação de alumínio, saturação por bases V= Ca + Mg, + K/CTC para as condições de Brasil Central, CTC = Ca + Mg + K + Al + H, Saturação de Al (m= Al/CTC), teores de micronutrientes e P e análise física mínima como areia, limo, argila.

De acordo com a quinta aproximação das recomendações de corretivos e fertilizantes para o cerrado resumidamente chega-se mais próximo das necessidades médias das culturas e que se aproxima mais da realidade de correção de acidez e aplicação de fertilizantes.

11. RECOMENDAÇÃO DE FERTILIZANTES PARA PASTAGEM

Nitrogênio (N)

Para as recomendações das fontes de fertilizantes nitrogenados, devem ser levadas em consideração fatores quantitativos incluindo doses e preço dos fertilizantes e qualitativos, ou seja, o uso de sistemas que levam em consideração além das informações químicas também a estrutura física da área a ser utilizada e a condição econômica do agropecuarista.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Na prática, as recomendações gerais sugerem até 300 kg de N por hectare, aplicados parceladamente, isto para aqueles agropecuaristas que usam aplicar fertilizantes em pastagem.

A aplicação de fertilizantes em pastagem, com base na adubação nitrogenada, é mais complicada do que a maioria de outras adubações. Alguns fatores devem ser observados quanto e quando vão ser aplicados uma vez que cada forrageira apresenta necessidade específica de acordo com as áreas destinadas às pastagens e com a necessidade de massa verde a ser produzida. Ainda é importante considerar se as forrageiras gramíneas vão ser cultivadas consorciadas com leguminosas uma vez que as leguminosas podem substituir parcial ou totalmente as aplicações de nitrogênio comercial.

A tendência atual é utilizar sistemas, de acordo com recurso do usuário em que se utilizam forrageiras de diferentes espécies e, dentre elas, aquelas que apresentam capacidade de fixar nitrogênio simbióticamente e atualmente com grande interesse em espécies de plantas que aproveitam nitrogênio de outras espécies de vida livre.

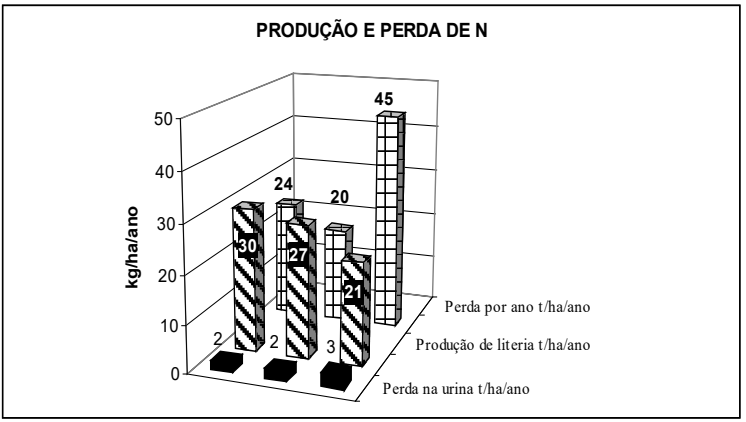
O nitrogênio das fezes é ser distribuído dos 69% que se encontram na forma orgânica nas fezes, 9% são absorvidos pelas plantas, 3 % são perdidos pela volatilização, 2% pela desnitrificação e 17% pela lixiviação. Esse mesmo nutriente da urina tem como destino 39 % na forma orgânica, 29% absorvidos pela planta,16% são perdidos pela volatilização, 22% perdidos pela desnitrificação e 2% pela lixiviação (DECAU *et al*., 1997).

Boddey *et al*. (2004) observaram que grande perda de nitrogênio, que ocorre em pastagens ativas, seria causada pela alta de posição de excrementos ao longo das áreas de descanso, bebedouros, cochos de mineralização e trilhas criadas pelo gado.

O maior potencial de perda de nitrogênio contida nas excreções, está nos locais afetados pela urina e que podem variar aproximadamente 35%, em locais com cobertura vegetal, a cerca de 80%, em locais sem vegetação como áreas de descanso do gado, próximas a cochos, bebedouros, etc. Nesta mesma pastagem, as perdas de nitrogênio, provenientes das fezes, podem chegar a cerca de 10% (Figura 12).

As leguminosas, naturalmente, têm elevado potencial de fixação e absorção de nitrogênio, qualidade esta que faz delas sempre trabalhadas e recomendadas para serem cultivadas tanto solteiras nas fases de entressafra quanto nos consórcios incluindo culturas de grãos e forrageiras de pastagem. Resultado, na maior parte das vezes, positivo em relação aos teores de nitrogênio encontrados no tecido das forrageiras podendo assim substituir, pelo menos parcialmente o uso de fertilizantes nitrogenados.

Figura 12 - Produção e perda de N por ano



Fonte: Adaptado de Boddey *et al*., 2004.

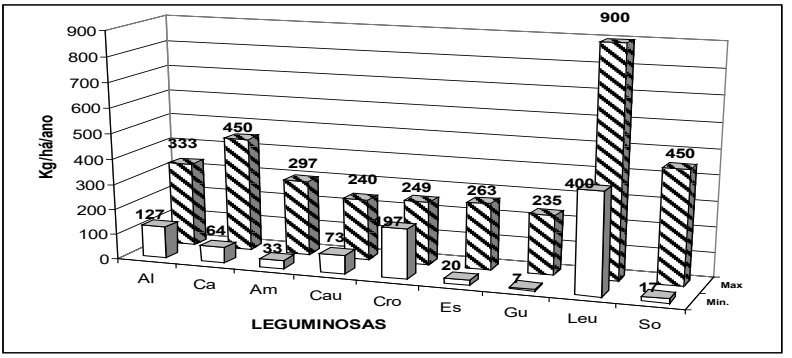
Costa *et al*. (2006), citam de Cantarutti *et al*. (1999) sugerindo as recomendações de fertilizantes nitrogenados de acordo com o nível de tecnologia adotado no sistema de criação animal (Tabela 7). Para o seu uso é necessário conhecer o nível de tecnologia e o número de animais em ocupação da pastagem para que não ultrapasse o potencial de produção da pastagem pela forrageira (Figura 13).

Tabela 7 - Recomendação de fertilizante nitrogenado baseado no nível de tecnologia e número de unidade animal (UA) por hectare

Nível de tecnologia	N (kg/ha/ano)	Número de aplicações
Baixo (<1 UA/ha)	50 a 100	1 no início das águas
Médio (>1 a 3 UA/ha)	>100 a 150	2 a3 de 50 kg/ha
Alto (3 a 7 UA/ha)	>150 a 300	4 de 75 kg/ha
Muito alto > irrigado	>300	4 a 6 de 75 a 100 kg/ha

Fonte: Adaptado de Cantarutti *et al*. (1999).

Figura 13 – Faixa de produção de matéria seca, máxima e mínima, de leguminosas de verão em kg/ha/ano



Fonte: Adaptado de revisão de Semioni *et al*., 2014.

Obs: Al = alfafa (*Medicago sativa*), Ca= calopogônio (*Calopogonium muconoides*), Am = amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), Cau = caupi (*Vigna unguilata*), Cro = crotalária (*Crotalaria juncea*), Es = estilosantes (*Stylosanthes sp*.), Gu = guandu (Cajanus *cajan*), leu = leucena (*Leucena leucocephala*), So = soja (*Glicine max*).

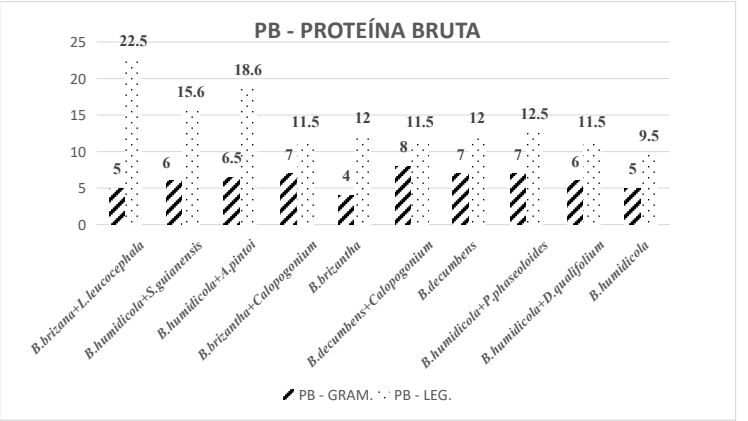
Em uma área nacional de pastagem equivalente aproximadamente 180 mil hectares ocupada por 212,3 milhões de cabeças de gado bovino de acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em torno de 60% desta se encontra com algum grau de degradação. Conhecendo que a qualidade do produto final (Figuras 14, 15) nem sempre observada pelo consumidor, ou seja, principalmente das produções de carne e leite, ficam prejudicados. Acrescenta-se ainda que em área ocupada por pastagem quase sempre não se usa tradicionalmente receber irrigação, correção de solo e aplicação de fertilizantes.

As forrageiras como quaisquer seres vivos necessitam ser bem nutridas para produzir massa de qualidade para consumo animal e sobreviverem por períodos de tempo mais prolongados sob presença constante de animais. Para isso, a tradição de aplicação de suprimento corretivo de nutrientes deve transformar em uma atividade constante periodicamente. Tem-se observado que pastagens bem cuidadas e manejadas toleram melhor os períodos de seca.

A associação ou consórcio da *Brachiaria brizantha* com a leucena (*Leucena leucocephala*) resulta em massa de maior digestibilidade, ao mesmo tempo, que se observa (Figura 16) resultados semelhantes nas diferentes espécies de braquiária de braquiárias estudadas (SEGANFREDO, 1995).

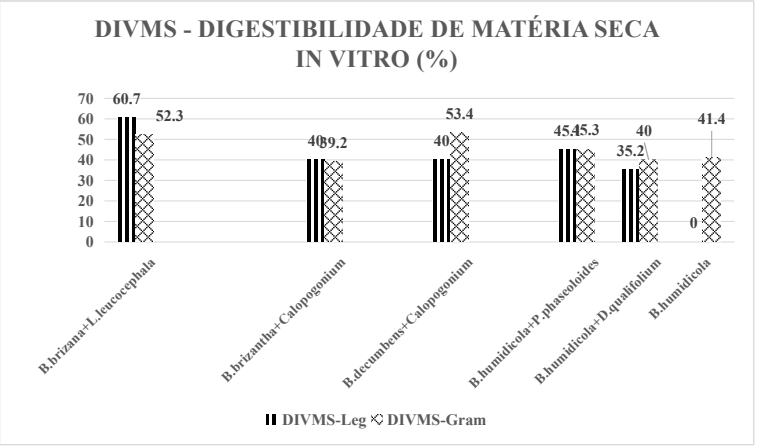
IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 14 - Teores de proteína bruta (PB) de gramíneas solteiras (Gram) e em consórcio com leguminosas (Leg)



Fonte: Adaptado de Pereira, 2002.

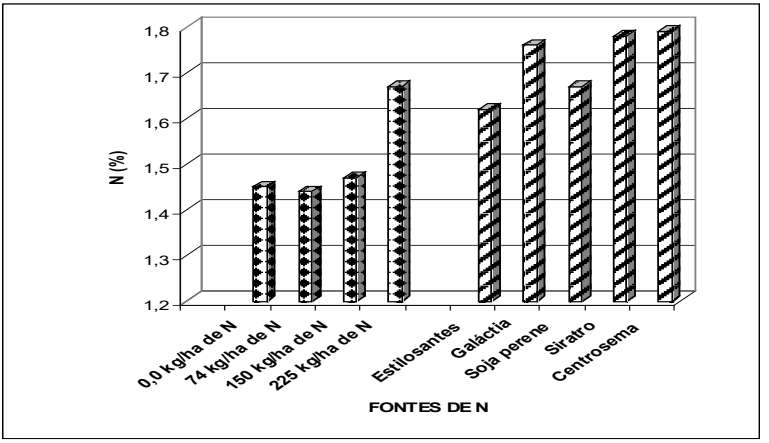
Figura 15 - Digestibilidade de matéria seca (DIVMS) in vitro de algumas leguminosas sob pastejo



Fonte: Adaptado de Pereira, 2001.

IR PARA SUMÁRIO

Figura 16 - Concentração percentual de nitrogênio nos tecidos de plantas leguminosas através de fixação biológica em relação às plantas que receberam doses crescentes de fertilizantes nitrogenados

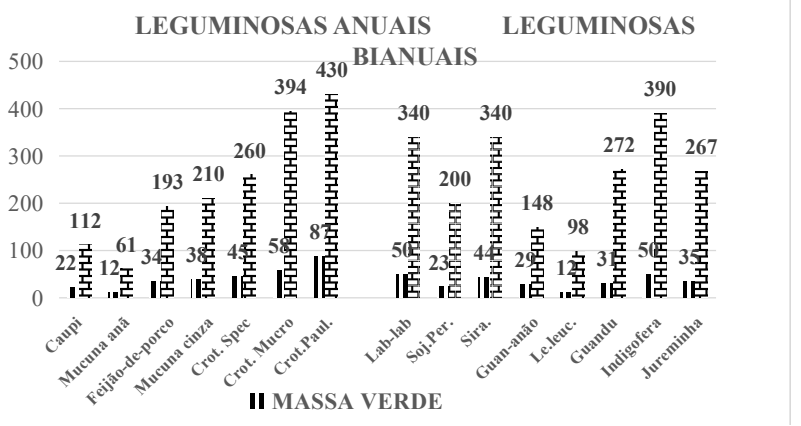


Fonte Boin, (1986; 1976).

As leguminosas, naturalmente, têm elevado potencial de fixação e absorção de nitrogênio, qualidade esta que faz delas sempre trabalhadas e recomendadas para serem cultivadas tanto solteiras nas fases de entressafra quanto nos consórcios incluindo culturas de grãos e forrageiras de pastagem. Resultados, na maior parte das vezes, positivos nos teores de nitrogênio no tecido que podem substituir pelo menos parcialmente o uso de fertilizantes nitrogenados (Figura 16 e 17).

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 17 - Produção de massa verde de leguminosas anuais e bianuais em t.ha^{-1} e quantidade de nitrogênio total absorvida (tonelada/ha), seja fixada ou não fixada



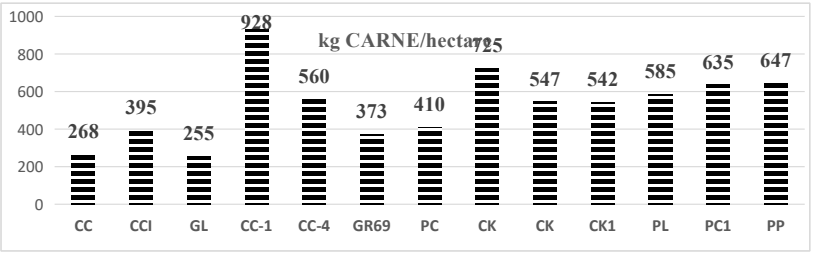
Fonte: Adaptado de Amado; Almeida, 1987.

Caupi=Caupi alagoano=*Vigna sp*., Mucuna anã=*Stilozobium sp*, Feijão-de--porco=*Canavalia ensiformis*, Mucuna cinza= *Stilozobium sp*, Crot.Spec=*Crotalaria spectabilis*, Crot.Mucro=*Crotalaria mucronata*, Crot.Paul.= *Crotalaria paulinea*, Lab-lab=*Dolichos lablab*, Soj.per.=soja perene=*Neotonia wightii*, Sira.=*Macroptilium atropurpureum*, *Guan.anão=Cajanus sp*., Le.leu.=*Leucaena macrocephala*, Guandu=*Cajanus cajan*, Indigofera=*Indigofera sp*, Jureminha=-*Desmanthus vigatus*.

Leguminosas como *C. macronata, C. paulina, D. lablab, Macropureum* e *Indigofera* spp podem produzir aproximadamente até 400 kg de N. ha^{-1}. Com essas produções o manejo e a dedicação do uso de sistemas consorciados de gramínea-leguminosas podem fazer da atividade agropecuária uma exploração sustentável em condições diversificadas sejam de animais domesticados como exóticos.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 18 - Produção de carne em kg.ha-1.ano^{-1} de gado bovino em pastagens de gramíneas mais leguminosas consorciadas

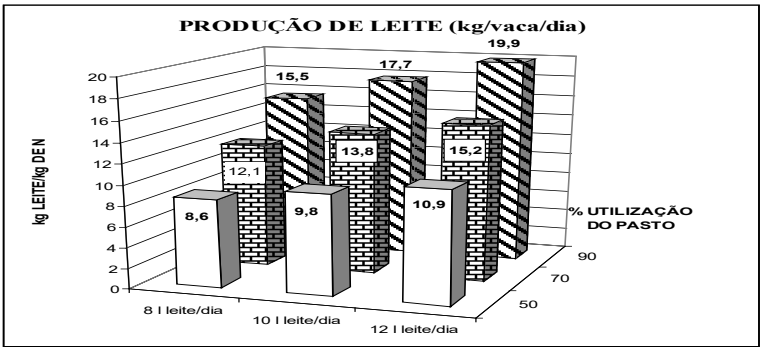


Fonte: Adaptado de Teitzel e Burt (1976), Boin (1976), Treviño (1989).

Tem-se estudados tratamentos constituídos de Colonião + centrosema (*Panicum maximum* e *Centrosema pubescens*), **CC1 – Colonião + centrosema** (*Panicum maximum* e *Centrosema pubescens*), GL – Graminia + leguminosa, CC1º - Colonião + centrosema no primeiro ano (*Panicum maximum* e *Centrosema pubescens*), **CC4º –** Colonião + centrosema no quarto ano (*Panicum maximum* e *Centrosema pubescens*), **Gr 69+ L31% –** Gramínea + leguminosa, **PC –** Pangola + centrosema (*Digitaria decumbens* e *Centrosema pubescens*), **CK - Colonião + kudzu** (*Panicum maximum* e *Pueraria phaseoloides*), **EK –** Capim elefante + kudzu (*Pannisetum purpureus* e *Pueraria phaseoloides*. **CK1 –** Colonião + kudzu (Panicum *maximum* e *Pueraria phaseoloides*), PL – Pangola + leucena (*Digitária decumbens* e *Leucaena leucocephala*), **PC1 – Pangola + centrosema** (*Digitária decumbens* e *Centrosema pubescens*), **PP – Pangola + soja perene** (*Digitaria decumbens* e *Neotonia whightii*).

IR PARA SUMÁRIO

Figura 19 - Produção de leite (kg de leite/kg de N), de vacas de aptidão crescente de produção (8, 10 e 12 litros de leite/dia) em três níveis de utilizações de pastagem (50, 70, 90%)



Fonte: Adaptado de Gomide *et al*., 1992; 2002.

Toda tecnologia para ser eficiente deve associar potencialidades do animal em produzir seja carne ou leite, da capacidade da planta em produzir matéria seca além do manejo de tal maneira que possa obter maior eficiência no aproveitamento da tecnologia para aumentar quantitativa e qualitativamente a produção. A adubação nitrogenada para população de forrageiras tem a função de aumentar a produção de matéria seca e com esse aumento tem como resposta um aumento de produção de leite proporcional em animais de diferentes potenciais de produção inicial. Com o ciclo de produção natural da matéria verde, o animal em pasto passa a fazer maior consumo de alimento aproveitando com maior eficiência o uso das forrageiras (Figuras 18 e 19).

13. CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ADUBAÇÃO EM PASTAGEM

Mesmo considerando que as pastagens deveriam ser tratadas como cultura e não como capim, nem sempre são consideradas como capineiras, produtoras de alimento animal. Baseada na importância das forrageiras, as recomendações foram basea-

das de acordo com a importância das forrageiras para a criação de animais tomando como base as orientações da Comissão de Fertilidade dos Solos de Goiás (CFSG.1988) e do Instituto de Potassa e Fosfato (POTAFOS, 1998).

As recomendações de fertilizantes fosfatados e potássicos podem tomar como base a consideração da pastagem como uma lavoura onde as recomendações devem estar de acordo com o espaço que uma cultura vai ocupar. Nesse sentido, é necessário conhecer que nem todas as áreas de pastagem tiveram o tratamento necessário para suportar as necessidades das pastagens. Embora as recomendações pareçam elevadas, na situação da maioria das pastagens brasileiras, estão de acordo para corrigir os maus tratos que as áreas de pastagem vêm sofrendo. Possivelmente, as exigências requeridas para as áreas em alto nível de degradação, estas sejam usadas para reservas localizadas em cada propriedade prejudicada. Considerando a pastagem como lavoura pode-se usar as seguintes recomendações (Tabelas 8, 9, 10, 11 e 12):

Tabela 8 - Interpretação da análise de terra quanto ao fósforo, extraído com H_2SO_4 0,025 N+HCl 0 05N

Teor de argila	Muito baixo	Teor de Baixo	Fósforo Médio	Alto
61-80	0 a 1,0	1,1-2,0	2,1-3,0	> 3,0
41-60	0 a 3,0	3,1-6,0	6,1-8,0	>8,0
21-40	0 a 6,0	5,1-10,0	10,0-14,0	>14,0
>20	>6,0	6.1-11,0	12,1-18,00	>18,0

Fonte: EMBRAPA-CPAC. Relatório Técnico Anual, 1987.

Santos e Kliemann (2005) cita Carvalho *et al*. (1995) relatam que fósforo é conhecido como o macronutriente essencial às plantas, que limita frequentemente a produção das culturas na região dos cerrados. Tem-se atribuído esse comportamento às

formas pouco disponíveis aos vegetais e também pelas características de elevada adsorção dos solos dessa região. Embora seja exigido em pequenas quantidades pela maioria das culturas, têm-se aplicado quantidades elevadas de fósforo (P) para suprir as necessidades dos cultivos.

Tabela 9 - Recomendação geral de adubação fosfatada para o estabelecimento de pastagem em sistemas de baixo nível tecnológico, considerando a disponibilidade de fósforo de acordo com a textura do solo e com o valor de fósforo remanescente do solo

Teor de argila	P-rem	P disponível		
%	mg/L	Baixo	Médio	Alto
>60 >9,0 85 45 0				
35 – 60	9-19	70	35	0
15-35	19-33	50	25	0
<15	>33	30	15	0

Fonte: CFCF 1988.

Tabela 10 - Recomendação de adubação fosfatada para o estabelecimento de pastagem em sistemas de baixo, médio e alto nível tecnológico, considerando a disponibilidade de fósforo de acordo com a textura do solo e com o valor de fósforo remanescente do solo

kg de P_2O_5/ha										
Argila %	P-rem	Baixa	Média	Boa	Baixa	Média	Boa	Baixa	Média	Boa
>60	>9,0	80	45	0	100	80	0	120	100	50
35-60	9-19	70	35	0	90	70	0	110	90	40
15-35	19-33	50	25	0	70	50	0	90	70	30
<15	>33	30	15	0	50	30	0	70	50	20

Fonte: CFCF 1988.

Comparando o nutriente fósforo do solo em relação ao nitrogênio e potássio, este é um macroelemento geralmente presente em níveis muito baixos nos solos de Cerrados, embora seja requerido em grande quantidade pela planta. Sua disponibilidade é importante desde o estabelecimento das pastagens continuando pelo perfilhamento, floração e formação das sementes forrageiras. Por isso o acompanhamento da pastagem no campo é essencial para se obter produções elevadas, tanto em relação ao fósforo como os demais nutrientes essenciais às plantas, seja macro ou micronutrientes.

Tabela 11 - Recomendação de adubação fosfatada para a manutenção de pastagem em sistemas de diferentes níveis tecnológicos, considerando a disponibilidade de fósforo de acordo com a textura do solo e com o valor de fósforo remanescente (Rem)

kg de P_2O_5/ha										
Argila %	**P-rem**	**Baixa**	**Média**	**Boa**	**Baixa**	**Média**	**Boa**	**Baixa**	**Média**	**Boa**
>60	>9,0	40	0	0	50	30	0	60	40	0
35 – 60	9-19	30	0	0	40	25	0	50	30	0
15-35	19-33	20	0	0	30	20	0	40	20	0
<15	>33	15	0	0	20	15	0	30	15	0

Fonte: CFCF, 1988.

O agropecuarista, após as análises de solo, deve observar se o teor de fósforo se encontra em nível baixo, aplicar o fósforo para as forrageiras como cultura solteira de acordo com a Tabela 11.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 12 - Recomendação de adubação de pastagem exclusiva em função do teor de argila e disponibilidade de fósforo no solo (CFCF, 1988)

		Disponibilidade de P no solo				
Argila %		**Baixo**		**Médio**		**Alto**
	ppm de P no solo	**P_2O_5 hg/ha**	**ppm de P no solo**	**P_2O_5 hg/ha**	**ppm de P no solo**	**P_2O_5 hg/ha**
>60	>2	80	2-3	60	>3	40
60-30	>3	65	3-5	45	>5	30
<30	>4	50	4-6	35	>6	25

As recomendações para o potássio (Tabelas 13, 14 e 15) embora não se conheça nenhum composto de estrutura de tecidos de plantas contendo este nutriente, deve ser realizada sua aplicação nas pastagens uma vez que esse nutriente se encontra presente em centenas de reações enzimáticas.

Tabela 13 - Adubação potássica de manutenção tradicionalmente realizada de acordo com o potássio trocável com H_2SO 0,025 N e HCl 0,5 N e nível tecnológico da propriedade rural do agropecuarista (CFCF, 1988)

NÍVEL TECNOLÓGICO	**Disponibilidade de K encontrado pela análise do solo**		
	Baixa	**Média**	**Alta**
	kg de K_2O/ha a ser aplicado		
Baixo	20	10	0
Médio	40	20	0
Alto	60	30	0

Os níveis das linhas da primeira coluna devem ser verificados pela análise do solo e em seguida fazer as recomendações de acordo com a segunda colunas para os níveis tecnológicos considerados, de baixo teor de potássio e baixo nível tecnologia < 25 toma-se as quantidades de 20 kg de $K_2O.ha^{-1}$. Se o nível de potássio for médio (25-50 ppm) e o nível tecnológico for alto

recomenda-se usar 40 kg de $K_2O.ha^{-1}$. Se o teor de potássio for baixo (< 25 ppm = mg, kg^{-1}) e nível tecnológico for alto permite – se usar até 60 kg de $K_2O.ha^{-1}$ (Tabelas 14 e 15) .

Tabela 14 - Recomendação de potássio, considerando pastagens solteiras de gramínea e leguminosa na mesma área (CFCF, 1988)

NÍVEL TECNOLÓGICO	**Disponibilidade de K no solo**		
Teor do solo	**Baixo**	**Médio**	**Alto**
	RECOMENDAÇÃO - kg de K_2O/ha		
Baixo	50	0	0
Médio	100	50	0
Alto	200	100	0

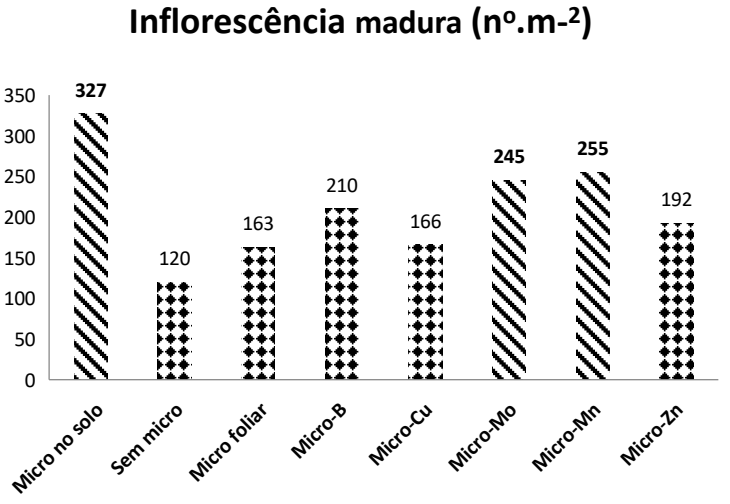
Tabela 15 - Recomendação de adubação potássica para gramínea + leguminosa (CFCF, cultivadas em consórcio

Disponibilidade de K no solo em ppm	**Recomendação para gramínea (kg de K_2O/ha)**	**Recomendação para gramínea + leguminosa (kg de K_2O/ha)**
Baixa	40	60
Média	20	40
Alta	10	20

Micronutrientes também denominados oligoelementos são nutrientes necessários à manutenção de algum organismo, no caso as forrageiras, necessários em quantidades pequenas e são expresso em ppp (mg/kg). São nutrientes necessários para a manutenção do organismo, como as enzimas, coenzimas, cofatores, metaloproteínas e hormônios, vitaminas e os minerais, os quais são essenciais e devem estar diariamente presentes na nutrição de plantas e animais (Oliveira *et al*., 2006). Várias doenças são provocadas pela ausência deles na ração e nos fertilizantes e em baixas concentrações no solo explorados pela agropecuá-

ria (Tabelas 16 e 17). Essas doenças ocorrem devido as baixas concentrações deles que resulta em disfunções dos organismos mas o excesso tambem pode pode acarretar intoxicações e por esse motivo, a dieta deve estar sempre equilibrada. Mesmo sendo exigidas em pequenas concentrações, tais quantidades são frequentemente importantes para o ambiente em que as plantas est se econtram. Vários desses nutrientes são necessários e alguns são vitais aos seres vivos, podendo causar extermínio de espécies de vegetais e contaminar o ar, solo e água. Os micronutrientes mais conhecidos são o Boro, Cloro, Cobalto, Cobre, Ferro, Manganês, Mobidênio e Zinco (Figuras 20, 21 e 22). Outros micronutrientes são importantes quando se trata de animais e alguns outros se encontram em estudos.

Figura 20 - Número de inflorescência madura da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu destinada à produção de sementes, em Pirassununga, SP



IR PARA SUMÁRIO

Figura 21 - Número de racemo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu destinada à produção de sementes, em Pirassununga, SP

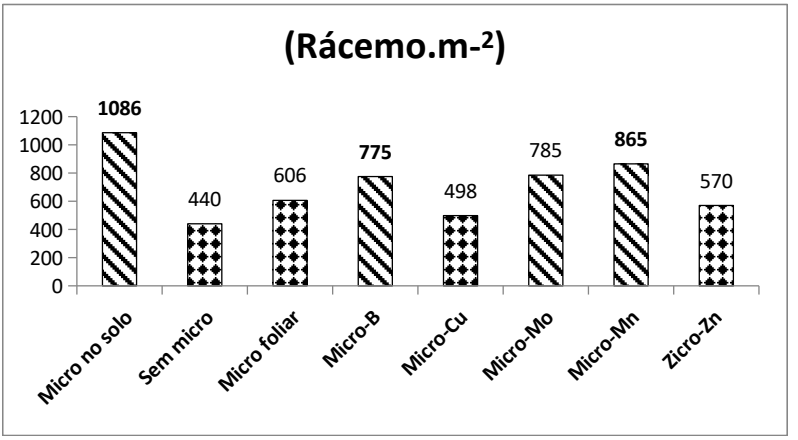
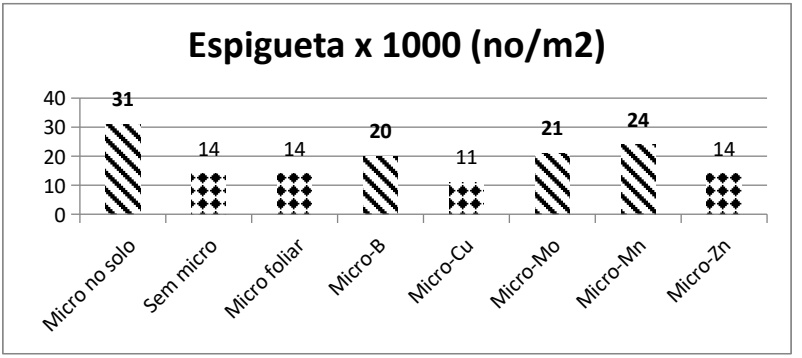


Figura 22 - Número de espiguetas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu destinada à produção de sementes, em Pirassununga, SP



IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 16 - Classificação dos níveis de micronutrientes no solo (mg/kg)

Nível	**Boro[1]**	**Cobalto[2]**	**Cobre[3]**	**Ferro[3]**	**Manganês[3]**	**Molibdênio[4,]**	**Zinco[3]**
M.baixo	<0,5	<0,1	<0,3	<20	<2,5	<0,1	<2,0
Baixo	0,5-1,0	0,1–0,25	0,3-0,6	20-30	2,5-5,0	0,1-0,2	2,0-4,0
Crítico	1,0	0,26	0,6	30	5,0	0,2	4,0

[1]Extração em agua quente [2]Extração na solução de Carolina do [3]Extração por ácido acético 0,5 N Norte [4]Extração em oxalato de amônio.

Tabela 17 - Quantidades de nutrientes recomendados para pastagem (kg/ha)

Nível	**Boro[1,5]**	**Cobalto[2,5,6]**	**Cobre[2,6]**	**Ferro[3,6]**	**Manganês[3,6]**	**Molibdênio[4,5,6]**	**Zinco[3]**
M.BAIXO	1,5-1.0	0,10-0,075	3,0-2,5	3,0-2,0	6,0-2,0	0,050-0,045	6,0-4,0
BAIXO	1,0-0,50	0,02-0,05	1,5-1.0	2,0-1,0	4,0-1,0	0.040-0,030	5,0-2,0
CRÍTICO	0,50-0,25	0,030–0,025	0,75-0,5	1,0-0,5	2,0-0,5	0.020-0.015	4,0-1.0

[1]Extração por água quente.

[2]Extração pela solução Carolina do Norte.

[3]Extração por ácido acético 0,5 N.

[4]Extração por oxalato de amônio.

[5]Preferencialmente ser aplicado na semente.

[6]Recomendado apenas quando verificarcar sintomas de deficiência.

Fonte: Ageitec, 2018, Altmann; Pavinato, 2001, Lopes 1999, (CFCF, 1988).

12. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O sucesso da pecuária depende do entendimento sobre os vários fatores que influenciam a produção tanto dos animais como os vegetais, além dos outros fatores que direta ou indiretamente influenciam os princípios básicos da atividade agropecuária.

Em se tratando da planta, a primeira atenção deve ser dada ao solo, sua acidez e a necessidade de ser corrigido. Verificar se o solo está sendo usado a primeira vez, solo virgem, ou se a pastagem está sendo implantada em área anteriormente cultivada. A duração de uma pastagem com qualidade e produção tem relação direta com a as tecnologias necessárias tanto das atividades relacionadas com a agricultura quanto as dos animais.

Referências bibliográficas

AGEITEC. Agência de informação Tecnológica. **Feijão árvore.** Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijão/arvore/CONTAG01_20_237200 483743.html. Acesso em: 16 dez. 2018.

AKIN, D.E. Section to slide technique for study of forage anatomy and digestion. **Crop Sci**. v. 22, p. 444-446. 1982.

ALTMANN, N.; PAVINATO, A. **Experiências da SLA Agrícola no manejo da fertilidade do solo no cerrado Informações agronômicas.** Potafós. 94. 2001. 4 p.

ALMEIDA, F. S. Alelopatia e as plantas. *In*: SEMANA DE HERBICIDAS , 8., Bandeirantes - PR, 1987. p. 19-88.

AMADO, T. J. C., ALMEIDA, E. X. de. **Adubação verde de verão para o Alto Vale do Itajaí**. Florianópolis: EMPASC, 1987. 6 p.

BARROS, O.; BARBOSA, F. A. DEPEC – BRADESCO. **Economia. Pesquisa e Estudos econômicos**. Disponível em: www.economiaemdia.com.br. Acesso em: 13 out. 2016.

IR PARA SUMÁRIO ▲

BARBOSA, F. A.; GRAÇA, D. S.; SILVA JÚNIOR, F. V. **Diagnóstico e suplementação.** Agronomia, o portal da ciência e tecnologia. Disponível em: http://www. agronomia. com.br/conteúdo/artigos/artigos_deficiencias_minerais.htm. Acesso em: 8 nov. 2016.

BARCELOS, A. O.; VILELA, L.; LUPINACCI, A. V. Produção animal a pasto: desafios e oportunidades. *In*: ENCONTRO NACIONAL DO BOI VERDE: A PECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 3., 2001, Uberlândia, MG. **Anais**... Uberlândia: Sindicato Rural de Uberlândia, 2001. p. 29-64.

BODDEY, R. M.; MACEDO, R.; TARRÉ, R. M.; FERREIRA, E.; OLIVEIRA, O. C. de; REZENDE, C. P.; CANTARUTTI, R. B.; PEREIRA, J. M.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. Nitrogen cycling in *Brachiaria* pastures: the key to understanding the process of pasture decline. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 103, n. 2, p. 389-403, Jul. 2004.

BOIN, C. Conservação do excesso de forragem das pastagens: *In*: Anais do SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGE, 3. 1976, Piracicaba: ESALQ, 1976. p. 279-15.

BOIN, C. Produção animal em pastos adubados. *In*: MATTOS, H.B., WERNER, J. C., YAMADA, T., MALA VOLTA, E. ed. **Calagem e adubação de pastagens**. Piracicaba: POTAFOS, 1986. p. 386-419.

BRIDI, A. M.; CONSTANTINO, C.; TARSITANO, M. A. **Qualidade da carne de bovinos produzidos em pasto**. Disponível em http://www.uel.bar/grupopesquisa/gpac/pages/arquivos/QualidadedaCarnedeBovinoProduzido sem% Pasto.pdf. Acesso em: 11 nov. 2016.

BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry and Molecular Biology of Plants**. American Society of Plant Physiologists, Rockville, MD, U.S.A. 2000. 1280 p.

CANTARUTTI, R. B.; MARTINS, C. E.; CARVALHO, M. M.; FONSECA, D. M.; ARRUDA, M. L.; VILELA, H. OLIVEIRA, F. T. T. Pastagens. *In*: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa – 5a Aproximação. 1999. p. 332-341.

CARVALHO, P. C. F. O manejo da pastagem como gerador de ambientes pastoris adequados à produção. *In*: SIMPÓSIOSOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 22. Piracicaba, 2005. Anais... Piracicaba: Fealq, 2005. p. 7-32.

CARVALHO, T. B.; ZEN, S.; TAVARES, E. C. N. Comparação de custo de produção na atividade de pecuária de engorda nos principais países produtores de carne bovina. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, Porto Alegre 47., 2009.

CHEPOTE, R. E.; VALLE, R.R.; SANTANA, C. J. L. Resposta do dendê à adubação mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 12, n. 3, p. 257-262, 1988.

CHEPOTE, R. E.; SODRÉ, C. G. A.; REIS, E. S. PACHECO, R. G.; MARROCOS, P. C. L.; VALL, R. R. **Recomendações de corretivos e fertilizantes na cultura do cacaueiro no sul da Bahia.** Ileus, BA, 2013. 44 p. (CEPLAC/ CEPEC. Boletim Técnico, n. 203. 44p.)

CORSI, M. **Effects of nitrogen rates and harvesting intervals on dry matter production, tillering and quality of the tropical grass *Panicum maximum Jacq*.** 1984. 125 p. (Thesis PhD - Ohio State University, Ohio, 1984).

DIAS-FILHO, M.B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 36 p. (Documentos/Embrapa Amazônia 402).

CARVALHO, R. S. **As bactérias dos nódulos das raízes das leguminosas,** Piracicaba. ESALQ.I USP. Disponível em: http://kW. scielo.br/pdf/aesalq/v3/02.pdf. Acesso em: 2 ago. 2016.

CFSG - Comissão de fertilidade de solos de Goiás. Goiânia, GO. **Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás**. 5 aprox. Goiânia, UFG/EMGOPA, 1988. 101p. (Convênio. Informativo Técnico, 1).

CHAPMAN, D. F., LEMAIRE, G. Morfhogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *In*: **Grasslands for our world**. Cap 3, p. 55-56. 1993.

CORSI, M.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Manutenção da fertilidade do solo em sistemas intensivos de pastejo rotacionado**.** *In*: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14. Piracicaba, 1997. Anais...Piracicaba: Fealq, 1997. p. 161-192.

COSTA, K. A. P., OLIVEIRA, I. P., FAQUIN, V. **Adubação nitrogenada para pastagem do gênero Brachiaria em solos do cerrado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 60 p. (Documentos/ Embrapa Arroz e Feijão, n. 192).

DEBLITZ C. **Beef and Sheep Report**: understanding agriculture worldwide. Agro benchmark. 2012. Disponível em: http://www.agribenchmark.org/beef-and-sheep/publications-and-projects/beef-and sheep -report.html. Acesso em: 14 nov. 2016.

DECAU, M. L.; DELABY, L.; ROCHE, B. AzoPât: une description quantifiée des flux annuels dazote en prairie pâturée par les vaches laitieres. II-Lêslfux du syteme sol-plante. **Fourrages**. Versailles, n. 151, p. 313-330, 1997.

DIAS-FILHO, M. D. **Degradação de pastagens:** processos, causas e estratégias de recuperação. 4 ed. Belém, Embrapa Amazônia Oriental. 2011. 215 p.

DIAS-FILHO, M. B. **Recuperação de pastagens e segurança alimentar**: uma abordagem da pecuária na Amazônia. Bebedouro: Editora Scot Consultoria, 2013. s.p.

EMBRAPA-CPAC. **Relatório** Técnico Anual, 1987-1990. Planaltina: EMBRAPA – CPAC. 1994. 336 p.

EMBRAPA GADO DE CORTE. **Exigências nutricionais das forrageiras**. Disponível em: http://old.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc110/02exigencias. html. Acesso em: 12 out. 2016.

FAGUNDES, J. L; FONSECA, D. M.; MISTURA, C. MORAIS, R. V.; VITORS, C. M. T.; GOMIDE, J. A., NASCIMENTO JUNIOR, D.; CASAGRANDES, D. R.; COSTA, L. T. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliada nas

quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35 ,n. 1, p. 25-294, 2006.

FERRAZ, J. B, S; FELICIO, P. E. D. Produto systems–an example from Brazil. **Meato Science**, v. 84, n. 2, p. 23-24, 2010.

FERRI, M.G (org.). **Fisiologia vegetal 1.** 2. ed. Pedagógica Universitária. v. 1. 1985. 362 p.

FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. 2. São Paulo: EPU, 1986. v. 2. 1986. 401 p

FONSECA, D. M.; SANTOS, M. E. R.; MARTUSCELLO, J. A. Adubação de pastagens no Brasil: uma análise crítica. *In*: PEREIRA O. G.; OBEID J. A.; FONSECA D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR. (org.). IV Simpósio sobre **Manejo Estratégico da Pastagem**. 1 ed. Ubá: Suprema Editora, 2008, v. 1, p. 295-334.

GALLO, L.A. **O nitrogênio e o ciclo do nitrogênio**. Disponível em: http://*docen*tes.esalq.usp.br/luagallo/metnitrogenio. Html. Acesso em: 01 ago. 2016.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; PEREIRA, O. G. Morfogênese e acúmulo de biomassa em capim-mombaça sob pastejo rotacionado observando diferentes períodos de descanso. *In*: Anais da REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002. Recife – PE, Anais..., Recife: SBZ, 2002. CDROM.

HOPKINS, W. G. **Introduction to Plant Physiology**. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, 2000, 512p.

KLEIN, C.; AGNE, S. A. A. Fósforo: de nutriente à poluente. **Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v. 8, n. 8, p. 1713-1721, 2012.

LOPES, A. S. **Micronutrientes:** filosofias de aplicação e eficiência agronômica. São Paulo: ANDA, 1999. 58 p. (Boletim Técnico, 8).

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JUNIOR, D. *et al*. Características morfogênicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 665-671, 2006.

MACEDO, M. C. M. Degradação de pastagens, conceitos e métodos de recuperação. *In*: SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA DE LEITE NO BRASIL, 1999, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: EMBRAPA/CNPGL, 1999. p. 137-150.

MOREIRA, L. M. **Características estruturais do pasto, composição química e desempenho de novilhos em pastagem de *Brachiaria decumbens cv. Basilisk* adubada com nitrogênio**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 132 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1983. 210 p.

OLIVEIRA, I. P. **Integração agricultura pecuária**:aula sobre pastagem. Rio Verde: IEF. 2016. 40 slides.

OLIVEIRA, I. P.; KLUTHCOUSKI, J.; BALBINO, L. C.; BUSO, L. H., YOKOYAMA, L. P.; MAGNABOSCO, C. U.; SACARPATI, M. T. V. **Sistema Barreirão**: emprego de micronutrientes na recuperação de pastagem. Santo Antônio de Goiás: Embrapa-CNPAF, 1998. 36 p. (EMBRAPA-CNPAF, Circular Técnica, 30).

OLIVEIRA, P. P. A., SOUZA, F. H. D. II. LUZ, P. H., C.; HERLING, V. R. **Avaliação da adubação com micronutrientes em pastagens sob irrigação para produção de forragem e de sementes.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. 40 p.; 21 cm. (Embrapa Pecuária Sudeste. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8).

PEDREIRA, C. G. S.; PEDREIRA, B. C.; BITTAR, C. M. M.; FAUSTINO, M. G.; SANTOS; V. P.; FERREIRA, L. S.; LARA, M. A. S. Produtividade e degradabilidade ruminal da forragem de capins da espécie *Panicum maximum*. **Nativa**, v. 02, n. 03, p. 143-148, jul./set. 2014.

PEREIRA, J. R. A.; REIS, R. A. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais 2001, p. 64-86. *In*: Anais do Simpósio sobre produção e utilização de forragens/ JOBIM, U. C.; DAMASCENO, J. C.; SANTOS, G. T. (eds,) Maringá-PR. UEM/CCA/DZO, 2001. 319 p. p. 64-86.

IR PARA SUMÁRIO ▲

PEDREIRA, C. G. S.; MELLO, A. C. L.; OTANI, L. **O processo de produção de forragem em pastagem**. Disponível em: wp.ufpel. edu.br/govi. files. Acesso em: 12 out. 2016.

PEDREIRA, C. G. S.; TONATO, F. ***Fundamentos do manejo do p*astejo**. Disponível em: m.br/radar-tecnico/pastagens/fundamentos-do-manejo-do-pastejo-parte-2-93828n.aspx # comentários. Acesso em: 14 nov. 2016.

POTAFOS – Instituto de Potassa e Fosfato. **Manual internacional de fertilidade do solo**. Piracicaba:POTAFOS. 1998. 177 p.

SANTOS, E. A.; KLIEMANN, H. J. Disponibilidade de Fósforo de Fosfatos Naturais em solos de cerrado e sua avaliação por extratores químicos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35 n. 3. p. 139-146, 2005.

SANTOS, L. A.; REIS, V. M. **A formação do nódulo em leguminosas**. A formação do nódulo em leguminosas. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. 14 p. (Documentos Embrapa Agrobiologia).

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; BALBINO, E. M., MAGALHÃES, M. A. Capim-braquiária diferido e adubado com nitrogênio: produção e características da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 650-656, 2009.

SEGANFREDO, M. A. Leguminosa de verão: capacidade para fixação simbiótica de nitrogênio potencial de utilização no sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 25, n 2, 1995. p. 481-487.

SENGIK, E.S. **Os macronutrientes e os micronutrientes das plantas**. Versão 2003. 22p. Disponível em: kW. Nele.uem.br/nutrientes-2003. pdf. Acesso em: 27 jul. 2016

SFREDO, G. J.; LANTMANN, A. F. **Enxofre nutriente necessário para maiores rendimentos da soja.** EMBRA Soja. Londrina, 2007. 6 p. (EMBRAPA. Circular técnica 53).

SILVA, S. C.; CORSI, M. Manejo do pastejo. *In*: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 20., 2003. **Anais**...Piracicaba: FEALQ,, 2003, p. 155-186.

SIMIONI, T. A.; GOMES, F. J.; TEIXEIRA, U. H. G.; FERNANDES, G. A. F.; BOTINI, L. A.; MOUSQUER, C. J.; CASTRO, W. J. R.; HOFFMANN, A. Potencialidade da consorciação de gramíneas e leguminosas forrageiras em pastagens tropicais. **PUBVET**, Londrina, v. 8, n. 13, Ed. 262, Art. 1742, Julho, 2014.

SOBER, 2009. Disponível em: http://www.sober.org.br/palestra/13/356.pdf Acesso em 10 jul 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.

TEITZEL, J. K.; BURT.R.L. *Centrosema pubescens* in Austrália. **Tropical Grasslands**. Brisbane, v. 10, n. 1, p. 5-14, 1976.

TREVIÑO, R. G. Beef production in the humid tropics of Mexico. *In*: SANCHEZ, P. A.; TERGAS. L. E. **Pasture production in acid soil of the tropics**. Cali: CIAT. 1989, p. 289-309.

UNDERWOOD E.J. **The Mineral Nutrition of Livestock**. 2 ed. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, England, 1981, p. 102-103.

VALENTE, T. N. P.; LIMA, E. S.; HENRIQUES, L. T.; MACHADO NETO, O. R.; GOMES, D. I.; SAMPAIO, C. B.; COSTA, V. A. C. Anatomia de plantas forrageiras e a disponibilidade de nutrientes para ruminantes: Revisão. **Veterinária e Zootecnia**. 2011. set.; v. 18, n. 3, p. 347-358

VALLE, C. B. do; MACEDO, M. C. M.; EUCLIDES, V. P. B.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. Gênero Brachiaria *In*: FONSECA, D. M. da; MARTUSCELLO, J. A. (Ed.). **Plantas forrageiras**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010. p. 30-77

VALLE, C. V. **A escolha da forrageira para a formação de pastagem**. Jornal dia de campo. 2010. Disponível em: http://www.diadecampo.com.br. Acesso em: 25 jul. 2016.

VAN SOEST, P. J. Use of detergents in the analysis of fibrous foods. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **Journal of the**

Association of the Official Analytical Chemists, v. 46, p. 829-835, 1963.

VILELA, L.; BARCELOS, A. O.; SOUSA, D. M. G. **Benefícios da integração entre lavoura e pecuária**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 21 p. (Documentos / Embrapa Cerrados; 42).

WILSON, J. R. 1993. Organization of forage plant tissues. *In*: JUNG, H. G., BUXTON, D. R., HATIFIELD, R. D. (eds). Forage cell wall structure and digestibility. America Society of Agronomy, Crop Science Society of America, **Soil Science Society of America**. Madison, WI. 1993, p. 1-32

WILSON, J. R. Strutural and anatomical traits of forages influencing their nutritive value for ruminants. *In*: Simpósio Internacional sobre Produção Animal em Pastejo, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV. p. 173-208. 1997

Capítulo 8

FORMAÇÃO DE PASTAGEM E PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DA FORRAGEM PARA A NUTRIÇÃO ANIMAL

Itamar Pereira de Oliveira,[1] Wayron Araújo de Castro,[2] Wender Ferreira de Souza,[3] Katia Aparecida de Pinho Costa,[4] Victor Costa e Silva,[5] Daniel Augusto A. Teixeira[6]

Resumo: A relação produção e qualidade de forragem animal dependem de fatores internos e externos. Por sua vez os fatores externos de produção dependem do animal, clima, solo, planta e ambiente enquadrando temperatura, umidade, fertilidade, insumos, aptidão animal e manejo e, os fatores internos são caracterizados pela genética, exigência nutricional animal, qualidade da forrageira, suplementos, comportamento animal, pessoal de contato diário e conforto animal. Alguns desses fatores se confundem entre si que influenciam na expressão do rendimento animal, mas se interagem fazendo com que os fatores externos se associem aos fatores internos contribuindo para o sucesso ou o fracasso da atividade agropecuária. Geralmente,

1 Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão.

2 Técnico profissional superior da COMIGO em Caiapônia.

3 Pós-doutorando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde.

4 Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrária/Agronomia - Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Bolsistas do CNPq.

5 Pós-doutorando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde.

6 Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias/Agronomia do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde.

IR PARA SUMÁRIO ▲

a tradição familiar no manejo de um rebanho representa, em maior parte, para o objetivo planejado para o produtor em direção ao sucesso. Para isso, quanto maior a convivência e o conhecimento, menor é o tempo para se atingir um equilíbrio entre atividade e sustentabilidade.

Palavras-chave: Agrotóxicos. Equilíbrio do solo. Fertilidade do solo. Microrganismos do solo. Parâmetros físicos e controle de desenvolvimento da raiz. Pastejo assistido. Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

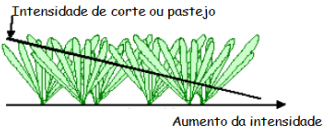
A sustentabilidade das atividades agropecuárias pode ainda ser mantida nos dias atuais desde que se adapte às condições do ambiente à tecnologia de exploração. De acordo com esse princípio, pode-se inferir que existem tecnologias que podem ser utilizadas para diferentes tipos de sistemas e exploração racional com boa qualidade de vida para os animais (Figura 1). Embora reconhecendo que os antecessores da atividade tenham deixado valiosos legados provenientes dos sistemas tradicionais e que são sempre lembrados e utilizados como referência para a modernização dos sistemas de criação e poder competir física e economicamente com outros mercados concorrentes.

Os sistemas modernos têm trabalhado para a da operacionalidade se utilizando dos conhecimentos práticos associados com os princípios científicos resultando no crescimento da produtividade e produção com qualidade de acordo com as exigências do consumidor.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 1 - Variação da comunidade vegetal sob a ação de pressão de pastejo e corte das plantas por colheita ou por ou pela ação do animal

Pressão de pastejo e comunidade de animal



Visão relativa da pressão de pastejo material remanescente da pastagem.

Fonte: Adaptado de Ruggieri, 2016.

Profissionais da área zootécnica e agronômica tem recomendado observar alguns grandes grupos de fatores básicos que se interagem em conjunto para se obter sucesso na criação animal como solo, planta, clima, animal e ação do homem (CAMARGO; NOVO, 2009).

No campo agronômico, solo é conceituado como a camada superficial da terra onde se pode desenvolver vida animal e vegetal. Para conhecer o solo é necessário entender os fatores de intemperismo que atuaram no material de origem que é continuamente modificado em relação ao relevo, clima, bioma e o período de tempo a que foi submetido. Os solos encontram-se em contínuo desenvolvimento, ou em mudanças dinâmicas mesmo em período curto de tempo graças aos organismos vivos no solo que se desenvolvem sob a ação do clima a que são expostos. O solo funciona como sustentáculo da vida terrestre.

IR PARA SUMÁRIO

Tabela 1 - Densidade e biomassa dos grupos dos principais microrganismos do solo por metro quadrado

Grupo	Biomassa (grama)	Densidade (número)
Microrganismos		
Bactérias	50	10^{14}
Fungos	100	10^{11}
Algas	1	10^{10}
Microfauna (<0,2mm)		
Protozoários	9	10^{10}
Rotíferos	0,01	10^{5}
Nematoides	10	10^{7}
Mesofauna (0,2-10mm)		
Ácaros	1	10^{5}
Colêmbolas	0,6	10^{4}
Enquitríqueos	2	10^{4}
Macrofauna (>10mm)		
Minhocas	50	10^{2}
Cupins	4	10^{3}
Formigas	0,5	10^{3}
Coleópteros	2,5	10^{2}
Aracnídeos	0,5	10
Myriápoda	1,5	10
Outros	2,5	10^{2}

Fonte: Adaptação por Moreira; Moreira, 2006.

*Baseado na largura do corpo. **Ordem de grandeza. ***Inclui Actinomicetos e cianobactérias.

Considerando o solo o local onde se produz alimento, ele é importante para os seres vivos, incluindo o homem, se o alimento produzido nele for saudável, em função do solo, manejo da cultura e da nutrição da planta. No solo se encontram os micro e macro nutrientes e boa quantidade de água disponível aos vegetais. Quando o solo está em equilíbrio com a fonte de origem,

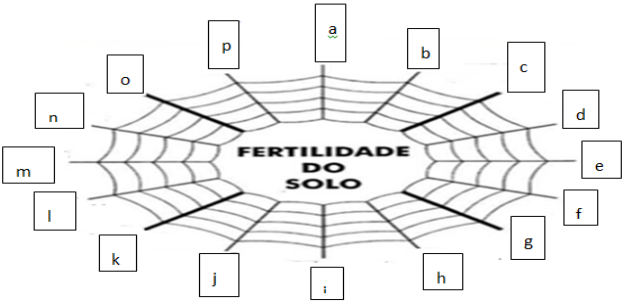
com o teor de umidade do ambiente, com os seres (Tabela 1) que dependem dele e com a atmosfera presente tem-se um solo fértil. Por outro lado, mesmo observando apenas um fator em desequilíbrio, esse deverá ser corrigido. O homem dependente do solo pode transformar um solo fértil em infértil dentre os vários fatores isso é possível acontecer se o seu uso faz colocar esse solo exposto à erosão ou exploração intensificada (SCHAETZL; THOMPSON, 2015).

O solo como ambiente dinâmico, pode ser considerado um verdadeiro laboratório de inúmeras e variadas populações de todos os tipos de microrganismos (Figura 2). Diferentes nichos ecológicos apresentam populações com funções específicas em variadas atividades bióticas atuando no ambiente.

Nos maiores grupos são incluídos vírus, bactérias, fungos, algas e macrofaunas onde se encontram artrópodos e protozoários. As bactérias e fungos atuam como transformadores bioquímicos com funções importantes na degradação dos agrotóxicos. O conhecimento da importância desses organismos se encontra relacionadas com o estudo de novos sistemas agropecuários de produção onde são criadas condições naturais necessárias para mitigar os problemas de erosão, químicos, físicos e biológicos, das áreas agricultáveis.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 2 - Relação dos componentes associados para o equilíbrio do solo com qualidades férteis e produtivos



a)Diversificação e rotação de culturas. b) Flora e fauna do ambiente explorado. c) Matéria orgânica, fontes e funções. d) Macronutrientes. e) micronutrientes. Correção e fertilização do solo f) Preparo e manejo do solo, uso de máquinas e operações necessária para o desenvolvimento da planta g) Água, qualidade e quantidade. h) Inimigos naturais envolvendo fatores inerentes ao solo, à planta e ao ambiente. i) Variedades adaptadas, produtivas e tolerantes às condições adversas locais. j) Controle de ervas invasoras. Sistemas agrícolas e uso de produtos químicos, k) Bio estrutura envolvendo componentes bióticos e abióticos. l) Áreas florestadas com conhecimento sobre agricultura e pecuária. m) Manejo de pragas e doenças, comuns ao sistema de culturas exploradas. n) Controle da erosão, adaptada ao arejamento do solo, ao uso de água, à biota, à topografia e à cultura utilizadas. o) Ar. Conhecimentos de solo, planta e atmosfera p) Acidez do solo, controle, acompanhamento, indicação de culturas. Diagrama baseado em Magdof; Van Es, 2009.

Solo

O solo é um recurso natural renovável, sob a influência de planta, manejo e fenômenos atmosféricos (Figura 2), que desempenha um papel fundamental na produtividade agrícola, pois carrega em sua composição, pelo menos parcialmente, os nutrientes essenciais para as plantas. Um solo fértil possui grande capacidade de fornecer água e nutrientes às plantas, mas sua fertilidade pode variar muito, em uma só propriedade agrícola. Por isso, o agropecuarista precisa conhecer os problemas da atividade e ficar atento a todas as ameaças que rodeiam e que tenham influência negativa

sobre o retorno necessário que o profissional necessita para manter e evoluir na atividade do seu conhecimento (Figura 2).

2. SOLO COMO SUPORTE PARA PRODUÇÃO DE FORRAGEIRAS

Nas áreas agronômicas consideram o solo como uma camada não consolidada na qual pode-se desenvolver vida, seja vegetal, animal ou ambas, encontrada entre a litosfera e a atmosfera. É formado através de processos químicos, físicos e biológicos, incluindo a ação do homem e que se encontra em constante alteração pela adição de material carregado pelo vento e água, remoção e distribuição, transporte e modificações sofridas e influenciadas o manejo realizado pelo homem. Esses processos atuam sobre o material litológico dando origem ao solo que permanece sob constante desenvolvimento em qualquer espaço de tempo considerado. Em escala microscópica diariamente, sofre ações do clima e dos microrganismos que resultam em alteração das características diferenciadas nos variados locais.

A característica final de um solo é determinada por fatores combinados mais atuantes na sua formação e que dependem do clima, material de origem, organismos, tempo e relevo. Tem-se considerado solo fértil quando todos os fatores atuam em equilíbrio e quando algum ou alguns desses fatores deixam de atuar por motivos especiais, o solo formado não é fértil e deve ser corrigido para obter maiores produções para a finalidade a que se destina.

Desse modo, a resposta da pastagem aos fatores naturais de formação; das correções exigidas para o desenvolvimento do vegetal, seja pasto ou cultura; do animal que consome a pastagem e complementação nutricional obtida com o produto de origem vegetal, massa verde, raiz, tubérculo, fruto ou grão; do homem que

consome o produto animal, e algumas vezes, o vegetal, é completa quando as necessidades dos seres que compõem a cadeia alimentar são satisfeitas e assim todos os elementos são desenvolvidos em perfeito balanceamento nutricional (EDMOND, 1964).

2.1 - Características químicas do solo que influenciam a produção de forrageiras

a) Acidez do solo

Os solos tropicais, incluindo o cerrado brasileiro, apresentam alguns grandes problemas, normalmente identificados, que contribuem para o cenário da baixa produtividade das pastagens brasileiras, a acidez e a escassez de nutrientes disponíveis, além de baixos teores de fósforo, cálcio, magnésio, zinco, matéria orgânica, além do baixo pH e alta concentração de alumínio. Certamente, à medida que se abre novas áreas para exploração agropecuária pode se, após poucos anos de uso, dois a três anos, afirmar que a área de pastagem utilizada vai se encontrar degradada, implica relatar que o ecossistema, responsável pela produção de forragem, está em desequilíbrio, sendo neste constatados falta de adaptação da planta forrageira ao ambiente; manejo inadequado da pastagem; presença de plantas invasoras; presença de pragas e doenças; perda da fertilidade do solo; incompatibilidade entre as espécies associadas como os consórcios de forrageiras. A realidade é que, mesmo utilizando-se de práticas de implantação ou reforma de pastagens bem conduzidas, ao longo dos anos os pastos sofrem degradação natural, refletida na acidificação do solo, seja pela lixiviação dos nutrientes, pela absorção de bases pelas próprias plantas ou pelos efeitos da adubação, principalmente a nitrogenada.

b) Fertilidade do solo

A produção de uma planta forrageira está relacionada com determinantes morfológicos da produtividade de estandes de plantas forrageiras, fotossíntese de folhas individuais, arquitetura do relvado e fotossíntese do dossel, síntese e senescência de tecidos, crescimento, do acúmulo líquido de carbono, ou seja, o balanço entre crescimento e senescência encontram-se desequilibrado, com reflexos na produção de perfilhos, florescimento e ressemeadura, produção de massa e pastejo, unidade animal taxa de lotação e método de pastejo (PEDREIRA *et al*., 2006; 2015).

Geralmente quando se recupera uma pastagem ocorre o desenvolvimento de grande volume de massa e os resíduos da forrageira não consumida pelos animais protegem a superfície do solo do contato direto da massa do animal. Ao mesmo tempo, o volume de raízes produzidas e mortas permitem a formação de uma rede de canais no solo que facilita o seu arejamento, criando condições de oxidação e ausência de compactação, permitindo a elevação ou a manutenção do pH em níveis mais elevados que o da área degradada. Solos arejados apresentam maior fluxo de O_2 e baixa acumulação de CO_2 produzido pelo sistema radicular. Em solo compactado, o CO_2 reage com a água formando os carbonatos e os bicarbonatos ácidos. A acidez do solo e as condições fisiológicas que a acompanham resultam da falta de cátions metálicos permutáveis, cuja ausência deixa livres ânions como HCO^{3-}, $CO^{3--,}$ $SO4^{--}$ e NO^{3-} e outros formadores de ácidos que resultam em abaixamento do pH ou aumento da acidez (Figuras 3 e 4).

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 3 - Valores de pH, P e Zn em função da profundidade do solo, nas áreas recuperadas e degradadas

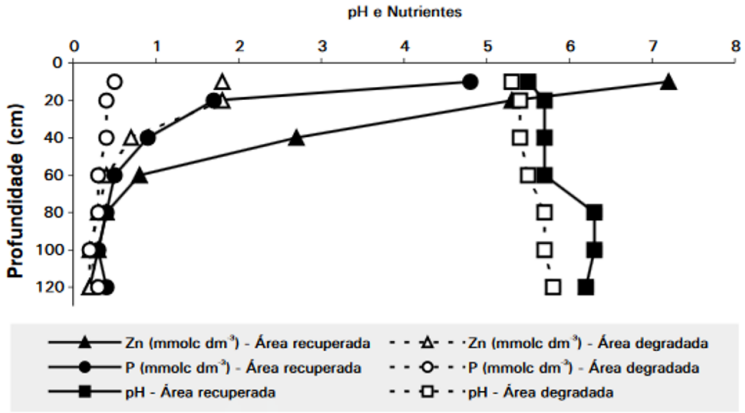
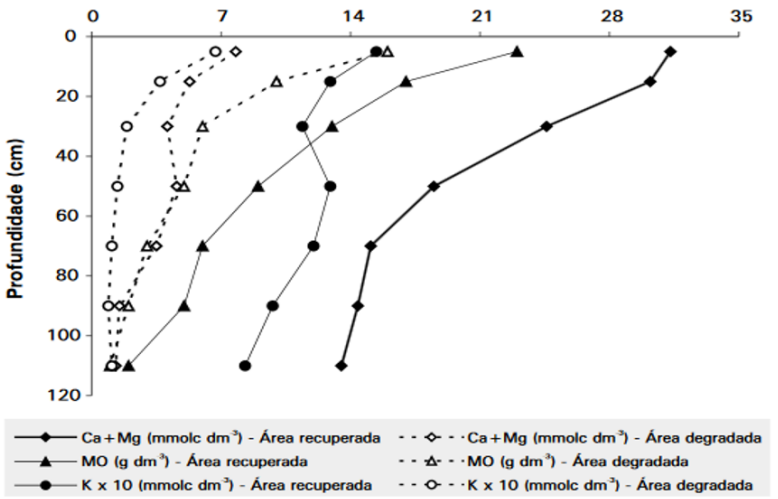


Figura 4 - Valores de Ca+Mg, K e MO, matéria orgânica, em função da profundidade do solo nas áreas recuperadas e degradadas



IR PARA SUMÁRIO ▲

A maior concentração de zinco (Zn) no solo recuperado, onde foram aplicados 20 kg ha^{-1} de sulfato de zinco e 30 kg ha^{-1} de FTE BR 12 que, além de outros nutrientes, contém 9% de Zn na sua composição na época da recuperação da pastagem. Mesmo que o Zn seja mais solúvel e esteja mais disponível em baixo pH (Figura 4), a sua presença na solução do solo pobre em mineral secundário contendo zinco, n a maioria dos solos de cerrados, está diretamente relacionada com a quantidade de zinco aplicada. Deficiências de zinco em forrageiras desenvolvidas em pastagens recuperadas constituíram as primeiras indicações de que maiores cuidados com a nutrição mineral das pastagens que deveriam ser considerados, principalmente quando se utilizam as práticas de correção do solo e fertilização.

As maiores concentrações de Ca+Mg (Figura 4) na área recuperada podem ser observadas após dois anos de exploração intensiva pelo gado bovino, é o resultado da aplicação de calcário em partículas sólidas de carbonatos de cálcio e de cálcio-magnésio que recompõem esses nutrientes disponíveis como bases permutáveis adsorvidas pela matéria coloidal e como cátions dissociados na solução do solo, principalmente em associação com os íons bicarbonatos. Os teores de Ca + Mg refletem a diferença entre a solubilidade máxima de calcário na área recuperada em relação à não recuperada, visto que a reação do calcário se completa em torno de dois anos após a sua aplicação. O solo degradado, pela ação dos íons H gerados pelo ácido carbônico e outros ácidos, já havia perdido os cátions Ca e Mg de reserva. O cálcio (Ca) é o cátion perdido em maior quantidade, embora também sejam perdidos magnésio (Mg) e potássio (K). Esse processo ocorre rapidamente nas camadas da superfície úmida dos solos. A absorção contínua de íons hidrogênio (H) pelas micelas

coloidais em lugar do Ca e de outras bases aumenta as características ácidas dos solos agricultáveis.

Nesse estudo verificou-se que desenvolvimento da pastagem dependia mais de outros nutrientes, como o fósforo e o nitrogênio, que do potássio. É possível que na área recuperada, mesmo com baixas concentrações de potássio, esse nutriente pode ser encontrado na solução do solo ou trocável adsorvido nas superfícies coloidais, entretanto prontamente disponível, o suficiente para suprir as necessidades da planta.

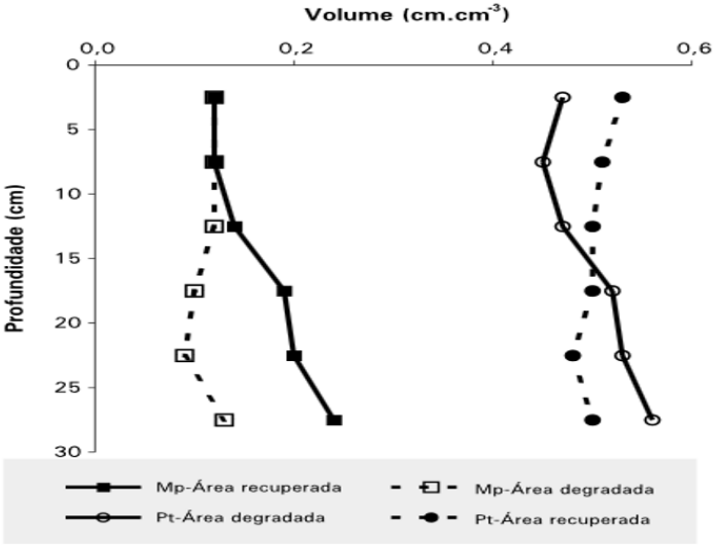
Naturalmente as maiores concentrações de matéria orgânica podem ser observadas nas áreas recuperadas. Em áreas degradas o manejo animal extensivo, via de regra, não obedece ao ciclo de desenvolvimento das forrageiras, prejudicando a produção de matéria seca que, associada à utilização de super pastejo, resulta em degradação química do solo e baixa produção de matéria orgânica. Tem-se observado que a degradação das pastagens ocorre com a perda de matéria orgânica proporcionalmente à quantidade de matéria orgânica contida no solo, além de perdas de nutrientes como P, K, Ca e Mg.

IR PARA SUMÁRIO ▲

2.2 - Características físicas que afetam o desenvolvimento das plantas forrageiras

A porosidade total e a macro porosidade (Figura 5) nos dois foram maiores no solo corrigido. Assim, a pastagem de braquiária da área recuperada teve efeito na estruturação do solo, pois nessa camada foi promovido o aumento da porosidade total do solo. Tem-se explicado esses aumentos em sistemas de cultivos envolvendo pastagens à formação de agregados pela ação direta do sistema radicular no perfil do solo.

Figura 5 - Macroporosidade (Mp) e porosidade total (Pt) em função da profundidade do solo, nas áreas recuperadas e degradadas



A compactação é caracterizada pelo aumento da densidade do solo em função do arranjamento das partículas primárias, argila, silte e areia. Quando o solo é submetido a um esforço cortante e/ou de pressão, há redução do espaço aéreo, aumentando sua densidade. Em áreas de pastagens, a compactação do solo, indiretamente avaliada pelo aumento da sua densidade (Figura 6),

normalmente é induzida por forças aplicadas à sua superfície, isto é, pela carga animal, seja em regime intensivo ou extensivo. O aumento da densidade do solo também é creditado ao tempo de pastejo também é devido à degradação da própria pastagem, visto que o processo de compactação também é intensificado pela redução dos agentes de estrutura, tais como matéria orgânica, redução da atividade de alguns microrganismos, exsudados de plantas, que estão diretamente relacionados com a produção da parte aérea, da quantidade de raízes e do grau de cobertura do solo.

Em áreas degradadas sob sistema extensivo, normalmente não se leva em consideração a capacidade de suporte do pasto que permita a manutenção de determinado número de gemas ativas para rebrotamento da forrageira, nem o período de ocupação que permita à forrageira completar o período ideal de rodízio do gado. O excesso de carga animal ocasionado por diferentes lotações sobre as pastagens pode afetar algumas propriedades do solo, aumentar a susceptibilidade à erosão hídrica e diminuir a capacidade produtiva. Em paralelo ocorre a degradação da qualidade física do solo associada à compactação causada pelo pisoteio animal.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 6 - Densidade do solo (Ds) e resistência à penetração (Rp), em função da profundidade do solo, nas áreas recuperadas e degradadas

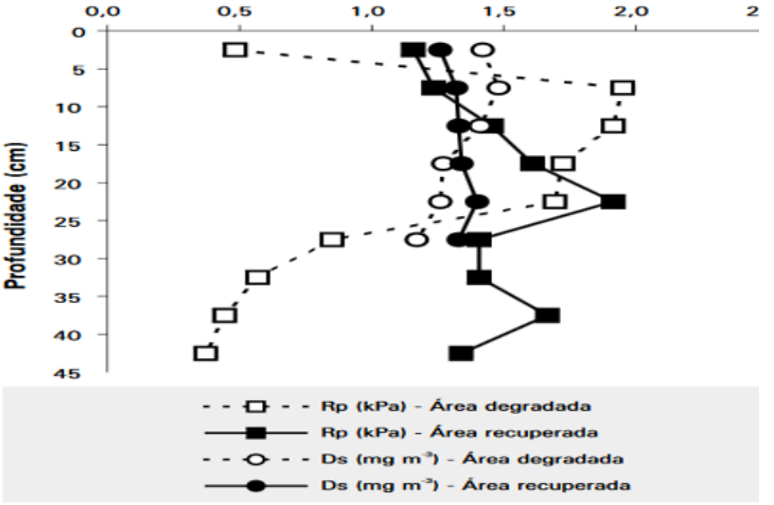
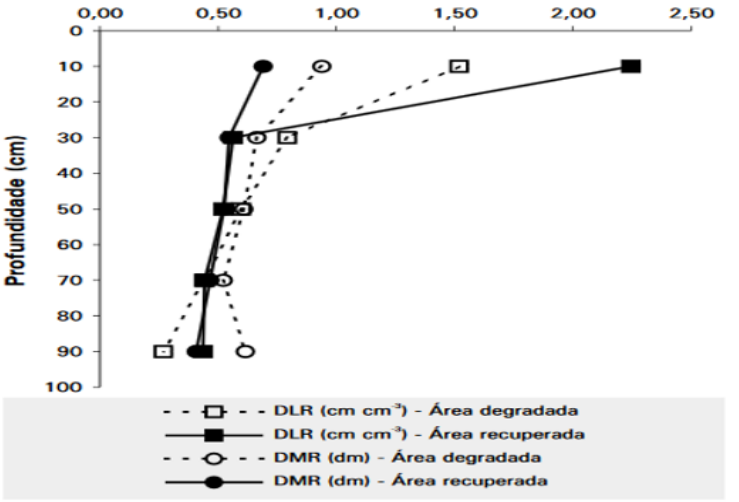


Figura 7 - Densidade linear radicular (DLR) e diâmetro médio radicular) (DM em função da profundidade do solo, nas áreas recuperadas e degradadas



As áreas degradadas geralmente afetam o desenvolvimento radícular como reflexo do estágio de degradação que a área representa. Ocorrem redução da densidade radicular e diâmetro média radicular (Figura 7). Nesse local, além do baixo teor de matéria orgânica, verificava-se um número grande de plantas de braquiária, porém quase todas secas, rentes à superfície do solo. Nessas condições, as raízes não desenvolvem o suficiente para manter a pastagem em condições ideais para o consumo do rebanho.

A densidade linear radicular (DLR) e diâmetro médio radicular (DMR) regularmente decrescem com o aumento da profundidade das raízes. As áreas degradadas a redução da produção da pastagem é acompanhada pela diminuição do número de raízes no perfil do solo e da concentração do sistema radicular próximo à superfície. A importância de uma vigorosa colonização do solo pelo sistema radicular das forrageiras, gramíneas ou leguminosas e outros, em solo recuperado reside no fato de que as espécies dessas famílias têm importância na reestruturação da camada arável, tornando o solo mais resistente à ação do impacto das gotas de chuva e menos propenso à erosão.

2.3 - Características biológicas

Por muito tempo as condições necessárias para a abertura e permanência de pastagens foram ignoradas pelos profissionais relacionados com as atividades da agricultura e pecuária. A agricultura, por algum tempo, atravessou um período com aumento populacional mundial característico mais de caráter extrativista do que profissional. Com tudo isto, tornaram as necessidades de melhorar a produção para suprir os mercados internos e exportação através de iniciativas particulares e políticas governamentais. Atualmente sucesso da agropecuária depende de fato-

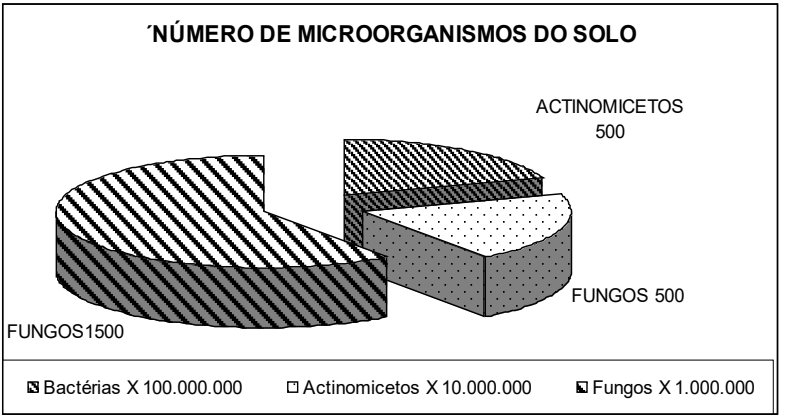
res que nem sempre podem ser resolvidos com política interna de produção, mas tornou-se uma atividade sustentável quando o gerenciador tem aptidão para desenvolver sua programação observando as tendências das políticas internacionais de mercado e sabe reconhecer e administrar os problemas normais de quaisquer atividades. Para isso, o administrador tem que conhecer, pelo menos o básico necessário para atingir seu objetivo.

Para início é necessário conhecer os fatores do solo que é função de cinco fatores conforme a equação:

SOLO = f (clima, relevo, flora e fauna, rocha de origem, tempo), sendo que os fatores que controlam a ação do intemperismo são:

Clima – que se expressa na variação sazonal da temperatura e na distribuição das chuvas; relevo – que influencia no regime de infiltração e drenagem das águas pluviais;

Figura 8 - Número relativo de microrganismos do solo

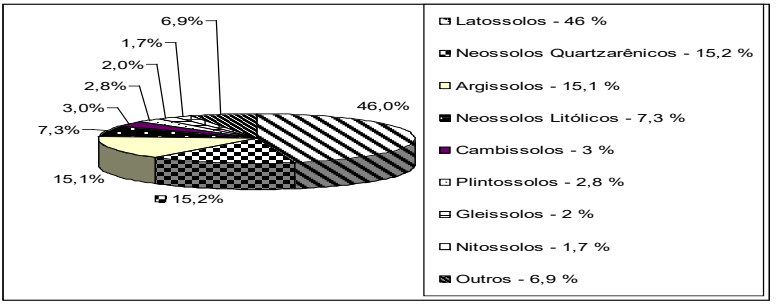


Fonte: Adaptado de Pepper; Josephson (1995).

A Flora e a fauna (Figura 8) que fornecem a matéria orgânica para as reações químicas e remobilizam materiais; rocha – que, segundo a sua natureza apresenta resistência diferenciada aos

processos de alteração intempérica; tempo em que a rocha fica exposta aos agentes intempéricos (MATOS, 2018). Os fatores biológicos, considerando a ação conjunta de todos atuando no estabelecimento e na conservação de uma pastagem pode-se ter uma ideia da variação que ocorre em cada classe de solo (Figura 9).

Figura 9 - Classes dos principais solos do cerrado que cobrem uma área de 203 760.000 metros quadrados



Fonte: Adaptado de Oliveira, 2009 e EMBRAPA, 2006.

Atualmente, na prática, dentre os principais indicadores microbiológicos utilizados para avaliar a qualidade do solo, no caso das pastagens, destacam-se a determinação do carbono © e/ou nitrogênio (N) da biomassa e a diversidade microbiana, respiração microbiana baseada na captura do CO_2 liberada de amostras em incubação e atividade enzimática do solo (BALOTA *et al*., 2014 e BOLOTA *et al*., 2016; Pepper; Josephson, 1996 citados por Mattos, 2018) e, dentre outros, determinação de nutrientes minerais como N, P, Ca, Mg, Cu, Zn e outros. A biomassa microbiana é um indicador sensível a mudanças no ecossistema, pois representa o destino inicial do carbono em transformação, e é uma das principais fontes de produção do CO_2 e das enzimas do solo (Tabela 2).

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 2 - Reações catalisadas por diferentes enzimas produzidas pelos microrganismos do solo

REAÇÕES CATALISADAS	**ENZIMAS**
Transferência de elétrons	Óxido-redutase (desidrogenase alcoólica)
Transferências de grupos funcionais	Transferase (Transcetolase)
Reações de hidrólise	Hidrolase (galactasidase)
Adições a ligações simples	Liase (aconitato- hidratase)
Isomerização	Isomerase (triose fosfato)
Formação de ligações com clivagem de ATP	Ligase (acetilcoenzima A carboxilase (sintetase)

Fonte: Pelczar *et al*., 1981, 1980).

Esses microrganismos são importantes nas reações de catalizadores de enzimas, degradação de herbicidas (Tabela 3), de agrotóxicos em geral (Tabela 4).

IR PARA SUMÁRIO

Tabela 3 - Microrganismos dos solos que degradam herbicidas de estrutura molecular simples

BACTÉRIAS	
Microrganismos	**Herbicidas**
Achromobacter spp e Micoplana sp	MCPA – 2,4 D – 2,4,5 T
P. cruciviae	2,4,D – 2,4,5 T
Arthrobacter globiformis e *Sporocytophaga congregata*	2,4 D
Brevibacterium sp	2,4,5 T
Crynebcterium sp	2,4 D – PCP
Flavobacterium spp	2,4 D – PCP Dalapon
Alcaligenes sp, Micr*ococcus*	Dalapon
P. dehalogenans e *Agrobacgterium* sp	Dalapon DCA
Azotobacter sp e *Pseudomona putida*	Allyl alcohol
Pseudomona spp	2,4 D-Dalapon PCP TCA-PCP
ACTINOMICETOS	
Nocardia spp	2,4 D – MCP - Datapon
Strptomyce spp	2,4 D – Dalapon – TCA – Allyl alcohol
FUNGOS	
Aspergillus niger	MCPA – 2,4 D - MCPB
Aspergillus sp	Dalapon
Cephaloasca fragrans	PCP
Fusarium sp Geotrichum sp	Dichlonenil
Penicillium spp	Dalapon – PCP - Dichlobenil
Trichoderma viride	Dalapon – TCA
Trichoderma spp	PCP – Dichlobenil – Allyl Alcohol

Fonte: Brown, 1978.

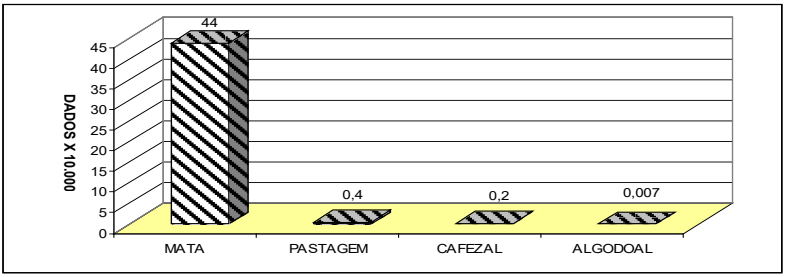
IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 4 - Resultados de trabalhos pioneiros sobre microrganismos degradadores de agrotóxicos isolados de cultura de arroz

MICRORGANISMOS	AGROTÓXICOS
1. *Clostridium* sp (Sethunathan *et al*., 1969)	Hexacloro benzeno
2. *Pseudomona cepacia* (Venkatewarlu *et al*., 1980)	Carbaril Carbofurano
3. *Arthrobacter* sp. e *Bacillus* sp.(Rajagopal *et al*.,1984), Micrococus sp., *Arthrobacter* sp., *Bacillus* sp. (Rajagopal *et al*.,1984)	Diazinon
4. *Arthrobacter* spp. (Sethunathan; Pathak (1971); Yoshida (1975); Sethunathan *et al*. (1969, 1972 e 1982), *Flavobacterium* e *Steptomyces* sp.;	Paration Pentaclorofenol
5. *Bacillus* sp e *Pseudomonas* sp. (Siddaramappa *et al*. (1973), Fl*avobacterium* sp. (Sthunattan; Yoshida, 1973)	
6. *Mycobacterium* sp, (Suzuki, 1983), *Pseudomona* sp (Watanabe, 1973)	

Fonte: Roger, Bhuiyan (1995).

Figura 10 - Número de anos que uma camada de 15 centímetros de um solo leva para ser carreada pela erosão sob diferentes coberturas vegetais (44 = 440.000 anos, 0,4 = 4.000 anos, 0,2 = 2.000 anos e 0,007 = 70 anos)



Fonte: Bertoni; Lombardi Neto, 1990.

Sendo o solo um recurso natural, o uso de indicadores da sua qualidade para avaliação da sustentabilidade ambiental é de grande importância. A qualidade do solo pode ser definida

como sua capacidade de funcionar dentro dos limites do ecossistema para sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde vegetal e animal (DORAN *et al*., 1996). A avaliação dessa qualidade por meio de atributos do solo é bastante complexa devido à grande quantidade de definições de um solo com qualidade para determinado uso, à multiplicidade de inter-relações entre fatores físicos, químicos e biológicos que controlam os processos e aos aspectos relacionados à sua variação no tempo e no espaço (Figura 10). O grande desafio dos estudos sobre sustentabilidade é com relação ao desenvolvimento de métodos para avaliação da qualidade do solo e do ambiente sob a interferência do homem. Há, atualmente, um esforço multidisciplinar, tentando quantificar diferentes atributos que estão relacionados com a sustentabilidade, traduzindo-os na forma de indicadores de qualidade do solo. Segundo Tótola, Chaer (2002), um indicador de qualidade do solo pode ser simplesmente uma variável mensurável como, por exemplo a temperatura do solo, um processo e conhecimento sobre taxa de mineralização do N ou um índice, no qual se incluem inúmeras medidas do solo como densidade, porosidade, matéria orgânica e outros (SILVA *et al*., 2009; SILVA *et al*., 2007).

Observa-se que, quando as variáveis ambientais como atributos físicos, químicos e biológicos do solo são analisadas em conjunto e correlacionadas com diferentes ecossistemas, a visualização e a ordem de influência dessas variáveis são bem mais claras. A ideia de utilizar técnicas estatísticas que permitam a ordenação de amostras em função de uma série de fatores ambientais simultaneamente permite uma análise conjunta dos fatores ambientais para verificação de suas correlações com diferentes ecossistemas ou usos do solo. Alvarenga (1996), estudando a alteração de atributos de solo sob diferentes con-

dições de uso, observou, por meio de análise de componentes principais, que os atributos do solo mais correlacionados com as alterações nos ecossistemas foram o teor de K, Mg, Ca e S, a densidade do solo, a porosidade total, a macroporosidade e a percentagem de agregados superiores a 2 mm. A autora observou ainda que, na floresta de eucalipto com 15 anos de plantio, houve aumento nos teores de Ca, Mg e B. Nas propriedades biológicas, encontraram-se uma diversidade maior, colonização radicular mais extensa e maior número de esporos dos fungos micorrízicos arbusculares. Observou, ainda, que o eucalipto de 15 anos com cortes espaçados e a pastagem de braquiária, apesar de alterarem os atributos químicos do solo, apresentaram menor degradação física, com menor alteração da qualidade ambiental que os demais sistemas estudados.

Avaliando a agregação do solo e a estabilidade dos agregados em diferentes sistemas de manejo do solo, incluindo lavouras em plantio direto, lavouras de soja em rotação com pastagens em plantio direto e pastagens permanentes de Brachiaria sp. Salton *et al*. (2008) obtiveram agregados maiores e mais estáveis em solos com pastagens, com forte efeito dos teores de argila e de C no solo. A formação de macro agregados pareceu estar relacionada à presença de raízes mais abundantes sob pastagem de gramíneas. Segundo Silva *et al*. (2008), estudos de qualidade física e estrutural do solo, com influência direta no crescimento e desenvolvimento das raízes das plantas podem ser facilitados por meio da representação matemática de curvas de retenção de água e de resistência do solo à penetração. Solos sob cultivo de cana-de-açúcar com diferentes texturas foram selecionados para esse estudo e, após ajustes das curvas de retenção de água e de resistência do solo à penetração em função dos teores de argila, verificou-se que o acréscimo do teor de argila

no solo reduziu a amplitude da densidade deste para manter o mesmo valor de resistência do solo à penetração em potenciais mátricos equivalentes.

Estudos da avaliação de atributos químicos, físicos e biológicos na qualidade do solo são essenciais no entendimento da funcionalidade e sustentabilidade de solos em diferentes condições de uso. Utilizando ferramentas de agrupamento e análise multivariada, objetivou-se, neste estudo, identificar e quantificar efeitos de importantes coberturas florestais e de pastagem na qualidade química, física, microbiana e visual de solos.

3. AÇÃO DO HOMEM NO SISTEMA AMBIENTE E MANEJO

A presença do homem em qualquer sistema seja de extensão macro, de biomas, como microssistemas, como os de quintal de habitações provocam mudanças no ambiente. Para os profissionais que se interagem com terras, animais, sistemas de produção agropecuários têm influência nas transformações nos sistemas de origem, denominadas de impacto ambiental. Impacto Ambiental é a alteração no meio ou em algum de seus componentes por determinada ação ou atividade. Os profissionais da Agricultura e da Pecuária desde a fase de planejamento devem se preocupar com o binômio investimento e retorno. Estas alterações precisam ser quantificadas, pois apresentam variações relativas, podendo ser positivas ou negativas, grandes ou pequenas (Tabela 5). É importante saber que avaliar as consequências de algumas ações, para que possa haver a prevenção da qualidade de determinado ambiente que poderá sofrer a execução de certos projetos ou ações, logo após a implementação dos mesmos. Um impacto corrido em escala local pode ter também consequências em escala global (Tabela 5).

Tabela 5 - Sistemas de manejos e grupos de bactérias degradadoras de agrotóxicos isolados de solos sob diferentes sistemas de manejo

MANEJO DO SOLO	NÚMERO DE ACESSO	DEGRADAÇÃO DE AGROTÓXICO
Mata nativa e campo nativo	13	Comazona
Cultivo mínimo		
Cultivo mínmo	3	Glifosato
Cultivo mínimo	6	Quincloraque
Pré-germinado	7	Pirazol sufuran
Cultivo convencional	6	Carbofurano
Cultivo convencional	8	Carbosulfano

REAÇÕES OCORRIDAS NAS DEGRADAÇÕES DE AGROTÓXICOS		
Grupos de microrganismos	Potencial de Redox (Eh)/Mv	Reações
Anaeróbios	+800	$O_2 \rightarrow H2O$
Anaeróbios facultativos	+740	$NO_3 \rightarrow N_2, N_2O$
Anaeróbio	-220	$SO_4^- \rightarrow S_2$
Anaeróbios	-300	$CO_2^- \rightarrow CH_4$

Fonte: Matos *et al.*, 2000.

A Semeadora direta em solo previamente preparado.

Semeadura de semente pré-germinada em solo alagado e preparo com gradagens e aração em solo nivelado com queda de nível recomendada.

Solos preparados com gradagem pesada, aração profunda e gradagem de Nivelamento

Tem-se trabalhado com semeadora direta em solo previamente preparado, semeadura de semente pré-germinada em solo alagado e preparo com gradagens e aração em solo nivelado com queda de nível recomendada e; solos preparados com gradagem pesada, aração profunda e gradagem de nivelamento (MATOS *et al.*, 2000).

Os sistemas agrícolas que associam a monocultura contínua ao uso de equipamentos inadequados de preparo do solo que resultam em rápida degradação do solo causada pela carreamento do solo pelas águas de chuvas e retirada de nutrientes do pela retirada das pastagens como alimento dos animais quase sempre em excesso de unidade animal por hectare.

O mesmo acontece quando se faz uso de pastagens constituídas de forrageiras exigentes em fertilidade em regime extensivo de pastejo. Para aproveitamento dessas áreas como alternativa de implantação de nova pastagem, têm-se utilizado forrageiras mais rústicas, como as do gênero *Brachiaria*. Entretanto, com o tempo, nem mesmo estas forrageiras têm conseguido bom desenvolvimento nesses solos, pois o consumo da massa verde pelo animal, a falta de reposição dos nutrientes, a acidificação do solo, a perda da matéria orgânica e a compactação diminuem a eficiência das pastagens. Com isso, as pragas, plantas daninhas e, principalmente, a erosão hídrica, nos seus diversos estágios, passam a configurar a paisagem dessas pastagens. Dependendo do estágio de degradação das pastagens e, consequentemente, do índice de cobertura do solo, têm sido relatadas perdas do solo (Figura 11) ao redor de 20 toneladas por hectares.

A partir de tal cenário, torna-se evidente a necessidade de recuperação das áreas de pastagens degradadas, tanto do ponto de vista químico como físico. A descompactação do solo aliada à aplicação de calcário e fertilizantes permitem maior e mais rápido desenvolvimento da pastagem, aumentando a cobertura da área e reduzindo as perdas de solo a limites inferiores aos admissíveis pela FAO (1967) fixados em $2 t.ha^{-1}$ ano^{-1}

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 11 - Perda de solo por hectare/ano

Fonte: Bertoni; Lombardi Neto, 1998, 2010.

4. NECESSIDADE NUTRICIONAL DO HOMEM, ANIMAL E DA PLANTA NO SISTEMA SOLO, PLANTA E AMBIENTE

A evolução dos conhecimentos sobre a relação entre o homem, o animal e planta no meio ambiente pode ser considerado de acordo com Lenzi e Machado (2003) uma das maiores evoluções ao considerar indiretamente as pastagens como cultura agrícola que deve ser cuidada e considerada como um ecossistema específico, complexo caracterizado por uma série de interações entre seu componentes bióticos e abióticos. Outro caracter importante introduzido nesse sistema foi o de sustentabilidade em uma atividade agropecuária ressaltando o equilíbrio armônico entre processos aparentemente conflitantes. Foi colocada a consciência ao serviço do relacionamento de atividade agropecuária com o enfoque sistêmico exigindo percepção da qualidade de vida do homem com princípios de ecologia, biologia na

preservação e impacto ambiental. Vale associar objetivos econômicos com responsabilidade social.

A preocupação com o ambiente foi ampliada uma vez que 36% das áreas cobertas por pastagem no mundo são limitadas apenas pela temperatura e 24 % são pela temperatura e deficit hídrico, isto se considerar as condições de planta e meio em um sistema onde as condições de luz sejam propícias à fotossíntese para permissão do crescimento e desenvovimento vegetal. Aspectos morfológicos como desidade de plantas, distribuição horizontal e vertical entre folhas e ângulo foliar, e aspectos fisiológicos tais como idade, tipo e tamanho da folha.

Observando uma pastagem natural herbívoros e animais evoluem em equilíbrio, conjuntamente, tendo a flora representada pelas forrageiras influenciadas pelo clima, solo e dos organismos presentes. Uma pastagem bem adaptada apresenta longevidade em função do sistema a que está submetido, pressão de pastejo exercida pelos animais presentes.

As plantas C4, que apresentam o primeiro composto formado com quatro cabonos, gastam de 250 a 350 gramas de água por g de matéria seca produzida enquanto as plantas C3, o primeiro composto é formado com três carbonos gastam entre 550 e 750 gramas, sugerindo que as plantas tropicais, gramíneas, exigem entre 25 a35 milímetros de água para a produção de uma tonelada de matéria seca enquanto a mesma quamtidade de matéria seca produzida pelas plantas gramíneas C3, de clima temperado e leguminosas exigem entre 55 e 75 milímetros de água para a produção de diferentes fenômenos e processos naturais (Tabela 6).

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 6 - Características diferenciais entre planta C3, C4 e Crassuláceas

Parâmetro	**Plantas C3**	**Planta C4**	**Planta CAM**
Fotorrespiração	Presente: 23 a 30 % do valor da Fotossíntese	Presente: não mensurável pelos métodos de trocas de gás com o ambiente	Detectável no final da tarde
Primeiro produto estável	Ácido3-fosfoglicérco – três carbonos	Ácido oxalo acético – quatro carbonos	Ácido oxaloacético – quatro carbonos
Ponto de compensação	Alto - 50 a 150 ppm de CO2	Baixo - 0 a 10 ppm de CO2	Baixo - 0 a 5 ppm de CO2
Bainha vascular	Ausência de bainha vascular – quando presente não apresenta cloroplasto	Diferenciação do celular do mesófilo e bainha vascular contendo cloroplastos. Existe exceção.	-
Enzima de carboxilação	RuD carboxilase Km ~20 uM CO_2	PEP carboxilase Km~5uM CO_2	PEP carboxilase à noite
Efeito do oxigênio (21%) sobre a fotossíntese	Inibição	Sem efeito	-
Relação CO2:ATP:NADPH	1:3:2	1:5:2	1:6,5:2
Fotossíntese e intensidade de luz (µmol de $CO_2 m^{-2} s^{-1}$)	Saturação em 1/3 da luz solar máxima. Ex:soja:10-20	Não atinge saturação com aumento de intensidade luminosa. Ex:milho 20-40	0,6 -2,4 Agave americana
Temperatura ótima para a fotossínte	25ºC	30 ºC a 45 ºC	35ºC
Taxa de fotossíntese líquida em condições de saturação de luz	15 a 35 CO_2 $dm^{-2}{}_h{}^{-1}$	40-80 $mgCO_2$ $dm^{-2}h^{-1}$	5–12 na luz e 6–10 no escuro
Consumo de H_2O para produção de matéria seca	450-1000 g H_2O/g peso seco	250-350 g H_2O/g peso seco	18–100 g H_2O/g de peso seco durante a noite e 150–600 durante o dia
Conteúdo de N na folha para atingir fotossíntese máxima	6 a 7,5% peso seco	3 a 4,5% peso seco	-
Produção de massa seca em t por ha/ano	10–25	40–80	6–10
Eficiência na utilização de H_2O	1.05–2.22	2.85–4.00	8.0–55.0

Fonte: Ferri, 1984 e 1986.

A qualidade de uma forragem palatável deve ser priorizadas em funçao de altas produções de folhas, raízes e rizomas, evitando os princípios tóxicos. Quando um planta forrageira entra em processo de desfolha impedindo o seu próprio crescimento e reproduçao a pastagem naturalmente começa a ser substituída pour outras espécies. O manejo é importante tanto para forrageiras como para leguminosas uma vez que o crescimento radiculoar é paralizado quando 50% ou mais são removidos para o pastejo. Para toda e qualquer espécie existe uma relação entre sistema radicular e parte aérea.

Em conjunto, os animais passam a priorizar áreas de pastejo onde se encontra mais alimento, comportamento útil uma vez que em carència de alimento, pela perda da fonte prontamente disponível, pode-se perder animais pelo consumo de ervas tóxicas produzidas quando reduz a concorrência entre a pastagem de qualidade e ervas invasoras.

O homem, na sua caminhada para novas áreas e obtenção de maiores lucros, exterminou muitas espécies tanto animais como vegetais, mudando a composição florística das pastagem com introdução de novas espécies e indivíduos anteriormente sob a redução de animais silvestres com aumento de pressão do pastoreio dos animais domésticos. Neste comportamento faz-se cálculo de resultado econômico e pouco sore os prejuízos ambientais.

Atualmente, os agropecuaristas evoluídos começam a preocupar com a disputa animal e forragem. no eco-sistema desejado e cuida-se para cobrir as necessidade de produzir energia com o produtor, criador do sistema, com os consumidores primários e secundários, animal e homem, decompositores, flora e fauna, e o indivíduo, o único capaz quando lhe interessa de modificar o atividade em equilíbrio com o ambiente. A sequência de qualidade pode ser representada considerando o trabalho de cada fator e

o produto final de qualidade: PRODUTO DE QUALIDADE-FATOR = *f = (Energia solar - interceptação solar e fotossíntese → formação de biomassa – pastejo → injestão – fermentação microbiana → ruminação – digestão e conversão de alimentos → produto animal).

*f = função ou seja depende de vários fatores.

A resposta da planta ao solo advem da massa produzida, lâmina foliar, composição química do tecido seco, estrutura do dossel e aceitabilidade do animal ao alimento como massa verde e o consumo necessário para suprir as necessidades do animal. A resposta desse vai depender da raça, idade, sexo, e estágio fisiológico que incluem demanda e desempenho animal.

5. A PLANTA

Geralmente, as direções a serem tomadas para a escolha da forragem a ser implantada em uma área dependem de vários fatores antes da escolha da decisão. A produção constitui o último capítulo de uma série de posições a serem tomadas pensando sempre na finalidade do uso do produto obtido com a forrageira programada. O clima é outro fator que ajuda na escolha das cultivares a serem selecionadas para cultivo.

De modo geral, pensa-se em uma gramínea e uma leguminosa contudo Ribeiro (2010) apresenta uma longa relação de plantas organizadas por ordem alfabética de nomes vulgares, que remete à relação de famílias, onde se detalha cada uma das espécies e que, dentre todas, existe um grande número que pode ser usado para alimentação animal, já procurada e pastejadas por rebanhos criados em condições naturais.

Uma vez definida, há necessidade de verificar o estágio que se encontra a vegetação natural e fazer a retirada de amostras de solo para ver as necessidades complementares para o bom de-

senvolvimento da pastagem. A boa semente é essencial, contudo o clima tem um valor considerável principalmente no período da seca quando o pasto seca e o volumoso se escasseia. Existem algumas cultivares do gênero *Andropogon* e outros que florescem entre 30 e 40 dias antes das outras forrageiras e que por ser produtiva pode ser consumida pelo animal com menor perda de peso por falta de alimento (Figuras 12a e 12b). O agropecuarista, principalmente aquele possuidor de grandes áreas, ter pelo menos cinco pastagens de forrageiras diferentes.

Figura 12a - Esquema botânico de uma gramínea, modelo braquiária

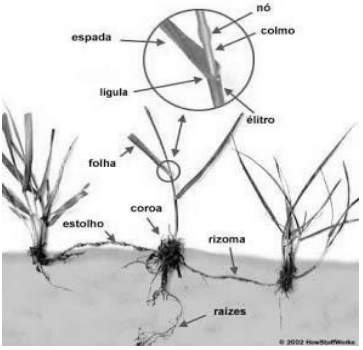
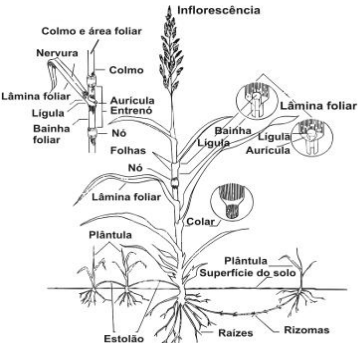


Figura 12b - Esquema botânico de uma gramínea modelo sorgo



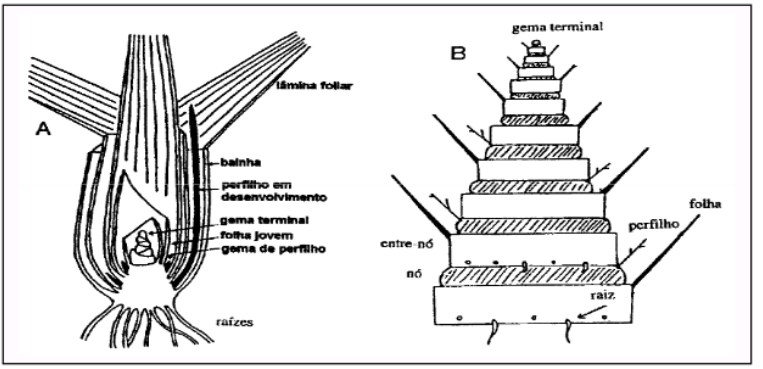
Fonte: Biber *et al*., 2014.

5.1 - Perfilhamento

Em pastagem, são considerados perfilhos os ramos laterais que se desenvolvem a partir das gemas axilares dos nós que se localizam abaixo da superfície do solo. Os perfilhos, morfologicamente idênticos ao colmo principal, são capazes de formar seu próprio sistema radicular, nós, entrenós, folhas, espigas e pendão. O perfilho é considerado a unidade básica que compõe as pastagens de gramíneas forrageiras. Este corresponde a uma

sucessão de fitômeros em diferentes fases de desenvolvimento e, por essa razão, apresentam folhas em expansão, expandidas e em senescência, as quais seguem um padrão dinâmico de reposição caracterizado pela sincronia entre o aparecimento, alongamento e senescência/morte de folhas. Isso implica em renovação constante de sua área foliar durante seu período de vida, e estabelece a possibilidade de manipulação dos padrões de desfolhação de perfilhos individuais por meio de estratégias de manejo visando o aumento eficiência de utilização ou colheita da forragem produzida. Este corresponde ao primeiro nível de complexidade no processo de acúmulo de forragem dos pastos, ou seja, aquele que acontece em nível de perfilho (Figura 13). Por outro lado, o perfilho também possui um período de vida que, uma vez encerrado, necessita ser substituído para que a densidade populacional de perfilhos da gramínea de interesse seja mantida e assegure a persistência, longevidade e produtividade da pastagem.

Figura 13 - Corte esquemático de uma gramínea no estádio vegetativo



Fonte: Jewiss (1977), Gillet (1980), Nabinger; Medeiros (1995).

Essa condição caracteriza o segundo nível de complexidade do processo de acúmulo de forragem dos pastos, ou seja, aquele

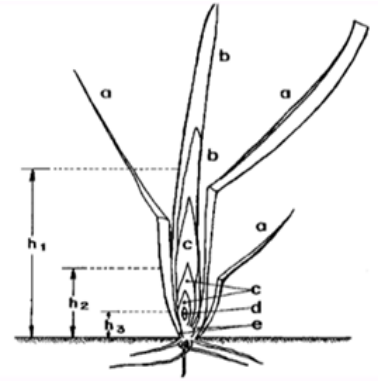
que acontece em nível de população de perfilhos (SILVA, 2004). Este está associado com os processos de competição intra-específica por fatores de crescimento do meio, especialmente luz, o que dá origem, quando o número de perfilho encontra-se em excesso, a um encadeamento de morte dependente de densidade populacional influenciando compensação entre tamanho/densidade populacional de plantas (SBRISSIA; SILVA, 2008), decisivo no equilíbrio dinâmico requerido para a manutenção da estabilidade, longevidade e produtividade da pastagem (MEDEIROS *et al*., 2015).

Área foliar – O movimento de animais e o corte constante das plantas realizado pelas bocadas na pastagem não colaboram com a formação de ambiente estável uma vez que ao mesmo tempo não existem controle da presença animal em local pré-determinado e padrão de consumo de massa verde. Assim, constantemente ocorrem mudanças na população de plantas e mesmo no número, no tamanho de folhas e consequentemente na área foliar. Ocorrem variações dos efeitos dos fatores climáticos que caracterizam o microambiente de cada fração da área utilizada. Vários perfilhos, em condições interespecíficas, morrem e outros novos são desenvolvidos de acordo com os espaços criados pelo consumo do material vegetal influenciados pela luz, água, temperatura e nutrientes. São observados aparecimento de folhas, aumentando o alongamento de colmos e reduzindo o perfilhamento e a densidade populacional de perfilhos (Figuras 14 e 14a). Ao mesmo tempo, são registradas variações no índice de área foliar (IAF) até o ponto em que o potencial de produção pode ser mantido pela comunidade de plantas.

Naturalmente, uma planta tem sua morfologia modificada durante seu ciclo de vida. Quando jovem até a maturidade apresenta aumento na altura, no índice de área foliar e aumento no

peso de massa verde produzida por área. A senescência, atravessa um tempo sem muita expressão de acréscimos nesses parâmetros para mais tarde ocorrer a redução de material verde e material seco em contato com o solo.

Figura 14 - Estrutura de um afilho de gramíneas



Fonte: Costa *et al*., 2004.

a) folhas expandidas e fotossinteticamente ativas,

b) folhas que estão emergindo e que não atingiram sua capacidade fotossintética total,

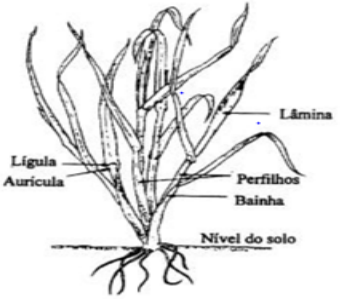
c) folhas que não emergiram e que dependem dos produzidos por folhas maduras,

d) meristema apical,

e) gemas axilares,

h) altura de corte ou altura de pastagem.

Figura 14a - Planta de azevém com quatro perfilhos

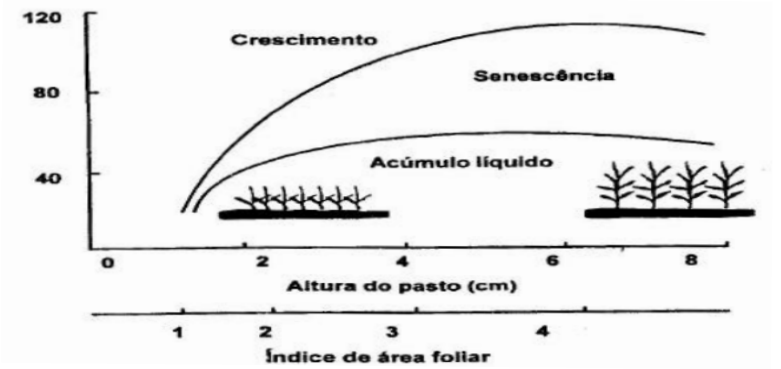


Fonte: Hodgson, 1990.

Afilho = rebento em pastagem, perfilhar – germinar e emergir, lançar rebento

IR PARA SUMÁRIO

Figura 15 - Relação entre população de planta relacionada com o crescimento da forrageira, senescência, acúmulo líquido de carboidratos e índice de área foliar



Fonte: Silva *et al.*, 2016.

Na prática, a desfolha pode sofrer pequenas atuações do clima, da idade da planta, presença de invasoras e ter seu volume reduzido. Mas o maior efeito que afeta a forrageira e reduz a área foliar e a pastagem realizada pelo animal denominada bocada. Raramente o animal pasteja no mesmo local e assim na mesma área pode-se registrar, após algum tempo, desuniformidade da redução de forragem resultando em frações vizinha de áreas. A competição entre plantas e o ambiente futuro são alterando gerando ciclos dinâmicos de interações que sempre interferem na produção e produtividade do sistema pastoral.

Dentro de no máximo 20 dias pode-se verificar respostas das modificações como acamamento de remanescentes da planta, redução na altura e no volume de massa verde disponível (Figura 15). Por esta mesma pastagem, quando se encontra sob pressão de manejo animal, sobre ações de três fatores importantes como desfolha, pisoteio e acúmulo de excremento animal como urina e fezes.

Por outro lado, a redução no tamanho da planta pode melhorar a facilidade do processo de pastejo pelo animal devido à re-

dução da vigorosidade da vegetação acompanhada da facilidade de acesso à água e à sombra. Melhora a concorrência das plantas de espécies diferentes.

O pisoteio tem efeito na redução de indivíduos das espécies predominantes da pastagem que ao mesmo tempo reduz o sombreamento produzido pelas plantas tem-se aumento da chance de germinação de sementes da mesma e de outras espécies que se encontram em repouso aguardando condições para germinarem e reproduzir.

As excreções incorporam minerais que se encontram nas fezes e na urina incluindo o nitrogênio ingerido pelos animais. A distribuição desses nutrientes não é uniforme e depende da taxa de lotação, da forma de pastejo, da área de descanso, do tipo de animal como espécie, idade e raça, da quantidade e frequência, do sistema de manejo e localização de aguadas e sombras.

Tem se quantificado medias de urina e bovinos adultos e concluindo que variam entre 8 a 12 vezes e defeca entre 11 e 16 vezes por dia. Produz em cada vez 1,6 a 2,2 litros de urina e 1,5 a 2,7 kg de fezes e cobre 9 cm^2, respectivamente. Segundo esses autores apenas 36 % são cobertos pelas excreções bovina sendo 11,80 % como fezes e 23,7 % como urina.

As modificações causadas por animal ocorrem principalmente pela remoção de raízes em condições de super pastejo. As preferências, por local realizadas pelo animal resulta em fertilidade do solo desigual do solo por ter local preferencial para depositar fezes e urinas. Locais sombreados onde se encontram ervas palatáveis e macias são preferidas para o consumo animal. O super pastejo resulta em alterações nas condições físicas do solo devido à compactação das áreas preferenciais.

IR PARA SUMÁRIO ▲

5.2 - População de plantas

Enquanto perfilho é considerado um representante de uma população de plantas, esta mesma população está relacionada com o número de indivíduos que constituem uma pastagem. Neste sentido é necessário que se relacione o perfilho com a qualidade da espécie escolhida e a população, mesmo que possa ser estudado a população qualitativamente, a população relaciona com parâmetros quantitativos em um sistema onde pode-se explicar o resultado da exploração agropecuária. Assim é necessário conhecer o significado de forrageira, pasto e pastagem. Forrageira ou planta forrageira são as plantas, geralmente, gramíneas e leguminosas principalmente, embora haja vários gêneros de família usadas, como fonte de alimento para os animais. Esse alimento pode ser disponibilizado por meio do plantio da forrageira como ocorre em um pasto ou a planta pode ser produzida e posteriormente colhida para só servirem de alimentos aos animais na forma de feno. Pasto é a vegetação utilizada para a alimentação do gado e por extensão ou terreno onde o gado é deixado para se alimentar. Antes do advento da revolução verde e da produção de ração em grande escala, o pasto era a fonte principal de subsistência do gado. Atualmente, a prática de alimentar o gado exclusivamente no pasto é denominada criação extensiva, posto que necessita de grandes áreas para se viabilizar. Em contraponto, a criação de gado em áreas pequenas, ou mesmo em confinamento, com alimentação baseada em ração, milho ou soja, é conhecida como criação intensiva. A cana-de-açúcar, as palmas, o sorgo e o milheto picados têm sido utilizados, de forma intensa, como complemento alimentar para gado confinado. No pastejo o consumo de partes das plantas sem matá-las, mantém nelas o potencial de crescimento.

Muitos herbívoros e plantas evoluem conjuntamente, cada qual atuando sobre o outro como agente de seleção natural. Pastagem é considerada como o lugar onde o gado pasta coberto com erva própria para alimentar o gado; também conceituado como pasto. Ainda pode ser interpretada como o processo pelo qual animais se alimentam num pasto ou num campo aberto. Nesse sentido, remete à prática mais comum e barata da criação de animais brasileira, ou seja, de alimentar os animais em pastos ou campos.

Quando se pensa em pasto ideal considera-se aquele em que apresenta população estável de perfilhos de uma gramínea forrageira qualquer associada a um equilíbrio dinâmico e harmônico entre os processos de morte e aparecimento de perfilhos, de tal forma que todos os perfilhos que morrem e que devem ser substituídos por novos perfilhos. Para que uma população seja estável, cada perfilho deveria produzir durante seu período de vida um novo perfilho que o substituiria por ocasião de sua senescência. Contudo, a pastagem não é um ambiente controlado e seu padrão de uso pelos animais está longe de ser uniforme, o que implica na necessidade de a comunidade de plantas se adaptarem ao ambiente de pastejo existente, ajustando seu padrão de perfilhamento de forma a assegurar reposição de perfilhos mortos e da área foliar removida.

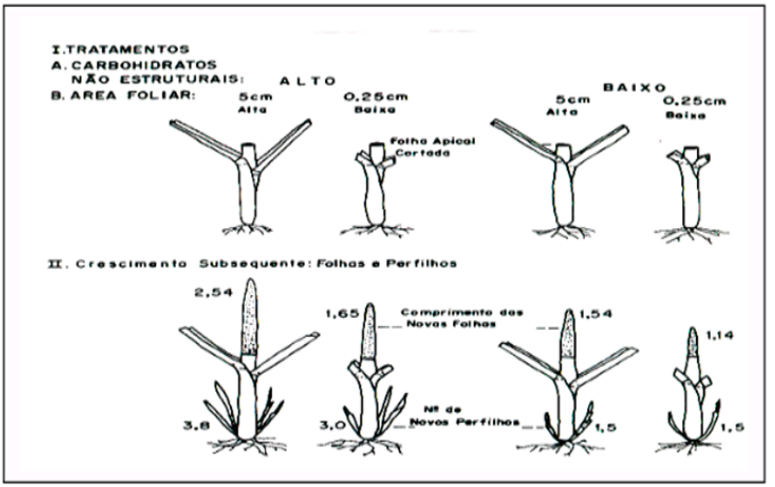
Variações climáticas relacionadas com as épocas do ano adicionam um fator complicador nessas relações, uma vez que disponibilidade de fatores como luz, água, temperatura e nutrientes, especialmente o nitrogênio, afetam o processo de perfilhamento e o início da competição intraespecífica. Essas características de ambiente determinam as respostas morfogênicas das plantas que ocorrem em nível de perfilho, as quais acabam afetando a estrutura do pasto, especialmente a densidade populacional de

perfilhos numa reação em cadeia retroalimentada, uma vez que a nova estrutura altera a disponibilidade e a qualidade da luz no interior do dossel que, por sua vez, alteram as respostas morfogênicas das plantas, reduzindo o alongamento e o aparecimento de folhas, aumentando o alongamento de colmos e reduzindo o perfilhamento e a densidade populacional de perfilhos. Dessa maneira, dada certa condição de ambiente, caracterizada por uma determinada disponibilidade de luz e suprimento de água, temperatura e nutrientes, existe um índice de área foliar (IAF) potencial que pode ser mantido pela comunidade de plantas. O processo de compensação tamanho/densidade populacional é basicamente um mecanismo segundo o qual ocorre morte de perfilhos em razão da competição por luz no interior do dossel.

As pastagens vão perdendo o vigor depois de várias pastagens. Uma planta forrageira ao ser pastada se assemelha a uma área pastejada. No seu ambiente natural a planta tem reservas para desenvolver, amadurecer e multiplicar. Se for podada várias vezes, ela perde o seu vigor devido ao esgotamento do carbono não estruturais de seus tecidos morre pela ineficiência de multiplicar tecidos.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 16 - Efeito de níveis de Carboidratos não estruturais (CNE) e Índice de área foliar (IAF) remanescente sobre vigor de rebrota de gramíneas influenciando o carbono não estrutural e o Índice de Área foliar



Fonte: Costa *et al*., 2004.

Manejo de pastagem - Quando o animal abocanha repetidamente em pastos com uma população de animal alta, ocorrendo desse modo o super pastejo e se o animal não for rotacionado, esse pasto perde capacidade de produzir para sustentar o mesmo número de animais que era sustentado pela produção de massa seca oferecida no início da ocupação. O resultado é o mesmo quando as folhas no caso foram cortadas mais perto do colmo ou quando o broto foi cortado mais baixo em relação ao sistema radicular. Sempre que foi deixado mais volume ou quando o tecido é seja cortado na posição correta, a planta permaneceu na altura necessária para manter a capacidade de armazenar energia suficiente para brotamento perto do ideal ou cortando a folha deixando maior área da folha as plantas apresentaram maior desenvolvimento do que aquelas que não cobriram a necessidade para o crescimento vegetal (Figura 16).

Tabela 7 - Parâmetros importantes para avaliar uma forrageira

	A.P. (cm)	**A.R. (cm)**	**F.V..por planta**	**F.P.por perfilho**	**P.D. (dias)**
Brachiaria brizantha – cv. Xaraés	75-210				
Brachiaria brigante cv. Marandu	150-200	15-25	5,7	0,10	32-35
Brachiaria decumbens	30-60	15-20	5,0	0,14-0,18	32
Brachiaria humidicola	100-150	15-20		0,16-0,25	21-25
Panicum maximum cv. Colonião		30-40	4,6		35
cv. Tanzânia	70	25-30	3,5– 4,8	0,10	32-35
cv. Mombaça	90	30-40	4,0	0,12	28-30
cv. Tobiatã	93	30-40		0,08	28-30
Cynodon:- Coast cross, grama estrela, capim-tifton	25 -30	15-20	10,7		21-28
Penissetum purpureum – capim elefante	100	40-50	5,4-6,8	0,13-0,17	40-45
Panissetum purpureum roxo	130			0,3-0,6	
Andropogon gayanus	150-300	30-40	5,0	-	28-30
Sectaria anceps – cv. Kuzungula	-	-	6,6	-	-
Demais capins	-	-	-	-	25-30

Fonte: Almeida *et al*., 1997; Alves *et al*., 2016; Bereta *et al*., 1999; Carvalho e Damasceno, 1996; Corsi *et al*., 1993; 1994; Gomide e Gomide (1997); Oliveira *et al*., 1998; Rosseto 2000; Teixeira *et al*., 1998; Teixeira *et al*., 1988.

A.P. - altura da planta não pastejada, A.R.- altura de planta da rebrota, F.V.- média de folha verde por planta, F.P. - média de folha produzida por perfilho -, P.D. – período de descanso da forrageira.

IR PARA SUMÁRIO ▲

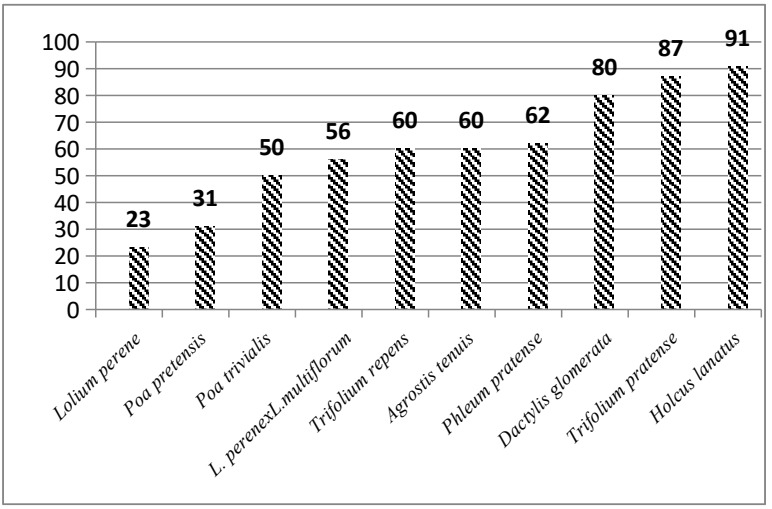
Indiferente ao tipo de manejo o critério cronológico de avaliação de forrageira e seu consumo tem sido a base para avaliação do crescimento vegetal pelo acúmulo de massa vegetal em resposta aos fatores de ambiente e uso da pastagem. Alves *et al*. (2010) e Gomide *et al*. (2007) relacionam pontos de vista de vários autores enumerando os parâmetros importantes que resultam no uso sustentável das pastagens na produção agropecuária como. Índice de área foliar (IAF), interceptação da radiação incidente acúmulo de biomassa, taxa média de crescimento, nível de reservas orgânicas e número de folhas por perfilho, são conceitos científicos que auxiliam na definição do período de descanso, visando à maximização das produções das pastagens classificadas como primária, forragem, e secundária, produto animal. Esses mesmos autores relatam que o número de folhas vivas por perfilhos constituem um critério objetivo e prático para o manejador de pastagens, enquanto os demais são de difícil aplicação, embora cientificamente embasados (Tabela 7).

Em áreas com número excessivo de animais em regime intensivo de pastejo e em condição de solo muito úmido tem resultado em variações nos parâmetros físicos do solo que provocam compactação e quase sempre redução na produção de forragem com o passar dos anos (Leão *et al*., 2004). Isto ocorre pelo fato de que o peso de um animal concentra-se em pequena área equivalente aos cascos, com reflexo no desarranjo das partículas do solo,

Considera-se que um bovino de 70 a 500 kg exerce uma pressão de compactação entre 0,07 a 0,21 Mpa ultrapassando ao efeito de um trator de esteira com uma pressão de 0,01 a 0,21 Mpa. Esse efeito depende além da textura do solo, também do sistema de pastejo e altura de manejo da pastagem. Quando se trata de pastagem, o grau de compactação acarreta a formação de uma camada do solo formada em resposta da pressão do peso dos

animais ou das máquinas, criando pontos de resistência à penetração do sistema radicular à camada mais profundas do solo (LEÃO *et al*., 2004). A planta vulnerável a um efeito de carência de nutrientes pela dificuldade de transporte de solução nutritiva no solo e, em caso de veranico, as raízes que estão concentradas na camada superficial do solo, com dificuldade de procurar água e nutrientes nas camadas mais profunda pode levar a planta à carência nutricional e colocá-la ao nível de condição de ponto de murcha com possibilidades de prejudicar seu crescimento ou levá-la à morte por falta de água e nutrientes (Figura 17).

Figura 17 - Redução percentual de produção devido ao pisoteio animal em várias espécies de forrageiras



Fonte: Edmond, 1964.

6. AVALIAÇÃO DO NÚMERO DE UNIDADE ANIMAL POR HECTARE RESPEITANDO O TEMPO DE REBROTA E O POTENCIA DE PASTAGEM

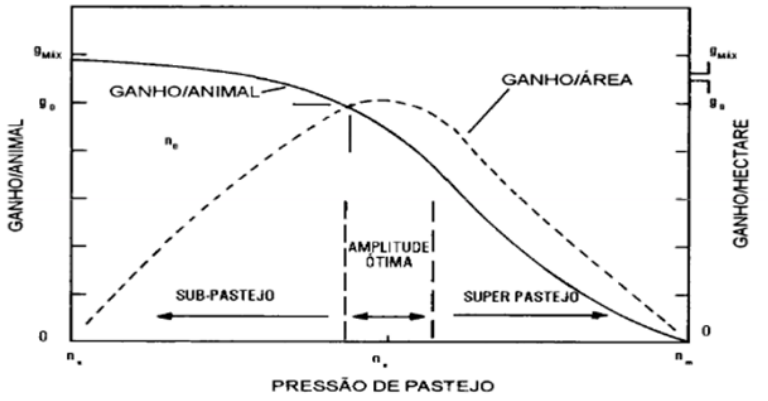
A durabilidade de uma pastagem tem estreita relação entre exploração sustentável e conhecimento sobre o ciclo de desenvolvimento da forrageira utilizada. Para isso é necessário conhecer a matéria seca disponível para o consumo animal, o número de dias de ocupação pelos animais, o período necessário para o período de troca de pasto para a forrageira completar a sua desbrota.

UA= PMS em $kg.ha^{-1}$ x Área do hectare x 100
PP (%) x DO x Área da coleta (m^2) x Total de piquetes x Peso da UA kg
UA= PMS em $kg.ha^{-1}$ x 10000 m^2 x 100
7 x 7 x 0,5 m^2 x 6 x 450
Simplificando: UA= PMS em kg x 15,1171

Observações: UA = valor médio de 450 kg animal. ha^{-1} = 10.000 m^2, 100 = por ser 7/100 esse valor ocupa o numerador da equação UA, PP = pressão de pastejo ou seja 7% do resíduo da pastagem que deve ser deixado para a planta rebrotar, DO = dias de ocupação na prática com a troca de pasto de 7 em 7 dias, 6 = número de pastos baseado em N + 1 (6 x 7dias = 42 dias para voltar no mesmo pasto, possivelmente o capim elefante exigiria 6 pastos x 7 dias = 49 dias para voltar no mesmo pasto), PMS = Peso da matéria seca coletada na área de coleta, $0,5^2$ proveniente do quadro feito com ferro tendo 1 metro de comprimento por 0,5 m de largura.

IR PARA SUMÁRIO

Figura 18 - Efeito da pressão de pastejo no ganho de peso animal indicado por curvas onde se verifica a tendência das curvas com aumento crescente da pressão de pastejo e as amplitudes ótimas para obtenção de pelo menos 90% da produção máxima na exploração agropecuária



Fonte: Mott, 1960.

Pela fórmula verifica-se que foi respeitado o período de descanso das espécies de forrageiras consideradas. Especificamente no caso, o número de pastos foram seis, dias de ocupação, sete em dias considerando a *Brachiaria brizantha* que exige 30 dias de descanso para completar o seu amadurecimento, equivalendo com sobra, de 5 semanas e troca de pasto de sete em sete dias.

O número de pastos ou piquetes (NP) é obtido pela fórmula:

NP = Período de descanso + 1
Dias de ocupação

Contudo, existem diferenças entre as recomendações de pressão de pastejo (Figura 18) que constituem na altura da planta pastejada e que menos prejudica a rebrota das forragens (MOTT, 1973). Considerando a tradição na prática apenas a braquiária para as condições de cerrado tem sido recomendada pressão de pastejo 7%, mas de modo geral recomenda- se deixar pelo me-

nos entre 15 e 20 cm de altura que ultrapassam os valores de 7%. Ainda variações diferenciadas podem ser observadas para outras forrageiras.

7. PASTO E SOLO

Existem situações de pastos degradados que indicam a necessidade de recuperação ou formação de nova pastagem. Como indicadores de emergência verificam-se áreas com ausência de duas plantas por metro quadrado da espécie de interesse. Ao mesmo tempo, existem situações, nem sempre raros como áreas expostas sem vegetação ou ocupadas por ervas daninhas cm número superior a duas plantas por metro quadrado. Também é comum observar pastagens ocupando áreas de morros onde a população de forrageiras é tão reduzida devido a condições de falta de umidade do local naquela altitude que a pastagem deve ser substituída pela vegetação da mata original.

Podem ser encontradas também pastagens originalmente ocupadas por plantas baixas ocupadas por outras forrageiras de altura elevada e entouceiradas, onde toda a vegetação necessita ser eliminada e substituída por outra se a área for muito grande, ou ser repovoada com certa urgência, para que deixem de afetar a qualidade da forragem original. Mais ainda podem ser encontradas pastagens onde se observa, em vários locais, populações muito baixas de plantas da espécie de interesse que não chega a ter o número de plantas necessárias por metro quadrado e que devem também ser ocupadas por outras espécies de forrageiras ou de matas, que se adaptam naquele ambiente.

Ainda, em algumas áreas, as invasoras são espécies multiplicadoras de pragas e doenças que se disseminam com facilidade e assim devem ser eliminadas. Com os trabalhos intensivos de criação de novas cultivares, esses fatores que resultam em per-

das de eficiência e qualidade devem ser eliminados com urgência ao serem substituídas por materiais mais produtivos.

Além desses fatores Oliveira e Corsi (2005) recomendam a utilização de cronogramas para recuperação de áreas degradadas mediante técnicas de aproveitamento dos insumos e eficiência do trabalho dispendido nas atividades (Tabela 8).

Tabela 8 - Cronograma adaptado de acompanhamento de áreas de pastagem

ATIVIDADE	ÉPOCA DO ANO
Avaliação da população de plantas forrageiras para se fazer a reforma da pastagem.	Após o período da chuva
Amostragem do solo para análise.	Época em que solo se encontra com umidade em torno da capacidade de campo. Equivale a duas ou mais chuvas de
Correção do solo	Pouco antes do período chuvoso
Aplicação de fertilizante necessária	Antes do período e após o período chuvoso com solo ainda úmido.
Adubação de manutenção – nitrogênio e outros.	Duas a três vezes ao ano. Aplicadas em períodos mais frescos do dia, ou seja pela manhã ou à tarde.

Fonte: Adaptado de Oliveira e Corsi, 2005.

7.1 - Valor nutricional do alimento animal

O termo valor nutricional do alimento animal refere-se ao teor de nutrientes dos alimentos e a resposta do alimento no desempenho nutricional animal, mas paralelamente é necessário levar em consideração a aceitação do animal no processo de ingestão de matéria seca (MS) do alimento que determina seu valor alimentar, equivalente ao potencial para gerar o desempenho animal.

Na criação de animais de qualquer espécie e fontes de sua nutrição devem sempre ser observadas para o controle de progra-

mação de criação animal em diferentes fases de sua vida. Através dessa observação pode-se auxiliar a equipe que manejam o rebanho, no caso em estudo, os bovinos que sempre surgem com sintomas característicos que afetam o comportamento e desenvolvimento durante o tempo de convívio desse indivíduo entre os outros animais.

Em se tratando de alimentação em pasto, o sucesso da atividade vai depender da qualidade do alimento a ser oferecido aos animais (Tabela 9). Muitos fatores influenciam a qualidade final do alimento como a cultivar da forrageira, o clima, o manejo, as condições higiênicas locais, o controle de pragas e doenças que afetam os animais dentre vários. Reunindo o conhecimento desses fatores é possível obter um animal saudável e uma atividade sustentável na atividade agropecuária.

Tabela 9 - Composição percentual da composição vegetal de pastagem de forrageira tropical e matéria seca da mesma forrageira tropical

Composição vegetal de pastagem tropical (%)	**Forrageira tropical (%)**	**Matéria seca da forrageira tropical (%)**
Umidade	70	-
Fibra (FDN)	22	73,33
Carboidrato não fibroso (CNF)	3	10
Proteína	2,5	8,33
Minerais	1,5	5
Gordura	1	3,33
Soma	100	100

Fonte: Adaptada de Medeiros; Marino. 2015.

Em função da dieta de ruminantes conter usualmente altos teores de forragens, e como a umidade dessa varia muito, na nutrição de ruminantes costuma-se trabalhar com os teores dos

nutrientes na matéria seca (MS), embora a água seja tão importante quanto outro nutriente. Quase sempre a água em si, apesar de fundamental para vida, não é considerada um nutriente.

Medeiros e Marino (2015) relaratam que baseados na dieta de ruminantes que conter usualmente altos teores de forragens, e como a umidade destas varia muito, na nutrição de ruminantes, vários profissionais preferem trabalhar com os teores dos nutrientes na matéria seca (MS). Mesmo em uma matéria considerada seca ainda pode ser encontrada teores de água estrutural abaixo de 20-15%. Através de aquecimento das amostras em altas temperaturas pode-se eliminar a humidade, contudo tem-se o risco de perder alguns nutrientes.

7.2 - Guia de análises de pastagem

Como ocorrem nutrientes que permanecem após a retirada da água, o nutriente mais abundante é a fibra que, normalmente, é analisada como fibra em detergente neutro (FDN). Os carboidratos estruturais e mais a lignina são considerados o principal fator antinutricional dos alimentos para ruminantes. No caso, em cada 1000 g, 733 g são de FDN, ou seja, 73,3% da MS deste alimento constituem a fibra.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) não são submetidos à análise, mas são obtidos pela diferença entre matéria seca e os outros componentes.

CNF = MS – (Fibra + proteína mais minerais mais gordura)

O CNF se aproxima do valor de carboidratos não estruturais (CNE), sendo que a diferença entre CNF e CNE será detalhada mais à frente.

As concentrações de proteínas são obtidas pela análise de nitrogênio (N) do material seco a ser analisado multiplicado por 6,25; como esse nitrogênio não se diferencia da origem, que

pode ser ou não da proteína verdadeira, esse resultado é considerado como proteína bruta.

Proteína bruta = N x 6,25

7.3 - Minerais ou cinzas

Os minerais são considerados tudo o que não é orgânico na MS, matéria seca, do alimento. A análise é realizada através da combustão completa da parte orgânica do alimento e por esse motivo pelo qual se dá o nome a esta análise de determinação de cinzas dos alimentos. A temperatura de entrada das amostras deve ser de 600 ^{o}C A queima ocorre por um período de 3 a 4 horas a 600 ^{o}C e a temperatura de retirada deve ocorrer entre 150 a 200^{o}C.

7.4 - Nitrogênio

Cálculo de nitrogênio é realiza por duas equações:

%N= (V-B) X Ne x f x 14 x 100

$\%N_{ASA}$ = percentagem de N com base na amostra seca ao ar

V = volume de ácido clorídrico usado na titulação em ml

B = volume de ácido clorídrico utilizado na utilização em Branco

Ne = normalidade esperada da solução de ácido clorídrico

f = fator de correção da normalidade do ácido clorídrico

Nv = normalidade verdadeira do ácido clorídrico.

ASA = massa de amostra seca ao ar (mg)

f = correção da amostra para umidade residual e a conversão em equivalentes proteicos.

$\%N_{MS =}$ $\%N_{ASA}$ X 100

$\%N_{ASE =}$ massa de amostra seca em estufa (mg).

$\%N_{MS}$ = percentual de nitrogênio com base na matéria seca.

$\%\ PB_{MS} = \%\ N_{MS}$ X fc

$\%\ PB_{MS}$ = percentual de proteína bruta com base na matéria seca

fc = fator de conversão = 6,25

Concentração de nitrogênio proteico e não proteico

Nitrogênio (ou proteína) ligado à fibra em detergente neutro (NIDN ou PIDN) • Nitrogênio (ou proteína) ligado à fibra em detergente ácido (NIDA ou PIDA). O NIDN consiste na análise de N do resíduo da FDN

Nitrogênio não proteico (NNP) – considerado como uma fração relevante para análise é a parte da PB que não é proteína verdadeira, ou seja, um conjunto de aminoácidos. A análise de nitrogênio não proteico (NNP) na proteína dos alimentos não costuma ser uma análise feita por todos os laboratórios, apesar de bastante simples.

A proteína bruta do alimento é solubilizada em uma solução tampão e a proteína verdadeira é precipitada com ácido tricloroacético (TCA) ou ácido túngstico. Faz-se a filtração e o filtrado, que é o que sobra no filtro, tem o teor de N analisado. A diferença entre a proteína total da amostra e a quantidade determinada no filtrado, corresponde ao NNP. O TCA precipita peptídeos com mais de dez aminoácidos, enquanto que o ácido túngstico precipita até mesmo peptídeos com mais de três aminoácidos. Esse ácido é usado preferencialmente pelo fato de bactérias celulolíticas terem requerimento por peptídeos para determinação da fração NNP dos alimentos, considerando que a fração de proteína verdadeira estará incluindo de maneira mais real os peptídeos do alimento (MEDEIROS; MARINO 2015).

IR PARA SUMÁRIO

7.5 - Extrato etéreo

Os teores de gordura podem variar com o tipo de forrageiras, mas são importantes dependendo da parte da planta a ser analisadas, finalidade da pesquisa dentre outros. O seu teor é conhecido pelo resultado da análise da fração solúvel em éter, motivo pelo qual a análise é denominada de extrato etéreo (EE). Conceitua-se gordura como substância insolúvel em água e solúvel em compostos orgânicos como hexano, isopropanol, clorofórmio, benzeno e outros. São consideradas partes importantes das gorduras as concentrações de lipídeos conhecida através das análises das amostras com éter etílico.

Existem também as partes não lipídicas da clorofila, carotenoides, saponinas, ceras de baixo peso molecular relacionada à cutícula, óleos essenciais e compostos fenólicos de baixo peso molecular. Nenhuma contribuição dos não lipídicos contribuem com energia para as bactérias ruminais ou seu hospedeiro.

O conteúdo de energia produzida pelos lipídeos é considerado 2,25 vezes superior aos dos carboidratos, embora podendo assim considerar que esses compostos não têm importância significativa de energia para oferecer ao animal. A composição do extrato etéreo de cada alimento apresenta resultados particulares (Tabela 10) por grupos de alimentos.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 10 - Composição do estrato etéreo em alguns alimentos e a sua implicação na contribuição energética da fração EE

Alimentos	Composição do estrato etéreo	Implicações
Forragens	50n% galacto lipídeos e 50% compostos não lipídicos	Valor energético fator bem inferior ao previsto com o fator 2,25
Bagaço hidrolisado	Ceras e monômeros fenólicos	Valor praticamente nulo de energia para o EE do BTPV*
Alimentos concentrados	70 -80% ácidos graxos	Valor 2,25 adequado
Triglicerídeos	90% ácidos graxos e 10% glicerol	Valor 2,25 adequado

Fonte: Medeiros; Marino. 2015.

*BTPV = bagaço tratado sob pressão de valor.

8. CONSIDERAÇÃO GERAIS SOBRE SOLO ATIVO

O solo, como corpo de material não consolidado em diferentes graus, que cobre a superfície terrestre emersa, submetido a diferentes condições clima entre a litosfera e a atmosfera permite ambientes para todos os seres vivos de todas as espécies do globo terrestre. Este, considerado um produto resultante do intemperismo sobre um material de origem, cuja transformação se desenvolve em locais específicos, sob ação do relevo, clima, bioma ao longo do tempo de acordo com as variações e contrastes locais para cada situação.

Assim, o solo como produto do meio tem a origem do material mineral, orgânico e ou ambos cuja decomposição das rochas que ocorre por meio de ações ligadas à temperatura, como o calor, além de processos erosivos provenientes da ação dos ventos,

chuva e seres vivos, tais como a presença do homem, bactérias, fungos e outros. Ao mesmo tempo, nos locais do solo são adicionados ou depositados sedimentos, ions, gases, corretivos, adubos, cinzas poeiras e matéria orgânica. Também, desse modo, no solo são perdidos matéria orgânica, ions, líquidos, material sólido e gases. Através dos processos de transformação observa-se mudanças nas condições física, química e biológica dos compostos sólidos do solo. Ainda translocação ou movimentação dos materiais gasoso, líquido e sólido ocorrem dentro e entre os perfis do solo.

Para o biólogo e profissionais da agropecuária, através da ecologia e da pedologia, o solo por si infere sobre a ciclagem biogeoquímica dos nutrientes minerais e determina os diferentes ecossistemas e habitats dos seres vivos. A ecologia representada pelas condições ambientais e a geologia pela origem e pelos fatores inerentes a composição e as mudanças decorrentes dos diferentes materiais da composição de origem e dos depósitos naturalmente adicionados ao solo.

O solo se encontra sob constante processo pedogenético envolvendo atividades químicas, físicas e biológicos influenciando a sua formação naquele local através de adição, remoção, transporte e modificação constante, caracterizando-o como um ambiente localizado dinâmico e diferenciado. Desse modo, justifica-se ser considerado como corpo tridimensionado variando com o tempo, profundidade e dimensão da área ocupada. A diversidade de fatores ativos e passivos caracteriza as variações de grupos de solos existentes de comportamento diferenciado onde se apresenta características favoráveis ou desfavoráveis à flora e fauna local (EMBRAPA-SPI, 2006).

IR PARA SUMÁRIO ▲

Referências bibliográficas

ALMEIDA, E. X.; SETELICH, E. A.; MARASCHIN, G. E. Oferta de forragem e variáveis morfogenéticas em capim-elefante anão cv. Mott. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., Juiz de Fora, 1997. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 240-242.

ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Crescimento de raízes de leguminosas em camadas de solo compactadas artificialmente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 319-326, 1996.

ALVES, S. J.; MORAES, A.; CANTO, M. W.; SANDINI, I. **Espécies forrageiras recomendadas para produção animal.** 2010, 82 p. Disponível em: www.fcav.unesp.br/home/departamentos/zoote. Acesso em: 8 out. 2016.

BALOTA, E. L.; MACHINESKI, O.; HAMID KIA, YADA IFU, BARBOSA GMC, NAKATANI AS, COYNE MS. Soil microbial properties after long-term swine slurry application to conventional and no-tillage systems in Brazil. Sci. **Total Environ**. v. 490, p. 397-404. 2014.

BALOTA, E. L., MACHINESKI, O, MATOS M, A. Soil microbial biomass under different tillage and levels of applied pig slurry. **R Bras Eng Agríc Amb.** 2012; 16:487-95.

BERETTA, L. G. R.; KANNO, T.; MACEDO, M. C. M.; SANTOS JUNIOR, J. D. G.; CORREA, M. R. Morfogênese foliar e taxas de crescimento de pastagens de Panicum maximum cv. Tanzânia-1 em solos dos cerrados *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SBZ, 1999. (CD ROM). Forragicultura. (Resumo 130).

BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 7. ed. São Paulo: Ícone, 2010. 355 p.

BIBER M. F., DUINEVELD G. C. A., LAVALEYE M. S. S., DAVIES A. J., BERGMAN M. J. N., and VAN DEN BELD I. M. J. Investigating the association of fish abundance and biomass with cold-water corals in the deep Northeast Atlantic Ocean using a generalized linear modelling

approach. Deep Sea Research II: **Topical Studies in Oceanography,** v. 99, p. 134-145. 2014

BROWN, M. E. Seed and root bacterization. **Annual Review of Phytopathology**, v. 12, p. 181-197, 1974.

BROWN, A.W.A. **Ecology and pesticide**. New York. J. Wiley. 1978. 525 p.

CAMARGO, A. C.; NOVO, A. L. M. **Manejo intensivo de pastagem**. EMBRAPA Pecuária Sudeste. São Carlos. 2009. 85 p.

CARVALHO, D. D.; DAMASCENO, J. C. Aspectos fisiológicos do capim-elefante cv. Roxo-de-Botucatu. I. Taxa de aparecimento expansão e senescência de folhas. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p. 1-3.

CORSI, M.; BALSALOBRE, M. A.; SANTOS, P.M.; SILVA, S. C. Bases para o manejo de pastagens de braquiária. *In*: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. Simpósio sobre manejo da pastagem, 11, 1994. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994.

CORSI, M; NASCIMENTO JR., D. Princípios de fisiologia e morfologia de plantas forrageiras aplicados ao manejo das pastagens. *In***:** Pastagens: Fundamentos da Exploração Racional. Piracicaba: FEALQ, 1994a. p. 15-48.

COSTA, N. C.; MAGALHÃES, J. A.; TOWNSED, C. R. PAULINO, V. T. **Fisiologia e manejo de plantas forrageiras.** Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. 27 p. (Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia-MAPA. Documentos. 85).

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. *In*: DORAN, J. W.; JONES, A. (Eds.). Wisconsin, USA: Methods for assessing soil quality. **Soil Science Society American J**., 1996. p. 25-37 J. (eds.).. (Special Publication, 49).

EDMOND, D. B. Some effect of sheep treading on the growth of 10 pasture species. **N. Z. J. Agric. Res**., v. 7, p. 1-16. 1964.

EMBRAPA-SPI. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

FAO–Food And Agriculture Organization. **La erosion del suelo por el água.** Algunas medidas para combatir la em las tierras de cultivo. Cuadernos Agropecuário Roma org. de Las Naciones Unidas – FAO, n. 81, 1967. 207p.

FERRI, M. G. (Coord.) **Fisiologia Vegetal**. v. 1 e v. 2. São Paulo, Nobel, 1984. 581 p.

FERRI, M. G. (coord.) **Fisiologia Vegetal**. v. 1. 2 ed. São Paulo: EDUSP, 1986. 401 p.

GILLET, M. **Les graminées fourragères**. Paris. 1980. 306 p.

GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C. A. M. Morphogenese and growth Panicum *maximum cultivars*. *In*: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18, Canada, 1997. Proceedings ... Canada: Plant phisiology and growth. p. 65-66, 1997.

GOMIDE, A. M.; GOMIDE, J. A; ALEXANDRINO, E. C**aracterísticas estruturais e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a períodos de descanso**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 42, n. 10, p. 1487-1494, out. 2007.

HODGSON, J.G. **Grazing management**: Science into Practice. Harlow: Longman Scientific & Technical, 1990. 203 p.

JEWISS, O. R. 1993. Shoot development and number. *In*: DAVIES, R. D. BAKER, S. A. GRANT & A. S. LAIDLAW. (eds). Sward measurement handbook, 2 edition.The British Grassland Society, Reading. 1993

LEÃO, T. P; SILVA, A. P.; MACEDO, M. C. M.; IMHOFF, S.; EUCLIDES, V. P. B. Intervalo hídrico ótimo na avaliação de sistemas de pastejo continuo e rotacionado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 28, p. 415-423. 2004.

LENZI, A.; MACHADO, L. C. P. **Aspectos ecológicos nos sistemas pastoris**. Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina. 2003. 122 p.

MAGDOFF, F; VAN ES, H. **Building Soils for Better Crops**. Beltsville, Md.: Sustainable Agriculture Research and Education Program, 2009. 294 p.

MATTOS, L. T. **Microbiologia do solo**. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.Br/alice/bitstream/doc/1034181/1/MariaLauraRecursoSoloPropriedadeseUsos.pdf. Acesso em: 10 ago. 2016.

MATOS, L. T. **Microbiologia do solo**. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/137178/1/Maria-Laura-Recurso-Solo-Propriedades-e-Usos.pdf. Acesso em: 8 out. 2018.

MEDEIROS, S.R.; GOMES, R.C.; BUNGENSTAB, D.J. (eds.). **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações.** Brasília, DF: Embrapa, 2015. 176 p.

MEDEIROS, S. R.; MARINO, C. T. Valor nutricional dos alimentos na nutrição de ruminantes e sua determinação Sérgio Raposo de Medeiros Carolina Tobias Marino. Cap.1. *In*: MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. (eds). **Nutrição de bovinos de corte:** fundamentos e aplicações**.** 2015. 1-10. Cap.1.

MOREIRA, F. M. S.; MOREIRA, J. O. S. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2 ed. Lavras, UFLA. 2006. 729 p.

MOTT, G. O. Grazing pressures and measurement of pasture production. *In*: Proc. 8° INT. GRASSLD. CONGR. England, 1960. p. 606.

MOTT, G. O. Evaluating forage production. *In***:** HEATH, M. E., METCALFE, D. S., BARNES, R. F. (Eds). **Forages**. 3 ed. The Iowa University Press: Ames, IA, USA, 1973; p. 126–135.

NABINGER, C.; MEDEIROS, R. B. Produção de sementes de *Panicum maximum* Jacq. *In*: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. p. 59-128.

OLIVEIRA, G. C. **Paisagem, potencialidades e limitações para uso agrícola.** FAEPE. Lavras-MG, UFLA. 2009. 69 p. Disponível em: http://www. cefetbambui.edu. br/grupos_de_estudo/gea/download/livros/

solos_da_regiao_dos_cerrados_reconhecimento_no_pais Acesso em: 30 ago 2016.

OLIVEIRA, P. P. A., CORSI, M. **Recuperação de pastagens degradadas para sistemas intensivos de produção de bovinos**. São Carlos-SP. 2005. 26 p. (Circular técnica, 38).

OLIVEIRA, M. A.; PEREIRA, O. G.; GARCIA, R.; HUAMAN, C. M. A.; SILVEIRA, P. R. Morfogênese de folhas do Tifton-85 (Cynodon spp.) em diferentes idades de rebrota. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., Botucatu, 1998. Anais... Botucatu: SBZ, 1998. p. 302-303.

PEDREIRA, B. C.; PEDERIRA, C. G. S.; LARA, M. A. S. Leaf age, leaf blade portion and light intensity as determinants of leaf photosynthesis in *Panicum maximum* Jacq. Japanese Society of Grassland Science. **Grassland Science**, v. 61, p. 45–49, 2015.

PEDREIRA, B. C. **Interceptação de luz, arquitetura e assimilação de carbono em dosséis de capim xaraés** [*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés] submetidos a estratégias de pastejo rotacionado. 2006. 86 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba).

PELCZAR, M. J. **Microbiologia**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil,1981, p. 381

PELCZAR, M. J.; REID, R.; CHAN, E. C. S. **Microbiologia**. v. 1,Editora McGraw-Hill do Brasil, 1980. p 386.

RAJAGOPAL, B. S., BRAHMAPRAKASH, G. P., REDDY, B. R., SINGH, U. D., SETHUNATHAN, N. 1984. Effect and persistence of selected carbamate pesticides in soils. *In* Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. GUNTHER, F. A., GUNTER, J. D. (eds). **Residue Rev**. 93: 87-203

RIBEIRO, G. D. **Algumas espécies de plantas reunidas por algumas famílias e suas propriedades.** Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2010. 179 p.

ROGER, P. A.; BHUIYAN, S, I. Behavior of pesticides in rice-based agroechosystems: A Review. *In*: PINGALI, P. L.; ROGER, P.A. (eds.), **Impact of pesticides on farmer health and the rice environment**. IRRI, Manila, 1995. p. 111-148.

ROSSETO, F. A. A. **Desmpenho agronômico de pastagens de capim elefante cv.Guaçu** (*Pennisetum purpureum* Schum.) **e capim Tanzânia** (*Panicum maximum* Jacq.) **em sistemas de produção de leite**. Piracicaba, 2000. 144 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

RUGGIERI, A. C. **Manejo de pastagem**. Disponível em: http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/zootecnia/ANACLAUDIARUGGIERI/aula-11-manejo-pastagem-2.pdf. Acesso em: 8 set. 2016.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 11-21, 2008. .

SBRISSIA, A. F.; SILVA, S. C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 35-47, 2008.

SCHAETZL, R. J.; THOMPSON, M. L. **Soil and Geomorphology**. 2 ed. Cambrige: Nova York-EUA. University Press. 2015. 77l p.

SETHUNATHAN, N.; BAUTISTA, E. M.; T.YOSHIDA, T. Degradation of benzene hexachloride by a Soil bacterium. **Can. J. Microbiol**. 15:1349-1354. 1969.

SIDDARAMAPPA, R.; RAJARAM, K. P.; SETHUNATHAN, N. N. Degradation of parathion by bacteria isolated from flooded soil. ***Appl. Microbiol*** v. 26, p. 846–849. 1973.

SILVA, F. M.; CHAVES, M. S.; LIMA, Z. M. C. **Geografia Física II**. Natal-RN: EDUF, RN, 2009. 240 p.

IR PARA SUMÁRIO ▲

SILVA, M. L. N; MARQUES, J. J. G. S. M; LIMA, J. M.; CURI, N. **Aspectos de Gênese, Classificação, Conservação e Manejo de Solos Tropicais**. Lavras: INEPAD/UFLA, 2007. 75 p. il.

SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. N.; SBRISSIA, A. F.; PEREIRA, L. E. T. Dinâmica de população de plantas forrageira em pastagens. **Anais** do IV Simpósio sobre Manejo Estratégico, 2008. p. 75-99.

SCHAETZL, R. J.; THOMPSON, M. L. **Soil and Geomorphology**. 2 ed. Cambrige: Nova York-EUA. University Press. 2015. 77l p.

SETHUNATHAN, N; PATHAK, M. D. **Increased biological hydrolysis of diazinon after repeated application in rice paddies.** J. Agric. Food Chem. v. 20, n. 3, p. 586-589.1972.

TEIXEIRA, A. S. **Alimentos e alimentação dos animais**. Lavras, UFLA - FAEPE, 402 p, 1998.

TEIXEIRA, S. M.; MILHOMEM, A.; FREITAS, P. L.; BLANCANEAUX, P. Microbacias hidrográficas e desenvolvimento rural. Uma abordagem socioeconômica. *In*: BLANCANEAUX, P., ed. **Interações ambientais no Cerrado**: microbacia piloto de Morrinhos, estado de Goiás, Brasil. Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1998. p. 261-282.

TÓTOLA, M. R. & CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. *In*: ALVAREZ V., V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V.; COSTA, L. M., eds. **Tópicos em ciência do solo.** Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. v. 2. p. 195-276.

ZUZUKI, T. Methylation an hydrosydation of pentachlorophenol by *Microbacterium* sp. Isolated from soil. **Pesticide Sci** v. 8, p. 419-428. 1983.

VENKATESWARLU, K.; CHENDRAYAN, K.; SETHUNATHAN, N. Persistence and biodegradation of carbaryl in soils. J. **Environ. Sci. Health**. 15: 421-429. 1980.

WATANABE, I. Isolation of pentachlorophenol decomposing bacteria from soil. **Soil Science and Plant Nutrient 19**, p. 109–116, 1973.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Capítulo 9

SILAGEM PARA PRODUÇÃO DE BOVINOS

Itamar Pereira de Oliveira,[1] Milena Rizzia Ferreira de Souza,[2] Katia Aparecida de Pinho Costa,[3] Wilson Mozena Leandro,[4] Wayron Araújo de Castro,[5] Wender Ferreira de Souza[6]

Resumo: Ensilagem é conceituado como um método de produção da silagem que se baseia na conservação de forragem para alimentação animal baseado na fermentação láctica da matéria vegetal durante a qual são produzidos ácido láctico e outros ácidos orgânicos, o que causa a diminuição do pH até valores inferiores a cinco, preferencialmente entre 3,8 a 4,2, e a criação de anaerobiose. A acidificação e a anaerobiose interrompem o processo de degradação, com perda de qualidade da matéria orgânica que assim fica conservada, retendo as características nutritivas do material original melhor que no processo natural de senescência da planta. Atualmente já se cultiva em capineiras ou campos de produção de forrageiras destinados à produção de massa com o objetivo de manter animais alimentados durante o processo de desenvolvimento e produção de carne e leite, procurando manter a estabilidade de produção durante todo o processo de vida útil e produtiva do animal. O material resultante,

1 Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão em Goiânia.

2 Zootecnista, docente da Universidade Estadual de Goiás.

3 Professora do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrária/Agronomia - Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Bolsistas do CNPq.

4 Docente da Escola de Agronomia da UFG.

5 Técnico profissional superior da COMIGO em Caiapônia

6 Pesquisador Pós-doutorando do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde.

IR PARA SUMÁRIO ▲

designado também por silagem é utilizado como alimento do gado, em particular dos ruminantes, nas épocas de escassez de alimento natural em pasto.

Palavras-chave: Alimentação do gado na estiagem. Manifestações do crescimento das plantas. Necessidade animal.

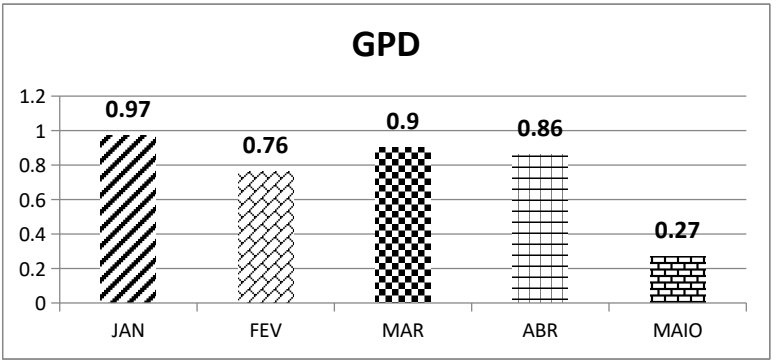
1. INTRODUÇÃO

A diversidade de sistemas de exploração da agropecuária brasileira tem aumentado na mesma proporção do número de novas forrageiras criadas e novas técnicas de manejo em todas as regiões do país. O incentivo de uso de forragem veio paulatinamente estimulando e facilitando a exploração das áreas cobertas com pastagens forrageiras, complementando a necessidade animal no período das secas (Figura 1) como pode observado a partir de maio até o início das chuvas.

Embora o conhecimento científico fique quase sempre limitado à uma estreita fixa da população devido ao uso das facilidades exigirem investimentos quase sempre pouco acessíveis ao pretenso público carente de orientação. Baseado no meio rural e suas dificuldades relativamente sociais, as tecnologias aceitas para abranger grande parcela da população rural devem ser de baixo custo e que tenha emprego imediato para resolver os problemas econômicos dos pequenos produtores e os de baixa renda.

O modelo de criação de gado mais frequente é o extensivo quando na época das secas ocorrem as dificuldades para manter o rebanho sem perda de peso e até mesmo em tentativas evitar ocorrência de morte de animais carentes em alimentos básicos tanto de qualidade necessária ao desenvolvimento animal quanto aqueles volumosos necessários como suplemento do bolo alimentar.

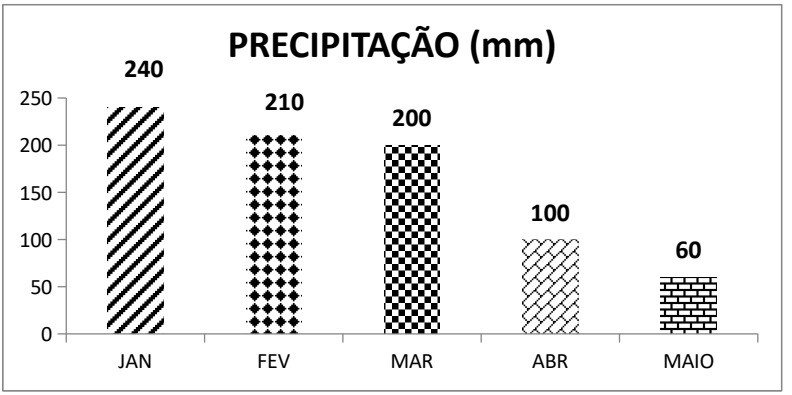
Figura 1 - Variação no ganho de peso diário (GPD) de gado bovino em kg/ha no período de janeiro (JAN) a maio (MAIO) em função de precipitações pluviométricas



Fonte: Adaptado de Ramalho 2006 citado por Santos e Dórea 2017.

Nas diferentes regiões, onde as condições climáticas não facilitam, as precipitações pluviométricas (Figuras 1 e 2) no inverno, para manter o rebanho em condições alimentares saldáveis, algumas tecnologias são necessárias para a estabilização da exploração do gado tanto de corte como do rebanho leiteiro, durante o ano agrícola.

Figura 2 - Precipitação em área de criação e engorda de gado bovino nos meses de janeiro a maio em função da precipitação pluviométrica



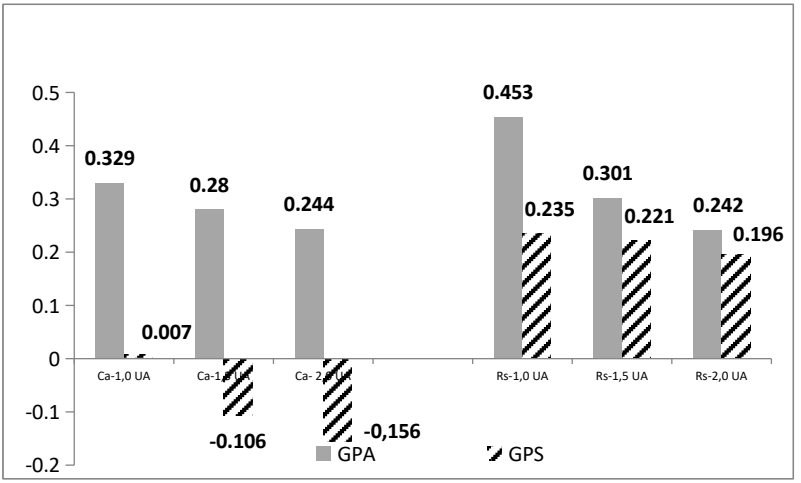
Fonte: Marcuzzo *et al.*, 2012.

Entretanto, dentre vários fatores ambientais que afetam o crescimento dos animais sobressaem radiação solar, temperatura, evapotranspiração, capacidade de retenção de água e fertilidade do solo. Na ausência ou redução da precipitação, um dos mais importantes fatores ambientais que afetam a produção, o regime de água tanto de chuva como de irrigação pode ser considerado o principal fator controlador do crescimento das forrageiras. Por isso, com algumas exceções regionais ou locais, a escassez de alimento para o rebanho é comum e tradicional durante o período da seca (Figura 3). Como resultado, ocorre redução na qualidade da forragem, caracterizada por aumento nos níveis de carboidratos estruturais e lignina e queda no teor de proteína bruta. Atuando em conjunto, ocorre redução do desempenho animal, afetando o ganho de peso e produção de leite.

Embora o conhecimento científico fique quase sempre limitado à uma estreita fixa da população devido ao uso das facilidades exigirem investimentos, quase sempre pouco acessíveis, ao pretenso público carente de recursos e orientação.

Baseado no meio rural e suas dificuldades relativamente sociais, as tecnologias aceitas para abranger grande parcela da população rural, devem ser de baixo custo e que tenha emprego imediato para resolver os problemas econômicos dos pequenos produtores e os de baixa renda. Entre outros fatores as taxas de crescimento de animais podem ser negativas nos meses carentes em chuvas ou precipitações e irrigação.

Figura 3 - Ganho e perda de peso animal da raça Nelore na seca (GPS) e nas águas (GPA) em sistema de pastejo de regime rotativo (R) e contínuo (C) em pastagem contendo *S. sphacelata* cv. Kazungula



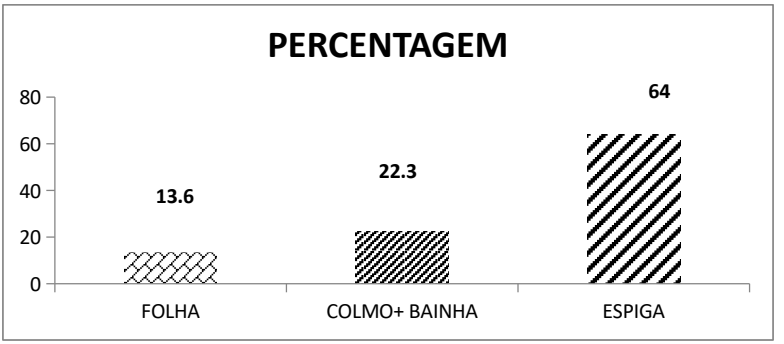
Fonte: Adaptado de Costa *et al*., 2006.

Algumas tecnologias são bem utilizadas como a utilização de forrageiras mais produtivas, deslocação de animais para outras áreas temporariamente na seca (Figura 4), irrigação de pastagem, controle das épocas de cobertura e parições, controle do número de animais compatível com a área de pasto reservado e uso de resíduos agrícolas são os recursos que podem ser utilizados pelo agropecuarista para diminuir os problemas que afetam o rebanho na época das secas. Ao mesmo tempo cada alternativa apresenta solução parcial para tipos de grupos especiais. A tecnologia para propriedades de tamanho variável e situação econômica flutuante baseia em reservar parte da área de pastagem, para ser usada durante a estação da seca, ou cultivada para produção de massa (OLIVEIRA *et al*., 2008). Em geral, esta área de reserva deve ser bem tratada e corrigida com corretivos e fer-

tilizantes minerais ou orgânicos no fim da estação das chuvas, a fim de aumentar a disponibilidade de biomassa.

Importante seria conservar alimentos na forma de fenos e silagens, o que constitui uma prática comum nos países de clima temperado, como meio de amenizar a escassez de forragem durante os meses frios de inverno e que nos países tropicais a amenização da escassez de forragem ocorreria na época de escassez de água. Atualmente o milho (Figura 4), a cana e o sorgo são as opções preferenciais para a produção de silagem e feno.

Figura 4 - Proporção percentual média das frações da folha, colmo mais bainha e espiga de um híbrido de milho em estádio de maturidade que produziu 20,4 toneladas de massa seca



Fonte: Adaptado de Oliveira *et al*., 2008.

2. GENERALIDADES SOBRE A PLANTA PARA SILAGEM

Desde os primeiros cientistas estudiosos da ciência animal e desenvolvimento de forrageiras, esses precursores e seus adeptos continuadamente preocuparam com o comportamento das plantas sob a pressão de consumo de massa pelos animais e a expressão produtiva da pastagem (MELADO, 2016).

Princípios do GEEP (2016) refere-se biomassa como o depósito de tecido da aérea viva ao tecido acumulado durante todo

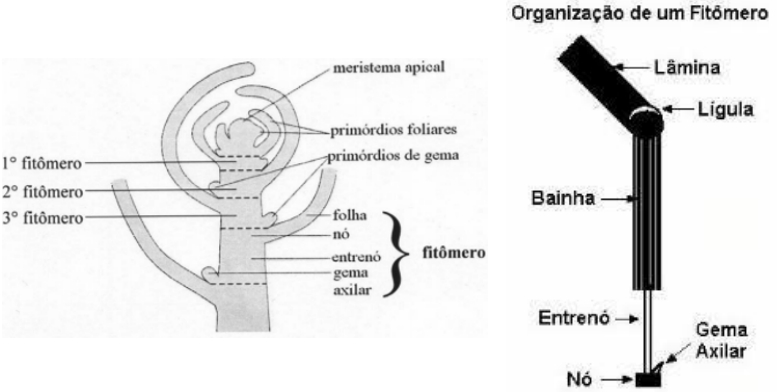
o crescimento das plantas e como se compõe a pastagem. Cada planta é formada por unidades básica chamadas de perfilhos no caso de gramíneas, e ramificações no caso de leguminosas. O crescimento da pastagem em termos de acúmulo de tecidos das folhas e colmos está relacionado a um conjunto de processos que ocorrem em níveis distintos envolvendo crescimento do perfilho e dinâmica da população, representada pelo aparecimento e morte de indivíduos, porém de forma simultânea. Fracionando os órgãos da planta, o primeiro nível se relaciona com o crescimento do perfilho individual, no qual o acúmulo da forragem pode ser visto como um equilíbrio entre s taxas de crescimento e de envelhecimento foliar.

O desenvolvimento do perfilho envolve vários procedimentos onde existem diferenciações de folhas, surgimento de colmo verdadeiro, gema axilar e sistema radicular em cada fitômero presente na planta (Figura 5). Desse modo, permite-se carac terizar o perfilho como uma série sequencial de fitômeros em etapas de desenvolvimento diferentes, sendo cada etapa mais avançada que a anterior (COSTA *et al*., 2006; BRISKE; RICHARDS, 1995, BRISKE, 1991). Fitômetro em forrageira é uma unidade morfogenética constituída de um nó com sua folha, o entrenó abaixo e a gema.

Os primórdios foliares são as primeiras manifestações mais importantes das estruturas a serem formadas em um fitômero. O acúmulo de fitômeros e o seu grau de desenvolvimento, como expansão foliar, alongamento e espessamento dos nós e entrenós, geram um acúmulo de biomassa do perfilho. Esse tipo de organização permite principalmente as gramíneas manter sua persistência por um longo período de tempo, promovendo um mecanismo plástico que proporciona adaptações ao pastejo e

mudanças estacionais na estrutura do dossel ou cobertura vegetal (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993; MATTHEW *et al*., 2000).

Figura 5 - Esquema indicando o fitômero como unidade repetitiva do vegetal



O crescimento da planta e o aumento da produtividade das pastagens se baseiam nas variáveis envolvidas no crescimento e desenvolvimento do perfilho e na demografia de perfilhos. Nem todas espécies apresentam o mesmo sistema de crescimento e desenvolvimento. Essas variáveis dependem da interação entre o genótipo e o ambiente, sendo o ambiente responsável pela velocidade das reações enzimáticas, o fornecimento de água e nutrientes e o fornecimento de energia e do carbono necessário para a estruturação dos órgãos em formação. Sob pastejo, essa relação é afetada continuadamente pelo processo de remoção da área foliar, uma vez que a desfolhação interfere no suprimento de carbono para a planta.

A ensilagem, bem como a fenação, são processos de conservação e armazenamento de material vegetal para consumo animal visando à estabilização de oferta alimentar disponível ao rebanho no período da seca. Esses constituem atividades prioritárias em um sistema de criação de animais, no caso a criação

de bovinos. Como finalidade básica é obter uma forragem de alta qualidade preservando, corrigindo e melhorando as propriedades química, física e biológica que influenciam o consumo, digestão e utilização de massa da forrageira.

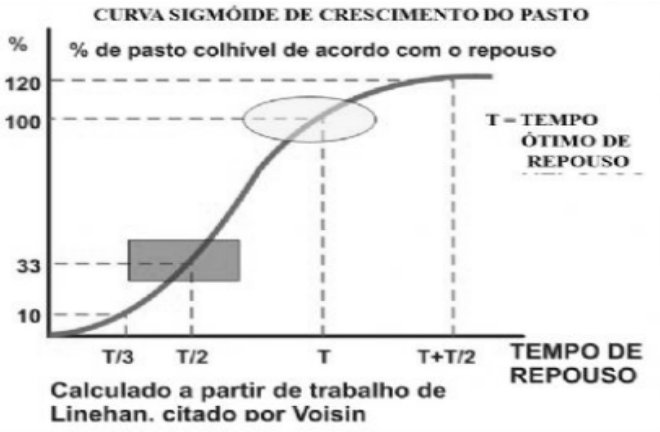
De princípio, uma silagem de qualidade é obtida usando uma forrageira indicada como bem aceita pelo animal que uma vez cortada, fermentada e armazenada a um nível não significante de perdas qualitativas, como diminuição de nutrientes, coloração suspeita como escurecimento e branqueamento pouco peculiar àquela variedade, e paladar indesejável que desviam a qualidade do material vegetal de consumo, ou seja, a massa da planta a sua importância desejada.

Basicamente o processo de ensilagem envolve remoção de grande quantidade de água da planta que durante a fase de crescimento vegetativo, em condições normais de umidade no solo, apresenta valores entre 75% e 85% de água e entre 15% e 25% de matéria seca. Esse teor de água, varia coma idade da planta, chegando entre % 65 e 75% durante floração e aproximadamente 55% na fase de sementes maduras (REIS *et al*., 2016).

Quando a planta se encontra em um estágio muito jovem (Figura 6), esta não deve ser cortada pois a produção de matéria seca cresce de acordo com um modelo sigmoidal com a idade da planta e ainda ela contém um teor de água elevado que pode prejudicar o processo de secagem e a qualidade do feno a ser produzido.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 6 - Curva sigmoide de crescimento das plantas forrageiras



Fonte: Melado, 2016.

Cada estágio de crescimento representa uma fase específica que a planta se encontra no seu valor nutritivo coerente com a sua fase de crescimento e nem sempre ideal (Figura 6). Plantas forrageiras durante o crescimento vegetativo apresentam alto valor nutritivo e à medida que passa do crescimento vegetativo para o reprodutivo como a floração, este valor decresce acentuadamente. A planta de milho considerada a ideal para a ensilagem, uma vez que produz quantidade relativamente alta de matéria seca entre 30 e 35%, e baixo poder tampão quando a massa ensilada permite uma rápida queda do pH, além de conter níveis adequados de carboidratos solúveis, variando entre14 e 16%, nível favorável à fermentação satisfatória, para a população de bactérias produtoras de lactato. A silagem de milho é um alimento volumoso cujo teor de fibra bruta é superior a 18% na matéria seca, e de alto valor nutricional, devido principalmente por seu valor energético, sendo recomendada na alimentação de bovinos que empregam o sistema de produção intensiva.

O tempo ideal (T) para corte e uso da planta é aquele em que apresenta o maior acúmulo de matéria seca que além de apresentar o maior rendimento por unidade de tempo pode ser colhida para uma nova rebrota. E isto ocorre quando a planta está com a idade em torno de 100 dias para as forrageiras que encerram o crescimento aos120 dias, ou seja, entram na fase de repouso vegetativo.

O manejo de máquinas e implementos no processo de corte e picagem resultam em alterações mecânicas no tecido da planta, aumentando a taxa de secagem pela ruptura dos tecidos ou das células, facilitando o movimento de água e aumentando a superfície de evaporação.

As plantas submetidas aos diferentes processos de manejo podem ser submetidas a maior tempo protegido por forros plásticos. Portanto, a planta submetida a uma secagem mais rápida, a silagem pode ter reduzida as perdas na respiração e consequentemente produzindo uma forragem qualificada em maior tempo de conservação e com valor nutritivo mais elevado.

3. SELEÇÃO DE FORRAGEIRA PARA PRODUÇÃO DE SILAGEM

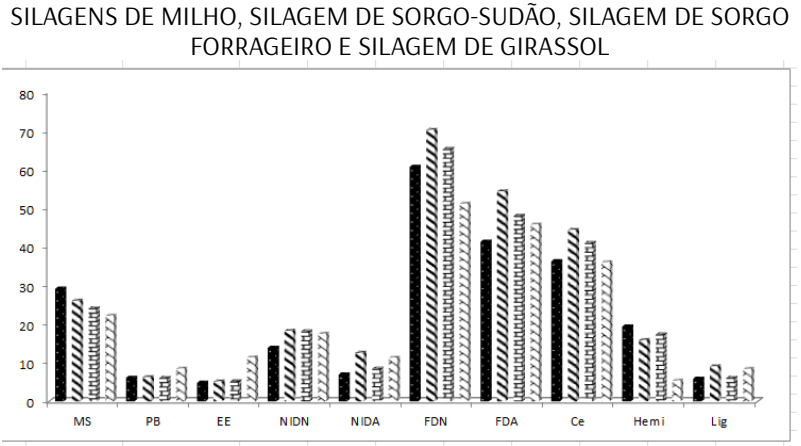
A qualidade da silagem produzida e as suas reações durante o tempo de armazenamento são características fundamentais para a seleção de uma forrageira. Independente do sistema de produção animal a qualidade dos alimentos que compõem a ração é de essencial importância na busca da eficiência.

Economicamente, a alimentação animal representa o maior gasto da atividade agropecuária. Basicamente é importante definir os pré-requisitos que devem ser considerados na produção de silagem como uso de tecnologias práticas adequadas ao alcance do pecuarista, que conserve o valor alimentício, a estabilização dos fenômenos bioquímicos e microbiológico que ocor-

rem no processo que envolve o corte da forrageira até uso da silagem pelo animal (Figura 7).

Todas as observações realizadas pelos especialistas em nutrição animal são a favor de que a resposta do animal à silagem é dependente do padrão de fermentação que por sua vez afeta a forma e a concentração dos nutrientes e a ingestão. Paralelamente, as alterações que ocorrem durante a secagem, recolhimento e armazenamento do material vegetal desempenham efeitos importantes na composição química, ingestão e digestibilidade da forragem.

Figura 7 - Qualidades básicas, matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), nitrogênio insolúvel em FDN (NIDN), nitrogênio insolúvel em NDA (NIDA), fibra solúvel em detergente neutro (FDN), fibra solúvel em detergente ácido (FD), celulose (Ce), hemicelulose (Hemi), e lignina (Lg) de diferentes forrageiras usadas para fabricação de silagem de milho, silagem de sorgo-sudão, silagem de sorgo forrageira e silagem de girassol



Fonte: Adaptado de Oliveira *et al.*, 2010.

A qualidade da forragem é uma caracterização do valor nutritivo da massa de forragem diretamente relacionado com o consumo ef etuado pelo animal e com a capacidade de resposta que animal apresenta com o consumo da forragem produzida

(Figura 7). Os métodos de avaliação da qualidade são baseados no grau de desenvolvimento das estruturas de armazenamento e da finalidade do produto conivente com a atividade escolhida pelo agropecuarista.

3.1 - ESPÉCIES FORRAGEIRAS PARA ENSILAGEM

Qualquer forrageira pode ser transformada em silagem, mas poucas satisfazem as exigências necessárias para produção em quantidade e qualidade do produto.

3.1.1 Gramíneas

Panicum maximun – As forrageiras, desta espécie fazem parte deste gênero são, Mombaça, Tanzânia, Colonião* e Tobiatã. Uma de suas características é uma boa produção de massa, cerca de 70 a 100 toneladas de matéria verde por hectare. Sua implantação é realizada através de sementes; pode render até quatro cortes por ano, com produção entre 25 a 40 toneladas/corte/hectare. O primeiro corte deve ser feito em torno de 80 a 90 dias após o plantio; os próximos cortes serão após 45 a 55 dias após o rebrote, sendo que nesta época possui uma quantidade de, aproximadamente, 24% de matéria seca, 9% de proteína bruta e 53% de nutrientes digestíveis totais. Apresenta baixo ter de glicídio solúvel e elevado teor de água na época recomendada para ensilar. Contudo apresenta, neste período, o melhor equilíbrio nutritivo (DANTAS; NEGRÃO, 2010).

Pennisetum purpureum – Capim-cameroon e outros. As forrageiras que fazem parte deste gênero são Cameroon, Capim elefante*, Napiê, Taiwan, Mineirão e Paraíso. São gramíneas perenes, com uma excelente produção anual. Dentre os capins tropicais, estes possuem o maior potencial de produção de massa. Sua produção é variável de 100 a 200 toneladas de matéria verde por hectare. Por ser perene éter uma produção anual su-

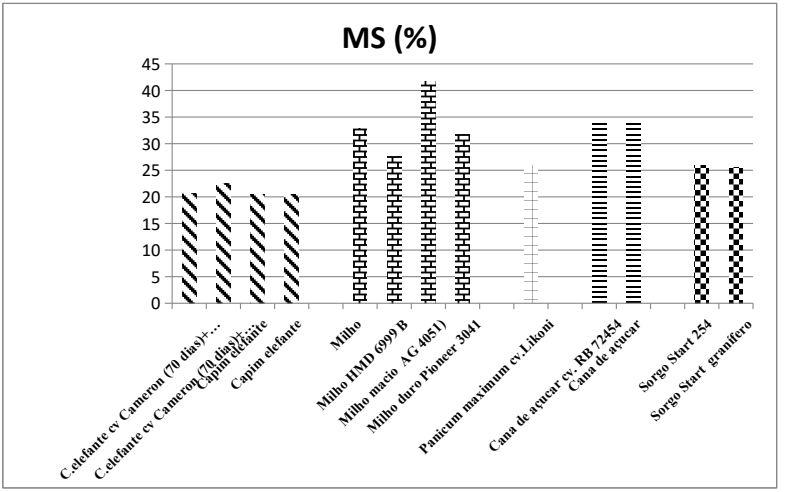
perior ao milho ou sorgo, é mais econômico, porém o produto obtido nem sempre é de boa qualidade. Durante a época recomendada para ensilar, com aproximadamente 80 a 100 dias de idade, esta forrageira não contêm um teor ideal de matéria seca. Neste caso é interessante a realização do pré-murchamento ou de um artifício que venha a favorecer o processo sem aumentar o teor de umidade, tendo vantagens na alta produção animal, perene, e vários cortes durante o ano. O excesso de umidade pode prejudicar a obtenção de uma boa silagem. É plantado através de mudas, exceto a variedade Paraíso; têm rendimento de três cortes anuais, com produção entre 35 a 45 toneladas/corte/hectare. O primeiro corte deve ser feito cerca de 100 dias após o plantio, sendo que os cortes subsequentes devem ser feitos 60 a 70 dias após o rebrote.

Brachiaria sp – Braquiárias. As forrageiras que fazem parte deste gênero são *Brachiaria brizantha* (marandu, xaraés, piatã, paiaguás, ipyporã). São plantas perenes de hábito de crescimento, de modo geral, decumbente prostrado, altura variando entre 0,6 a 1,0 metro. Apresentam teor proteico em torno de 10% com variações entre 8 a 12%, produzem de 8 a 12 toneladas de matéria seca por ano, adaptadas ao clima tropical e tolera entre 5 e 6 meses de seca. São adaptadas aos solos de média a baixa fertilidade. Grande parte das braquiárias não tolera solos inundados. Mas, apresentam tolerância ao frio. A maioria das braquiárias é susceptível a cigarrinha das pastagens. Propagam-se facilmente; o primeiro corte deve ser feito cerca de 70 dias após o plantio, sendo que os cortes seguintes podem ser feitos entre 35 a 40 dias após o rebrote. Sua produção gira em torno de 20 a 30 toneladas/corte/hectare. Elas se adaptam bem as condições gerais dos cerrados.

Cana-de-açúcar, *Saccharum officinarum* – Este volumoso é usado a mais de um século na alimentação dos animais. A cana-de-açúcar apresenta alta produtividade, em torno de 70 toneladas/hectare/ano, e alto valor energético. É uma gramínea cultivada para fins industriais e como é rica em glicídios solúveis pode ser utilizada como aditivo as silagens. Tem como inconveniente um alto teor em água e baixo em proteína. Recomendado misturar com outras forrageiras utilizando em torno de 10 a 20% de cana picada.

Zea mays - Milho – O milho é considerado a principal gramínea para ensilar, (Figura 8) além de fornecer uma forragem de excelente qualidade sem a utilização de artifícios. Produz de 30 a 50 toneladas de massa por hectare, é recomendado ensilar o milho quando as espigas estiverem com os grãos no estado farináceo.

Figura 8– Percentual de matéria seca em diferentes forrageiras



Com a utilização destes alimentos, o resultado é uma silagem de alta qualidade, alto valor energético e boa digestibilidade. O milho possui matéria seca variando de 32 a 35%.

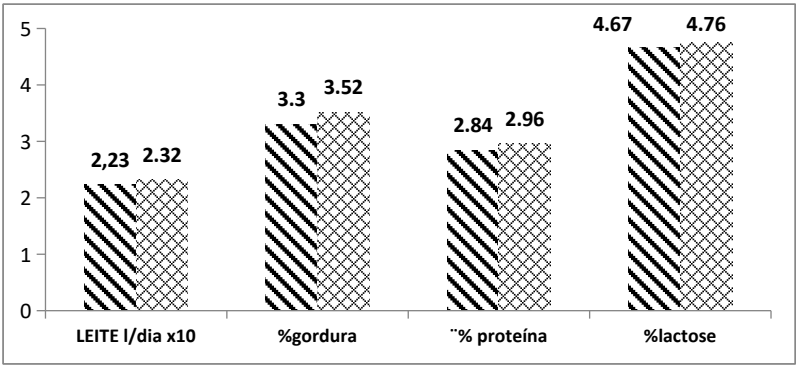
Sorghum vulgare - Sorgo – O sorgo também é uma excelente gramínea para ensilar apresentando propriedades quase idênticas aquelas do milho. O sorgo possui matéria seca ao redor de 30 a 33%, com produtividade entre 35 a 40 toneladas/hectare. Deve ser ensilado quando os grãos se apresentarem farináceos, ou quando a planta estiver aproximadamente com 30% de matéria seca. Tem um rendimento superior ao milho, produzindo aproximadamente 40 a 60 toneladas de forragem por hectare.

Helianthusannuus L-Girassol – O girassol (*Helianthusannuus L.*) é uma planta anual pertencente à família das Asteráceas. Caracterizam-se por serem plantas de caule grosso e robusto, de coloração esverdeada. Podem atingir alturas que variam de 2 a 3 metros, porém existem também espécies anãs de 40 centímetros de altura. Suas folhas são ovais, opostas, pecioladas, com nervuras visíveis e ásperas. As flores são bonitas e grandiosas, de porte majestoso.

As flores de Girassol (Figura 9) são caracterizadas por possuírem grandes inflorescências do tipo capítulo e possuem tamanhos variados desde os 7 cm aos 30,5 cm na diagonal, com disco floral escuro e lígulas radiais de cor que variam as cores de vários tons brancos, amarelos claros, amarelos vivos, laranjas, vermelhos, vermelho mogno. Famoso pelo heliotropismo, ou seja, movimento da planta em direção ao sol. Os girassóis ao amanhecer, estão com suas flores voltadas para o leste. Ao longo do dia, eles seguem o sol de leste a oeste, enquanto à noite eles estão voltados para o oriente. O heliotropismo dos girassóis faz destas plantas serem potentes acumuladores de energia solar, eletromagnética, que em conjunto com seus componentes, tornam vegetais valiosos como alimento-remédio.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 9 - Características comparativas de silagem de girassol e milho expressas em produção de leite corrigido para gordura 3,5%, teores de gordura, proteína e galactose



As espécies de sementes não estriadas constituem as oleicas para produção de biodiesel e estriadas que são as não oleicas para alimentação de animais. Produzem bem em topografia plana, livre de alumínio trocável, pH superior a 5.5. Preferem solos de altas fertilidades bem estruturados sem camadas compactadas e com boa drenagem. O girassol está pronto para o corte quando a flor estiver voltada para o solo e a parte de trás estiver amarelada. A produtividade atinge em torno de 30 toneladas de massa verde por hectare por cultivo e a matéria verde pode chegar a 30 t/ha e em média 6 t/ha de MS.

Pennisetum americanum - Milheto – Está sendo utilizado para produção de silagem com resultados satisfatórios. O milheto é cortado aos 50 dias depois de plantado; quando estiver no ponto de silagem. Sua matéria seca deve estar aproximadamente de 30% e sua produtividade entre 25 a 30 toneladas/hectare A época ideal para ensilar ocorre quando com aproximadamente, 30% de matéria seca. Para se ter uma boa ensilagem deverá ser ensilado com um teor acima de 25% de matéria seca. Tem uma produção média por hectare de 70 a 90 toneladas.

3.1.2 - Leguminosas

As leguminosas são plantas excelentes para produção de feno, mas nem sempre de boa qualidade para a produção de silagem, em virtude de apresentarem um alto poder tampão, serem pobres em glicídios solúveis. Geralmente são ricas em umidade na época de ensilar. A vantagem da utilização de leguminosas consiste no aumento do valor proteico da silagem. A época de corte para ensilar leguminosas vai do início ao fim da floração e quando se iniciar a granação. Como o produto resultante da utilização só de leguminosas é péssimo recomenda-se misturar com outras gramíneas ou então utilizar outros recursos auxiliares.

3.1.3 - Mistura de gramineas e leguminosas

Semelhante às leguminosas, essa mistura nem sempre fornece um produto de boa qualidade. Pode-se ensilá-las misturadas com gramíneas, o que não somente melhora a qualidade da massa ensilada, mas também aumenta o teor proteico da mesma. Recomenda-se utilizar 50% de gramíneas, 30% de leguminosas e 20% de cana-de-açúcar; ou mesmo, utilizar 50% de milho e 50% de leguminosas. A planta de girassol com alto teor de MS pode ser associada ao capim-elefante para ensilar, proporcionando valores nutritivos satisfatórios até o nível em torno de 20% de girassol na mistura.

4. CONDIÇÕES BÁSICAS PARA PRODUÇÃO DE FORRAGEIRAS PARA SILAGEM.

As condições sazonais do Brasil que influenciam a produção de massa em pastagem são fatores que aciona o produtor se preparar para alimentar o rebanho na época da seca. Rica em energia. Na seca, a silagem, embora rica em energia entra como

complemento à dieta animal baseada também em proteína. O milho, sorgo, o girassol, o milheto além do capim, são as principais fontes de forragem quando o verão se encerra. Para se obter um produto de qualidade é necessário conhecer os passos deste a escolha da semente até à compactação da silagem.

Preparo do solo

A produção de silagem de qualidade é a resposta obtida na produção semelhante às culturas tradicionais. De início, parece difícil uma vez que a pouco tempo e, pequena faixa de produtores, consideram-na como cultura e fonte essencial para agregação de valores quando bem executada. O plantio e o preparo do solo são realizados semelhantes aos das culturas para produção de grãos. Solo fértil resulta em produtividade e quando esses não são mais encontrados e os que mais têm sido recomendados são planejamentos de sistemas enquadrando até mesmo o plantio direto associando lavoura e pecuária. As análises do solo, cada vez mais acessíveis à classe produtora, têm como função oferecer dados indicadores sobre a necessidade de corrigir o solo se é necessária de aplicação de fosfatos, gesso ou calcário.

A correção da área pode ser realizada ao mesmo tempo do plantio em mistura com os corretivos, e quando não existir problemas, as sementes podem ser colocadas juntas com os corretivos e fertilizantes para reduzir o trânsito de máquinas pesadas na área.

Sementes

Ainda procurando a qualidade da forragem a ser obtida, a digestibilidade da forrageira para o animal existem materiais de qualidade no mercado adaptados às condições regionais.

Escolha das espécies. A escolha das forrageiras depende da necessidade e da finalidade que a atividade está programada

para ser executada. As duas mais procuradas forrageiras são o milho e o sorgo. A silagem de sorgo apresenta valor nutricional equivalente ao do milho, com um desempenho que não varia em mais de 10%. A principal diferença entre as duas culturas se dá quanto à uniformidade de amadurecimento dos grãos e resistência à seca.

O milho apresenta a vantagem de amadurecer de uma só vez sendo fácil atestar o momento certo para a colheita. Por algum tempo dava-se preferência ao milho quando os grãos estivessem no estádio leitoso sendo que hoje prefere o milho no estádio farináceo, o importante é que o grão apresente matéria seca entre 30 e 35%.

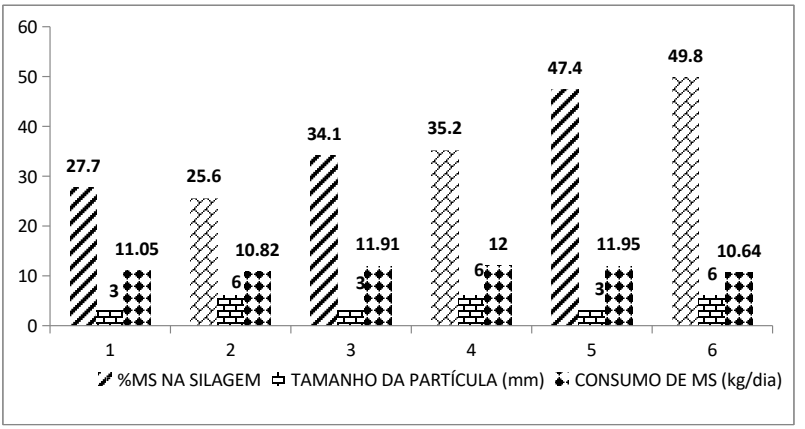
Os grãos de sorgo não amadurecem ao mesmo tempo na panícula isto porque o processo acontece amadurecimento ocorre da ponta para a base. A textura e a umidade dos grãos que ficam ao meio da panícula acompanham o princípio do ponto de colheita do milho, entre leitoso e farináceo. A diferença é quando se observa essa característica no sorgo deve esperar ainda de dois a três dias para iniciar a colheita, dando tempo para os grãos amadurecerem de um lado a outro. Na dúvida, prefere-se iniciar a colheita antes porque grãos duros demais prejudicam o processo de compactação. Quanto à resistência à seca o sorgo apresenta vantagens sobre o milho. Por ter um sistema radicular mais abrangente e profundo, a planta tem maior capacidade de hidratação, e sua camada cerosa no colmo diminui a perda de água por evapotranspiração.

Picagem da forrageira

Em relação ao tamanho das partículas (Figura 10) o especialista recomenda que tenham entre 0,5 e um centímetro. Além de ajudar com a compactação, isso aumentar o aproveitamento

dos nutrientes pelo gado. Atualmente, com os sistemas corn-cracker, pode-se aumentar a probabilidade de o grão ser digerido pelo animal.

Figura 10 - Percentagem de matéria



Fonte: Harris, 1984, citado por Pioneer Sementes, s.d.

Dependendo do tamanho da partícula, ele passa direto pelo trato digestivo. Na prática para que isso aconteça é necessário conferir a distância entre a faca e contra-faca das picadoras que deve ser observada pelo menos duas vezes ao dia durante o processo de trabalho. A recomendação é de que ela não passe de cinco milímetros para garantir o tamanho mínimo desejado das partículas.

Compactação

Considerada como uma das partes mais importantes do processo de produção da silagem, a compactação. Nesta, é a etapa em que se confirma a qualidade do alimento que será destinado ao gado. A compactação tem como objetivo eliminar todo o oxigênio entremeado no volumoso para aumentar a eficiência da fermentação que produz o ácido lático responsável por conser-

var a matéria orgânica. O milho e o sorgo, naturalmente, apresentam bactérias que dão conta desse processo, mas não raro os produtores colocam na mistura de aditivos que são nada mais do que concentrados desses microrganismos.

O baixo custo dos aditivos faz com que essa prática se perpetue, embora já tenha se provado dispensável. A compactação recomendada tanto para o milho quanto para o sorgo é de 600 kg/m^3. A escolha pela ensilagem em trincheiras também facilita o procedimento, uma vez que as paredes feitas de alvenaria ajudam a impedir a entrada do ar. Nesses casos, sucessivas camadas de 20 centímetros de volumoso podem ser compactadas pelo vaivém de tratores.

A ensilagem superficial

É mais econômica e para sua cobertura o mais indicado é usar lonas plásticas que tenham uma face branca e outra preta. Embora grossas e resistentes, elas devem ser cobertas ainda por uma camada de terra de 10 a 15 centímetros para evitar a formação de bolsões de ar. Pedras podem ser colocadas nas bordaduras para segurar melhor a lona e uma cerca é sempre bem-vinda para evitar a aproximação de animais.

Conservação

Feito tudo dentro dos parâmetros indicados, o silo ganha vida longa, podendo alimentar o rebanho por anos consecutivos. O sinal de que tudo correu bem é sentido na temperatura do volumoso. Colocando a mão na silagem o produtor deve reparar que a mistura não é nem fria nem quente, acompanhando a temperatura ao redor.

As condições climatológicas controlam a produção de forragem, em uma distribuição desuniforme, ao longo dos meses onde se destaca um período de alta produtividade, período chu-

voso, e outro conhecido como período da seca que tem como efeito a criação de uma estacionalidade inconstante que afeta a produção e que dependendo da região pode ser prejudicial em maiores ou menores proporções à forragem formado (PEREIRA *et al*., 2008).

O fato de se ter forragem de boa qualidade numa época do ano e de má qualidade em outra época faz com que o pecuarista tenha grandes prejuízos com seus rebanhos pela ocorrência de perda do peso, aumento da mortalidade, baixa produção de carne e leite e baixa produtividade. Neste quadro torna-se imprescindível a conservação de forragem de alta qualidade produzida na época das chuvas para ser utilizada no período de estiagem ou seca é uma das maneiras de se conservar esta forragem é sob a forma de silagem.

Com esses períodos diferenciados em clima, todos os rebanhos são afetados, principalmente pela falta de hábito dos produtores em armazenar alimentos para o período de estiagem. Como geralmente os rebanhos em todo o país são manejados a campo, o déficite hídrico influencia as pastagens a produzirem forragens com baixa qualidade, afetando a produção de carne e leite a números críticos. Em alguns casos os rebanhos perdem peso nesse período com interferência negativa na produção, produtividade, sanidade e qualidade da produção.

Amostragem

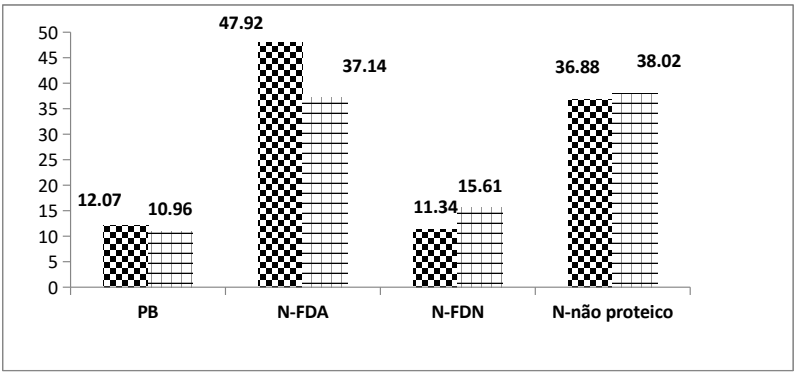
As reações químicas e biológicas exigem rapidez no processo de colheita que constituem os principais fatores para se obter silagem de qualidade. A forrageira, após picada e exposta ao oxigênio, continua com o processo oxidativo promovendo o consumo de carboidrato solúvel. Tanto mais longo o período de tempo em que a forragem fica exposta maior é a perda de nutrientes.

Guim (2002) relata que o tipo de silo, técnicas de ensilagem e fechamento, presença de ar, temperatura e tempo de armazenamento são alguns dos fatores que influenciam o processo e a qualidade de ensilagem.

5. ARMAZENAMENTO DE FORRAGEIRAS COMO SILAGEM

Silagem é o produto resultante da fermentação da planta forrageira na ausência de ar com o objetivo de conseguir a maior concentração possível de ácido láctico. Após o fechamento do silo ocorrem perdas de nutrientes consideradas como perdas evitáveis como resultado da proliferação de mofos e podridões decorrentes de práticas incorretas de ensilagem; perdas inevitáveis como mudanças bioquímicas, respiração das plantas e fermentação. O cuidado que se deve ter nas diferentes fases da fabricação da silagem evita perdas para que se possa, dentro do possível, produzir uma silagem com qualidades próximo da forragem (Figura 11 e Tabela 1).

Figura 11 - Composição percentual das frações nitrogenadas



Fonte: Adaptado de Aguiar *et al.*, 2000.

Tabela 1 - Espécie de *Lactobacillus* spp que apresentam potencial de influenciar na fermentação

GRUPO I	**GRUPO II**	**GRUPO III**
	Lactobacillus = L.	
L.delbrueckii, Delbrueckii	*L.agilis*	*L.bifermentus*
L. delbrueckii, lactis	*L.alimentarius*	*L.brevis*
L. delbrueckii, bulgaricus	*L.bavaricus*	*L.buchneri*
L. acidophilus	*L.casei*, Casei	*L.collinoides*
L. amylophilus	*L.casei*, pseudo plantarum	*L confusus*
L. amylovirus	*L.casei*, rhamnosus	*L.divergens*
L. acidophilus,	*L.casei*, tolerans	*L.fermentum*
L.animalis	*L.coryniformis*, coryniformis	*L.fructivorans*
L.crispatus	*L.coryliformis*. Torquens	*L.fructosus*
L.farciminis	*L.curvatus*	*L.alotorans*
L.gasseri	*L homoiochii*	*L.hilgardii*
L.helveticus	*L. maltaromicus*	*L.klanderi*
L.jensenii	L.murinus	L.kefir
L.riminis	L.plantarum	L.minor
L.salivarius	L. sake	L.reuteri
L.sharpease		L.sanfrancisco
L.vitulinus		L vaccinostercus

5.1 - Redução de perdas

O teor de umidade do material a ser ensilado, nem sempre bem controlado, é considerado um dos os fatores que devem ser observados para a redução máxima das perdas. Tem grande influência nas reações químicas que ocorrem durante o armazenamento e que interferem no valor nutritivo da silagem. A anaerobiose é fator imprescindível porque a respiração da planta

consome os carboidratos disponíveis para a fermentação natural de ácido lático. O ar deixado dentro do silo, ou nele penetrando vão prolongar a respiração e, em decorrência, o conteúdo de carboidratos solúveis será reduzido, aumentando as perdas de nutrientes e diminuindo a quantidade de ácido lático no produto final. Também ocorre redução da presença de bactérias produtoras de ácido lático e a quantidade de seus substratos como ocorre com os carboidratos solúveis. Em outras forragens, com exceção do milho e sorgo, a concentração de carboidratos solúveis é limitam a produção de silagens em conteúdo de matéria seca inferior a 30 e 35%.

5.2 - Processo fermentativo

Uma silagem de qualidade é caracterizada por um pH variando entre 3,8 e 4,2; concentração de ácido butírico inferior a 0,2%; nitrogênio amoniacal inferior a 11% do total de nitrogênio, ácido lático de 3 a 13% da matéria seca e acético 2% da matérica seca.

As forrageiras para resultarem em boas forragens, as plantas devem ser cortadas em época ideal de corte quanto está completa para fermentação (Figura 12). Essa época deve ter o suporte das facas de cortar a forrageira que devem estar sempre afiadas, por isso recomenda-se fazer o corte na época ideal de maturidade.

Paralelamente o vegetal inteiro deve ser picada em tamanho entre 0,3 a 3 mm para se conseguir uma boa compactação. A compactação cuidadosamente realizada é importante uma vez que aumenta o volume do material ensilado pela eliminação do volume de ar armazenado no interior do silo. Ao mesmo tempo, a forragem ao ser compactada, tem a temperatura elevada a 60 a 70ºC quando ainda o material verde se encontra no processo de respiração ainda das partes das folhas.

A umidade da silagem deve estar abaixo de 70% (Figura 12). Acima desse percentual, considerada elevada, ocorre o desenvolvimento de microrganismos do gênero *Clostridium*, cuja ação resulta na fermentação butírica prejudicial à qualidade da silagem. Além disso, a umidade baixa dificulta a massa vegetal a ser compactada. O pré-murchamento, ao deixar o vegetal cortado e picado ao sol pode reduzir a umidade de 75 para 35%.

Os tratores usados na compactação fazem melhor trabalho usado com rodas finas. O silo deve ser enchido em um tempo no máximo com três dias. Os silos devem ser protegidos com lona plásticas após a compactação necessária.

A fermentação é a etapa mais importante da operação da fabricação de silagem. Para essa ocorrência, a forrageira passa por três etapas importantes. A primeira etapa caracteriza-se pelo consumo de oxigênio das plantas recém-ensiladas e a segunda etapa é caracterizada em ambiente aeróbica quando as bactérias do grupo dos coliformes que produzem ácido acético e consequente queda de pH, aproximadamente 5,0. A terceira etapa é caracterizada pelo ambiente anaeróbico com a multiplicação de lactobacilos e estreptococcus até equilíbrio da acidez na faixa entre 3,8 e 4,2.

A fermentação lática inicia com a atividade homolática, com a produção de 1,8 a 2,0 moles de ácido lático por mol de glicose e passa para heterolática com 1,0 de ácido lático, 1 mol por mol de etanol e 1mol de CO_2.

Outras fermentações ocorrem como a butírica em que clostrídios transformam ácido lático e açúcares solúveis em ácido butírico. Na fermentação alcoólica as leveduras por apresentarem crescimento lento não tem grande importância. Ainda existe a fermentação relacionada com as enterobactérias que competem

pelo substrato com as formadoras de ácido lático e produzem grandes quantidades de acetatos.

A fermentação é realizada normalmente desde que haja produção suficiente de microrganismos produtores de ácido lático de origem microbiana que pode ser originalmente ou através de inoculação de aditivos. Esse processo ocorre monitorado pela atividade enzimática das plantas e em conjunto com a ação de microrganismo. As leveduras atuam em ambiente aeróbico e as bactérias no processo de fermentação, obviamente no ambiente aeróbico. O pH entre 3 e 4 predominam o processo de formação de ácidos orgânicos e ácido lático e a acidificação natural até chegar o pH de equilíbrio desejado. A conservação da forragem é controlada pela acidificação do meio que inicia em torno de 5,0 e chega conhecidamente a pH entre 3,8 e 4,2.

Quando se usa aditivos o teor de umidade é algumas vezes indispensável. É conhecido o uso de melaço de cana 2% ou cana de açúcar picada 20%. Como aditivo se for aplicado ácidos minerais a queda do pH é imediata. Por outro lado, os ácidos orgânicos como o ácido fórmico, apresentam mudança mais lenta do pH. Preservativo e desidratante tem efeito bactericida, de certo modo, seletiva e também abaixam o pH.

Bactericidas podem ser usadas quando se faz cortes das camadas de silos com produtos baseados em antibióticos, enxofre, metabissulfitos e formaldeídos. Dosagens muito pequenas dificultam a homogeneização.

Enzimas celulares e culturas bacterianas produtores de ácido lático são permitidos para a produção de uma boa fermentação das silagens.

Alguns riscos microbiológicos podem ocorrer como os acontecem pela ação de fungos como os da *Listeria* de monocytogenes. A oxidação da fração proteica produz aminas de palatabili-

dade não desejada para consumo animal. O consumo deve ser realizado até o momento em que os animais sintam o paladar e o aroma que lhe é conveniente e não tenha perdido as suas qualidades nutricionais.

O fechamento do silo deve ser realizado três dias após o início de corte e exposição do material vegetal ao murchamento em exposição do ar. A abertura do silo é permitida de um a três meses após a silagem.

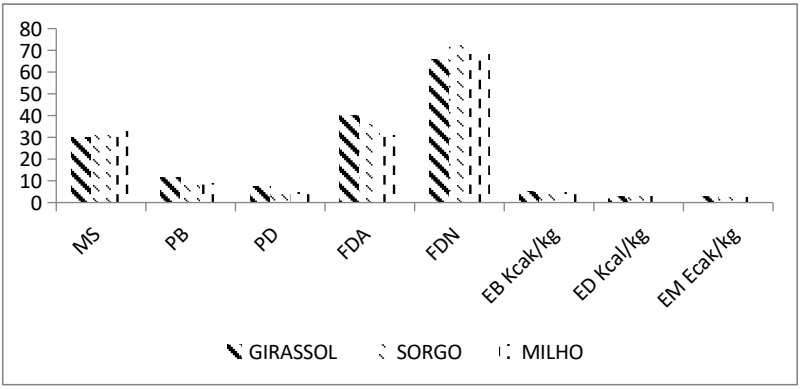
Atualmente já se aplica inoculantes baseada em bacterias produtoras principalmente de produtoras de ácido lático que evita perdas de silagem e acelera a fermentação.

As camadas de silagem para consumo animal diária a serem tiradas devem ter no mínimo 15 cm de espessura observando sempre contaminação. Para evitar o aumento de população de microrganismos tem-se usado inibidor fúngico que deve ser aplicado na superfície de corte.

As manchas de silagem estragadas ou atacadas pelos fungos devem ser eliminadas, eliminando com isso os resíduos tóxicos. A velocidade de multiplicação dos microrganismos podem em curto espaço de tempo contaminar toda a silagem produzida. A presença de fungos é avaliada pela presença de micotoxinas em laboratórios utilizando testes de sanidade de semente.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 12 - Concentrações de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), proteína digestível (PD), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN); EB, energia bruta; ED, energia digestiva e EM, energia metabolizável



5.3 - Qualidade do produto final da fermentação

Tem se conceituado silagem como o produto final da fermentação da massa de forragem sem a presença de oxigênio, realizada por bactérias, que consomem, principalmente, os açúcares disponíveis no material depositado no silo. A fermentação que ocorre no material vegetal ensilado conhecida como uma conversão de carboidratos solúveis em ácidos orgânicos, através de microrganismos que sobrevivem em meio endógenos ou exógenos que intencionalmente aplicados têm com objetivo de aumentar a eficiência desta fermentação.

Nesse complexo ambiente de silo no processo da silagem de forrageiras, a fermentação provoca acidificação, com variação de pH e que ocorre em grau em respostas aos cuidados anteriores das diferentes etapas do processo de ensilagem. A glicose e a frutose são reduzidas em ácidos orgânicos como lático, acético e butírico, dentre outros compostos cujas produções são provenientes da fonte de energia e dos produtos conservantes formado.

A ocorrência da fermentação depende da quantidade e tipo de microrganismos presentes no silo, bem como pelo teor de matéria seca, poder tampão e teor de carboidratos solúveis do volumoso como glicose, frutose, sacarose e frutosanas que devem participar com valores variáveis entre 8 e 10% da matéria seca para uma boa fermentação. Dessa fermentação da silagem resultam os ácidos orgânicos lácticos, acético e butírico. De modo geral, a fermentação lática deve prevalecer sobre as reações paralelas indesejáveis como a fermentação butírica e alcoólica e os processos oxidativos.

A presença desses ácidos resulta no abaixamento do pH para a faixa entre 3,8 e 4,2, útil para a conservação da silagem evitando a proliferação de microrganismos indesejáveis como os do gênero *Clostridium* responsáveis pela deterioração do material ensilado. O desenvolvimento dos microrganismos desse gênero é facilitado quando o ácido formado como o ácido butírico, considerado como fraco é predominante, então o tempo de fermentação é aumentado devido à sua baixa capacidade de poder tampão. Com a demora do abaixamento do pH, os microrganismos oportunistas desenvolvem resultando em uma silagem de baixa qualidade, também causado pela produção de excesso de água que ao mesmo tempo provoca diluição dos ácidos orgânicos e que inibem o abaixamento do pH. No gênero *Clostridium* a umidade em excesso possibilita a multiplicação de bactérias aeróbias resultando redução no teor de proteína no volumoso que vai ser ensilado. A produção de silagem de boa qualidade é obtida em teor de umidade controlado em ambiente, no caso o silo, em ausência de aeração. Ao mesmo tempo, nestas condições a forragem vai ter problema na conservação com perdas da qualidade na estocagem.

Alguns materiais como a cana pode ocorrer, em ambiente, com baixo controle das condições favoráveis, favorece a multiplicação de leveduras que promove a conversão dos carboidratos solúveis em etanol, gás carbônico e água, com perdas energéticas e redução de ácidos láticos e acéticos, importante para a fermentação. Leveduras não controláveis pelo abaixamento do pH e nestas condições o etanol é perdido na estocagem que resulta na perda de energia do material estocado. A qualidade da silagem pode ser observada através do cheiro, coloração, textura e acidez (Tabela 2).

Tabela 2 - Características desejáveis e indesejáveis de qualidade da forragem e que podem ser observadas visualmente

Orientação para avaliação da qualidade da silagem				
Características	Bem fermentada	Insuficiente ácida	Superaquecida	Severamente aquecida
Cor	Clara Verde amarelada Caqui	Escura. Verde oliva	Marrom Marrom escura	Marrom escura Preta
Cheiro	Agradável Vinagre	Forte Rançoso	Açúcar queimado ou fumo	Marrom escura
Textura	Firme	Forte Gomosa	Gomosa a seca	Seca
Acidez	Gosto ácido pH<4,5	Gosto insípido pH 5,0	Não serve como guia	Não serve como guia

Fonte: Fernandes Júnior, 2017.

A qualidade da forragem obtida pode ser medida através das perdas de energia e que podem ser controladas ou evitadas através de manejos adequados e cuidados especiais rotineiros. As perdas relacionadas com a planta e os processos biológicos naturais como respiração, fermentação e umidade merecem cuidados e são difíceis de controle. Com as técnicas necessárias e observadas evitam problemas sanitários no corte das forra-

geiras, transporte, local de trabalho. Silos organizados de acordo com as recomendações técnicas facilitam a compactação da forragem. O uso de inoculantes e aditivos, rapidez do processo, perfeita vedação resultam em boa silagem.

Para previamente avaliar se uma silagem esteja em condições de conservação, o primeiro parâmetro a considerar é a estabilização do pH. Dependendo da rapidez (Figura 13) da estabilização consequentemente pode-se contar com uma boa conservação do material ensilado.

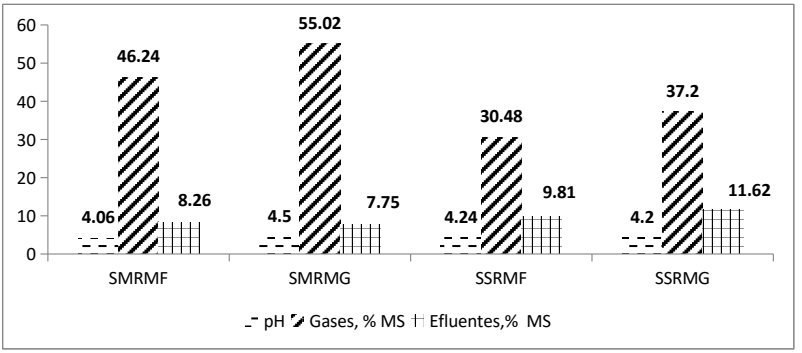
A rápida estabilização do pH ocorre quando a quantidade de açúcares prontamente fermentáveis presentes no material ensilado se encontra em concentração apropriada. Ao mesmo tempo quando a concentração de carboidratos solúveis é adequada, as condições são mais favoráveis para o estabelecimento e crescimento de bactérias do gênero *Lactobacilo*, produtoras do ácido lático, o ácido desejado (PEREIRA *et al*., 2017; GUIM, 2002). Vários gêneros de lactobacilos são conhecidos e muitos outros (Tabela 4), encontram-se em fase de pesquisa.

O grupo I dos lactobacilos incluem os microrganismos homofermentativos obrigatórios, que fermentam hexoses homolaticamente, quase que exclusivamente ao ácido lático (>85%), mas são incapazes de fermentar pentoses, por ausência da enzima fosfocetolase.

No grupo II são encontrados os lactobacilos heterofermentativos facultativos que utilizam a mesma via das hexoses do grupo 1, mas são capazes de fermentar pentoses por possuir aldolase e fosfocetolase.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 13 - Médias de pH e perdas associadas à dinâmica fermentativa da silagem de grãos reconstituídos



Fonte: Pereira *et al*., 2017.

SMRMF = Silagem de milho reconstituído moído fino; SMRMG = Silagem de milho reconstituído moído grosso; SSRMF = Silagem de sorgo reconstituído moído fino; SSRMG = Silagem de sorgo reconstituído moído grosso.

No grupo III são selecionadas as heterofermentativas obrigatórias, que fermentam hexoses, formando ácido láctico, etanol ou ácido acético e CO_2, podendo ainda fermentar pentoses para formar ácido láctico e ácido acético.

Vários microrganismos desenvolvem em diferentes níveis de acidez e o produto trabalhado em cada etapa facilita a ação de cada grupo de transformadores até chegar a faixa considerada ideal de pH entre 3,8 e 4,2 (Figura 13). O conhecimento, sobre os processos que ocorrem para a produção de uma boa silagem, vai continuar sendo estudado para verificar a qualidade de novas forrageiras e o seu efeito no desenvolvimento dos animais e na produção de carne e leite. Ao mesmo tempo, outros parâmetros estão sempre sendo criados e comparados com os materiais vegetais atuais existentes.

IR PARA SUMÁRIO ▲

5.4 - Fases de ensilagem

De início, ocorre uma fermentação aeróbica do material ensilado, que se caracteriza pela presença de oxigênio junto ao material ensilado. Ocorre neste estágio a respiração celular que utiliza o oxigênio do ar e substratos presentes no material picado, produzindo CO_2, calor e H_2O.

5.4.1 - Fase aeróbica

A fase aeróbica é considerada indesejável, entretanto ela é obrigatória no processo de ensilagem, cabendo ao usuário da tecnologia do processamento da ensilagem a responsabilidade de reduzi-la ao máximo.

A massa vegetal após picada tem uma perda de água com desenvolvimento de microrganismos aeróbicos como Leveduras e Bolores que resulta em deterioração da silagem e consequente decomposição do ácido lático.

Quando esta é prolongada, ocorre elevada perda de matéria seca na forma de carboidratos ricos em energia e estes vão fazer falta às bactérias produtoras de ácido lático ou pelos animais como fonte de energia. Ocorre também excessiva produção de calor que compromete a integridade e disponibilidade das proteínas da forragem. Acima de 49 ºC a proteína reage com os carboidratos originários da planta e passa a fazer parte da fibra em detergente ácido (FDA) e torna-se indigestível de acordo com a reação de Maillard (SILVEIRA, 1975).

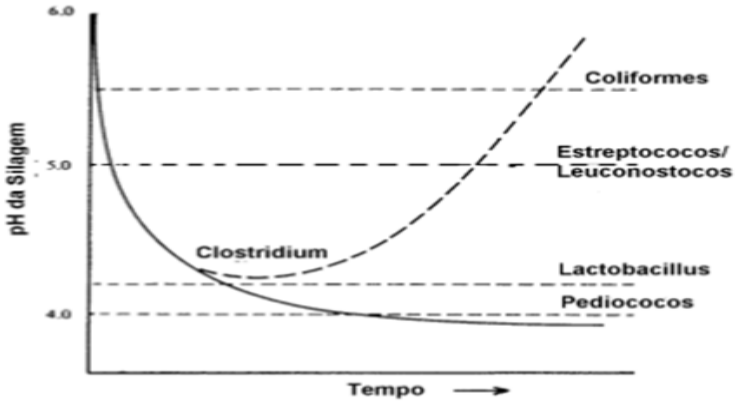
As perdas podem atingir até 30% da matéria seca com a utilização direta do substrato ou dos produtos de fermentação.

5.4.2 - Fase anaeróbica

O oxigênio quando esgotado no material ensilado, os microrganismos anaeróbicos crescem em quantidade, principalmente

as enterobactérias. Outras bactérias heterofermentativas se desenvolvem e que são tolerantes ao calor e ao ácido acético.

Figura 14 - Mudanças qualitativas de microflora na silagem durante o processo de fermentação relacionando o tempo de fermentação e pH da silagem



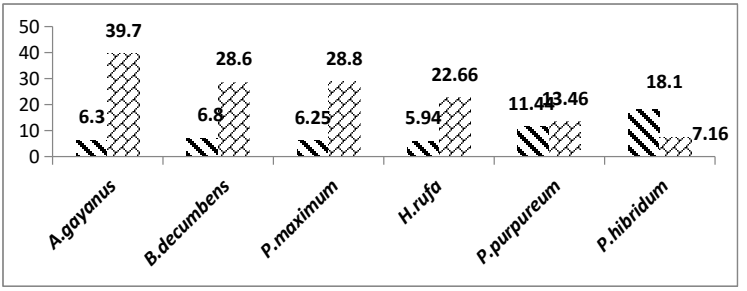
Fonte: Woolford, 1984 citado por Pereira e Reis, 2001.

Nesta fase, que varia de 24 a 72 horas, há formação de Ácido acético mais Etano + Ácido lático + CO_2 decorrentes da fermentação das hexoses (glicose e frutose) e pentoses como a xilose e ribose. Com o acúmulo de ácido, principalmente acético, o pH do ambiente começa a cair (Figura 14). Com a queda do pH ocorre uma mudança na população de bactérias, surgindo as bactérias homofermentativas, mais eficientes na produção de ácido lático, fazendo com que o pH diminua com mais rapidez. Podem ocorrer outros tipos de ácidos graxos voláteis como acético, propiônico, butírico e lático e os isso-ácidos. A intensidade deles vai depender das práticas de manejo envolvendo umidade e maturidade da cultura, principalmente e, dos tipos de bactérias presentes no material em ensilamento.

O ácido lático deve estar em maior proporção numa silagem, devido à sua maior acidez, eficiência em baixar o pH rapidamente

(Figura14), e capacidade para manter a estabilidade da silagem, tanto na fase anaeróbica como na aeróbica, após a abertura do silo. O tempo de fermentação ocorre normalmente entre 10 e 14 dias, dependendo, principalmente do da concentração de carboidrato solúvel (CS) (Figura 15), da capacidade tampão (CT) e do conteúdo de umidade da forragem (VAN SOEST, 1994).

Figura 15 - Concentração percentual de carboidrato solúvel e matéria seca em gramíneas tropicais



Fonte: Adaptado de Vilela de 1987.

5.4.3 - Fase de estabilização

O pH ideal nesta fase deve estar entre 3,8 e 4,2 fazendo com que ocorra inibição da população de bactérias, interrupção do processo de fermentação, iniciando a fase de estabilidade, que se prolonga até que o silo seja aberto e a silagem volte a ter contato com o oxigênio. Quanto mais rápido se completa o processo fermentativo, mais nutrientes incluindo peptídeos e aminoácidos são preservados, melhorando o valor nutritivo da silagem. Nas silagens de boa qualidade, o ácido lático é o que aparece em maior proporção, ou seja, em torno de 60% dos ácidos orgânicos totais. Ele é inodoro, fazendo com que a silagem tenha pouco cheiro.

O cheiro de vinagre em algumas silagens é devido à presença do ácido acético. Quanto mais intenso esse cheiro, mais tempo a silagem demorou em baixar o pH, que pode ser decorrente da

baixa disponibilidade de CS (GUIM, (2002). Enterobactérias são aquelas produtoras de ácido acético, normalmente dominam todos os outros microrganismos nos primeiros dias, entre1 a 3 dias, após o fechamento do silo. Quando os valores de pH caem abaixo de 5,0 a população de enterobactérias diminui rapidamente, predominando as bactérias produtoras de ácido lático. As enterobactérias produzem ácido acético, enquanto as láticas produzem ácido lático, entretanto outros produtos são formados pela ação deste grupo de bactérias incluindo etanol, 2,3-butanodiol, ácido succínico, ácido fórmico e manitol (MCDONALD *et al*., 1981 MCDONALD 1991).

As bactérias láticas crescem ativamente no período entre um e quatro semanas, baixando o pH, normalmente para valores entre 3,8 a 5,0 dependendo do conteúdo de umidade da cultura, capacidade tampão do material ensilado e conteúdo de açúcar. Caindo os valores de pH o suficiente para inibir o crescimento de todos os microrganismos, ou o substrato tenha se exaurido, as bactérias láticas tornam-se inativas e sua população diminui lentamente.

O terceiro e mais importante grupo de bactérias anaeróbias *Clostridium*, que afetam, negativamente, a qualidade da silagem, se os valores de pH não forem suficientemente baixos para inibir o seu desenvolvimento. Este grupo estritamente anaeróbio fermenta açúcares e ácido lático produzindo ácido butírico e aminas. Essa fermentação representa perda de matéria seca, e seus produtos reduzem a capacidade de aceitação das silagens pelos animais, promovendo um decréscimo no consumo de matéria seca.

A preservação da forragem no silo depende da atividade das bactérias láticas, para a maior produção de ácido lático. Isto acontece de uma maneira consistente, uma vez as bactérias láticas ocorrem em baixa quantidade na forragem, abaixo de 0,1%,

da população naturalmente encontrada. As bactérias láticas apresentam características que as ajudam no desenvolvimento dentro do silo, onde se destaca a tolerância à ampla variação na pressão osmótica, e de níveis de oxigênio e temperatura. Elas crescem rapidamente e produzem compostos que inibem as demais bactérias.

Uma fermentação lática intensiva inibe o crescimento de microrganismos como as do gênero *Clostridium*, incluindo ainda as enterobactérias, leveduras e fungos aeróbios. O controle do desenvolvimento de *Clostridium* e enterobactérias é feito através da redução do pH quando são inibidas em pH abaixo de 4,5. Para ambos os grupos, é mais importante o controle do desenvolvimento pela concentração de ácidos não dissociados.

6. INIBIDORES DA FERMENTAÇÃO INDESEJÁVEL

São compostos químicos que, além de contribuírem para o abaixamento do pH da massa ensilada, podem ter efeito bactericida. Esses aditivos reduzem o crescimento de microrganismos aeróbicos e a solubilidade da proteína. Entre esses produtos, incluem-se o pirossulfito de sódio, ácido fórmico, formol e misturas de formol com ácido fórmico.

a) Pirossulfito de sódio

Este produto possui ação bacteriostática e atua bloqueando a respiração celular do material ensilado, em face da liberação de dióxido de enxofre (SO_2), desencadeando, assim, a formação de um ambiente anaeróbico necessário à ação das bactérias produtoras de ácido lático. Geralmente, é utilizado na dosagem de 0,2 a 0,3% correspondente a 2 a 3 litros/tonelada de material verde.

b) Ácido fórmico

O efeito preservativo do ácido fórmico é atribuído ao aumento na concentração hidrogeniônica do meio, efeito acidificante, baixando, portanto, o pH, com subsequente inibição das fermentações indesejáveis. Assim, a influência do ácido fórmico sobre os microrganismos e subsequente fermentação do material ensilado apresenta as seguintes características:

Baixo pH; baixos conteúdos de ácidos acético e butírico; baixo conteúdo de amônia; abaixamento da temperatura atingida durante a fermentação 2, níveis mais elevados de açúcares residuais e etanol.

Ressalta-se, entretanto, que tais características estão diretamente relacionadas com os níveis de aplicação do ácido e com o conteúdo de matéria seca do material ensilado. Com relação à prática de utilização, é importante que o ácido seja aspergido sobre a forragem picada. Dessa forma, sua ação é mais efetiva. Quanto à dosagem, recomenda-se utilizar de 0,5 a 0,6% equivalentes a 5 a 6 litros/tonelada de material verde diluído em água na proporção de 1:1.

c) Formol

O formol, comercializado em solução de 37 a 45% de formaldeído, possui duas características que o tornam propício como aditivo para silagens:

É um produto bacteriostático, sendo utilizado para reduzir as fermentações na massa ensilada; torna as proteínas relativamente insolúveis e intocáveis pelos microrganismos do material ensilado e do rúmen.

Com a utilização desse produto, o formol, as proteínas atravessam o rúmen e são digeridas e absorvidas pelo abomaso e intestino delgado, onde são liberados os aminoácidos, evitando,

assim, que as proteínas sejam degradadas com perdas maiores de nitrogênio sob a forma de amônia.

É interessante ressaltar que o uso de baixos níveis de formol, em geral, são ineficientes e impedem uma fermentação desejável, enquanto o uso de altos níveis pode reduzir a taxa de digestão, além de deprimir o consumo e a retenção de nitrogênio (SCHDIMITH *et al*., 2014). Nesse sentido, o benefício máximo do formol como aditivo é, em parte, regulado pelas dosagens de aplicação, uma vez que, na dependência dessas, podem ocorrer alterações no processo de fermentação do material ensilado. Assim, a utilização do formol na dosagem de 0,3 a 0,4% (3 a 4 litros/tonelada de matéria verde), respectivamente, para gramíneas e leguminosas, além de controlar a fermentação, é um conservador eficiente de proteínas. Ressalta-se que esse produto é amplamente encontrado em farmácias e supermercados, pois é muito utilizado na desinfecção e limpeza doméstica.

d) Misturas de formol com ácido fórmico

Como o formol não é um aditivo ideal, uma vez que a sua utilização em baixos níveis impede uma fermentação desejável e, em níveis elevados, reduz o consumo da silagem, as fermentações ao nível de rúmen e a digestibilidade das proteínas, a prática de associá-lo ao ácido fórmico, considerado acidificante e de ação bactericida, é particularmente estratégica, pois permite o uso de menores doses de formol, o que, consequentemente, não prejudica o consumo e a digestão da silagem, aliado ao fato de assegurar relativa proteção das proteínas (PEREIRA *et al*., 2017, SCHMIDT *et al*., 2014).

Com relação à mistura, destaca-se a solução 'Viher', produto constituído basicamente de 70% de formol, 38 a 40% de formaldeído, 26% de ácido fórmico (85% de pureza) e 4% de água.

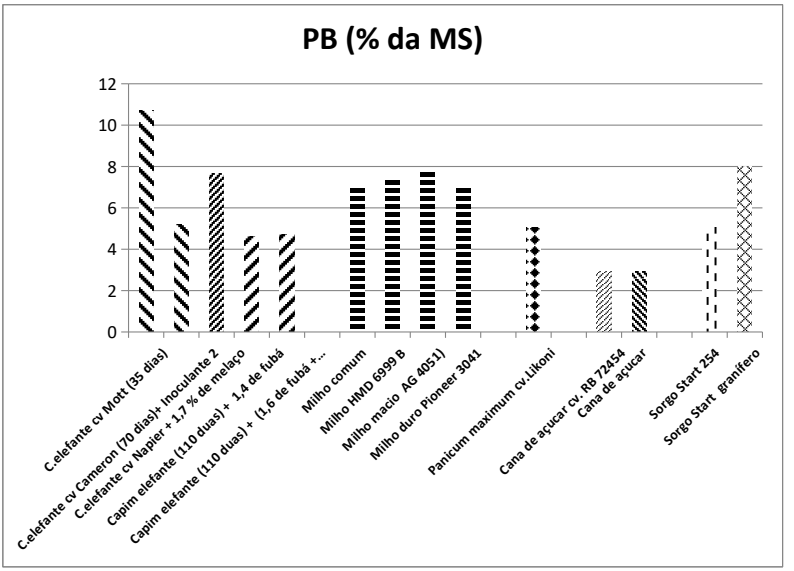
Entretanto, no Brasil, o uso de misturas de formol e ácido fórmico é estritamente experimental e é utilizada, em grande parte, na ensilagem do capim-elefante, com resultados ainda experimentais. Sendo assim, ainda são necessários estudos para se determinar quais as melhores proporções e respectivas doses a serem adotadas. Salienta-se, também, o fato do ácido fórmico ser de difícil aquisição, sendo encontrado somente nos grandes centros comerciais.

7. ARMAZENAMENTO DE SILAGEM

O armazenamento de forragens por meio da silagem é realizado para manter o volumoso de boa qualidade disponível durante o período de escassez de forragem. A oferta de volumoso de qualidade durante todo o ano interfere diretamente no aumento da produtividade do rebanho e distribui a produção durante todo o ano de forma que o produtor obtém melhores preços por seus produtos no período de entre safra. A disponibilidade de alimentos durante todo o ano faz com que o fluxo de caixa seja constante na propriedade. O milho e o sorgo (Figura 16) são as espécies mais utilizadas na produção de silagens em virtude do alto conteúdo de energia, facilidade de mecanização na ensilagem e alta produção de matéria seca/ha. O milho é cortado com 100 a 120 dias com 28-35% de matéria seca, e o rendimento médio é de 11,7 t de matéria seca/ha, variando de 9,7 a 14,0 t/ha, com a silagem apresentando de 4 a 7% de proteína bruta (VILELA, 1985). Tem-se usado híbridos precoces por apresentarem maior percentagem de grãos na matéria seca total, 40 a 50%, ao atingirem o ponto de maturação de grãos para a ensilagem.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 16 - Composição químicas de algumas silagens



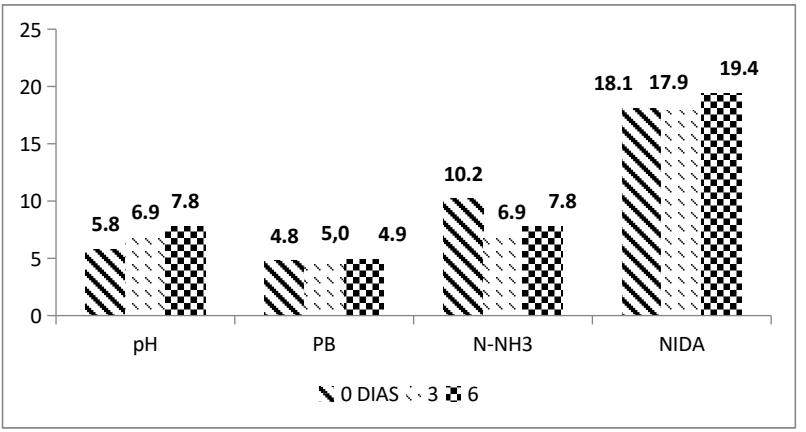
Fonte: Adaptação de Itavo *et al.* (2003) e Almeida (1985).

A utilização de silagem de capim, principalmente elefante, *Pennisetum purpureum*, ocorre pela sua elevada produtividade, elevado número de variedades, grande adaptabilidade, facilidade de cultivo, boa aceitabilidade pelos animais, bom valor nutritivo, além de ser uma cultura perene e mecanizável. A limitação das variedades de capim elefante é caracterizada pelo baixo teor de matéria seca, em torno de 20 % com uma idade de 100 dias.

Resende (1997) recomenda que o capim elefante deva ser cortado entre 50 e 60 dias para se conseguir uma boa produção e um bom valor nutritivo, isto é, ao conjunto destas características tem sido denominado de equilíbrio nutritivo. A preocupação por este equilíbrio ocorre porque à medida que avança o estágio de desenvolvimento, aumenta a produção de matéria seca, mas ocorre uma redução no valor nutritivo. Quando se trabalha com

capim entre em fase de crescimento abaixo da maturidade da planta desejada, alguns fatores como o teor de umidade que limita a obtenção de uma silagem de qualidade, apresentando teor de matéria seca abaixo da concentração desejada. Como solução recomenda-se a desidratação do material a ser ensilado. Guimarães *et al*. (2013) e Vilela (1997) recomendam o corte entre 40 e 50 dias e desidratação até atingir teores de matéria seca entre 43 e 50 %. Limitação existe como a necessidade de operação extra que, é a de recolher e repicar o material no campo após atingir a matéria seca ideal, mas o produto obtido é de melhor qualidade (Figuras 17, 18 e 19). Tem sido observada redução no consumo quando animais se alimentam com silagem de elevada digestibilidade da matéria seca.

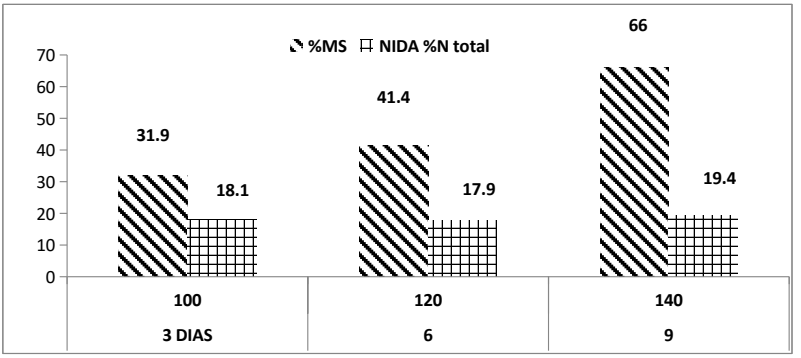
Figura 17 - pH da silagem, proteína bruta (PB), nitrogênio como N-NH3 (% N total) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) em silagem de Capim marandu após 0, 3, 6 dias



Fonte: Adaptado de Amaral *et al*., 2008.

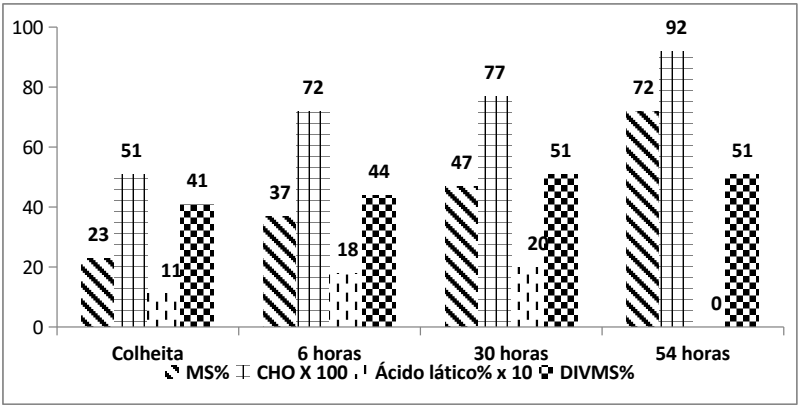
IR PARA SUMÁRIO

Figura 18 - Teores de massa seca (%MS) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA - %N total)



Fonte: Amaral *et al.*, 2008.

Tabela 19 – Efeito o tempo de murchamento sobre a qualidade da silagem do capim elefante



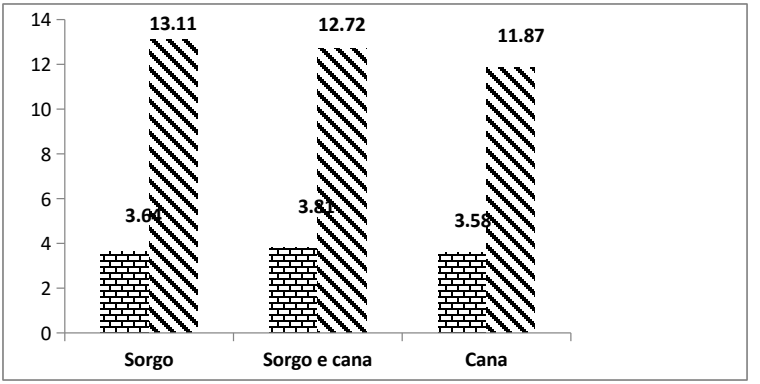
Fonte: Adaptado de Vilela,1997.

MS = massa seca, CHO = carboidratos.

Os capins de origem tropical caracterizam-se por baixos teores de carboidratos solúveis e alto poder tampão. A taxa de carboidratos solúveis é considerada baixa quando se encontra abaixo dos 15 % recomendados pela pesquisa. O crescimento do consumo de silagem é o efeito do desenvolvimento de máquinas

que facilitam a colheita e picagem do capim facilitando a compactação e a fermentação na hora certa (Figuras 18 e 19).

Figura 20 - Produção de leite e teores de gordura em vacas alimentadas com silagem



Fonte: Adaptado de Lucci *et al*., 2003; McDonald, 1981.

A cana, associada à produção de açúcar para consumo humano e animal (Figura 20) e de álcool para consumo nas máquinas e implementos, tem potencial para crescer em consumo na alimentação animal por apresentar elevados teores de açúcar e matéria seca ao redor de 30 %. Por outro lado o material é levado para a produção de ácido acético e álcool para a alimentação de leveduras, quase sempre prejudicial ao consumo da silagem produzida.

O manejo e a tecnologia podem criar condições para desenvolvimento de bactérias láticas e intensificar a multiplicação e produção de ácido láctico. A adição de ureia, 0,5 % da matéria original, juntamente com o rolão de milho na proporção entre 10 % e 12 % da matéria original tem contribuído para melhorar a qualidade da silagem e consumo da silagem de cana.

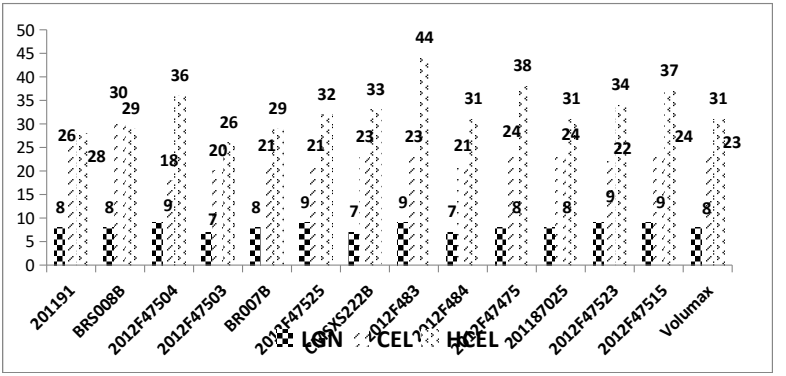
Sobre compostos estruturais solúveis, a lignina não é um carboidrato; entretanto, sua ação está sempre relacionada com as

ações dos carboidratos estruturais da parede celular. A porção fibrosa da parede celular das plantas forrageiras fornece energia para os animais ruminantes. Entretanto, a utilização desta fonte de energia é inadequada se substancial porção é excretada nas fezes. É geralmente considerado que a lignina e a respectiva ligação covalente com os polissacarídeos da parede celular, são o principal obstáculo ao ataque enzimático da fibra. Lignina é um complexo polímero fenólico, formado basicamente por três compostos fenólicos tanto na função ácido como na de aldeído: ácido *p*-coumárico, ácido ferúlico e ácido sinápico. É encontrado integralmente como componente da parede celular e não pode ser digerido pelas enzimas dos animais mamíferos. Entretanto, os exatos mecanismos de ação não estão completamente conhecidos, embora apresentem menores concentrações de lignina nas gramíneas que nas leguminosas. Aparentemente a lignina de gramíneas inibe mais acentuadamente a digestão. Outro exemplo reside na constatação que forrageiras jovens, contendo baixas concentrações de lignina, um pequeno acréscimo na concentração de lignina acarreta em significativo efeito negativo na digestibilidade. Nas forrageiras maduras, que possuem elevados teores de lignina, com subsequente aumento na concentração de lignina, mostram pequenos decréscimos na digestibilidade.

Usualmente constata-se forte correlação negativa entre estádio de maturidade e digestibilidade da matéria seca para a maioria das plantas forrageiras; à medida que as forrageiras amadurecem, aumenta o teor de parede celular em função primordialmente do engrossamento da parede celular e ao decréscimo da relação folha: caule, bem como maiores concentrações de lignina na fração caule em relação à fração folha. Apoiando essa constatação, a observação de que a parede celular da fração caule apresentou valor de digestibilidade "in vitro" inferior à fração folha, se bem que é

necessário também levar-se em conta a observação de que a lignina presente no caule é possivelmente diferente daquele presente na folha. As concentrações da lignina são diferentes para diferentes materiais vegetais mesmo parentalmente descendentes (Figura 20). Não apenas a concentração de lignina aumenta com a maturidade, mas também existem indícios de que ocorrem modificações estruturais na molécula da lignina.

Figura 21 - Teores de lignina (LGN), celulose (CEL) e hemicelulose (HCEL) de vários híbridos de sorgo



Fonte: Adaptado de Araújo *et al*., 2014.

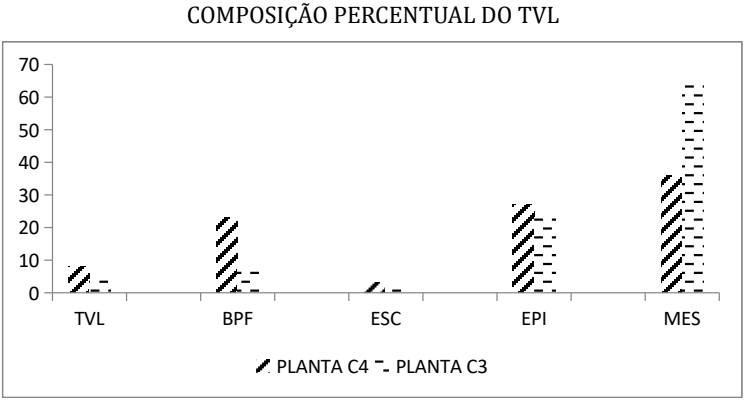
A utilização do conteúdo celular e de alguns componentes da parede celular (Figura 21) pelos ruminantes difere de acordo com as diferentes frações e os estádios de desenvolvimento, bem como dos diferentes tipos de tecidos (ARAÚJO *et al*., 2014).

O arranho estrutural ou anatômica dos órgãos das plantas e seus tecidos de constituição influenciam a digestibilidade da parede celular, proporcionando maior ou menor acessibilidade de seus polissacarídeos aos microrganismos do rúmen. Ainda, influencia o consumo pelo animal, pelo efeito que produz sobre a facilidade de fracionamento das partículas da forrageira, a na-

IR PARA SUMÁRIO ▲

tureza das partículas produzidas (Figura 22) e sua taxa de passagem pelo rúmen.

Figura 22 - Proporção de tecidos em lâminas foliares lignificados de gramíneas de clima tropical C4 e temperado C3



TVL= tecido vascular lignificado. BPF = bainha parenquimático dos feixes. ESC = esclerênquima, EPI= epiderme, MES = mesófilo - proporção de tecido a lâmina da folha de gramínea tropical C4, e de clima temperado C3. TVL= tecido foliar lignificado.

Fonte: Carvalho e Pires, 2008).

8. ADITIVOS PARA FORRAGENS EM SILAGENS

O processo de armazenar forragem por meio da ensilagem é um método de preservação da qualidade nutricional da forrageira ensilada, não acrescentando às forragens, valores nutricionais além daqueles já existentes.

Determinadas espécies forrageiras ao serem ensiladas necessitam de cuidados especiais, pois se forem ensiladas ao natural podem ocorrer perdas de princípios nutritivos, em função de características, tais como**;** elevado conteúdo em umidade e/ou, baixo conteúdo em carboidratos solúveis.

Nesse contexto, os aditivos são substâncias que quando adicionadas às forragens, durante o processo de ensilagem, podem contribuir para reduzir as perdas, estimular as fermentações desejáveis e enriquecer o valor nutritivo, melhorar a palatabilidade, a digestibilidade e o consumo da silagem. As maiores mudanças que ocorrem na composição química das plantas forrageiras são aquelas que acompanham sua maturação. Com o envelhecimento da planta, a proporção dos componentes digestíveis tende a diminuir e a de fibras aumentarem. Müller *et al*. (2006) relatam que em consequência da maturidade das plantas, com o avanço do ciclo, ocorrem aumentos nos teores de lignina e aumento da parede celular nos tecidos dos vegetais, principalmente em função do decréscimo da relação folha/colmo.

Não se recomenda a colocação de aditivos em camadas, pois nesse caso, a sua eficiência é menor. Por isso, tem-se recomendado aditivo bem misturado à forragem, pois dessa forma, o aproveitamento de suas propriedades é mais eficiente, resultando em silagem de boa qualidade e bom valor nutritivo. Os aditivos são classificados como classe, subclasse e modo de ação

1)Acidificantes de ação direta

1a) Ácidos inorgânicos - Reduzir o pH da silagem no início do processo e induzir mudanças qualitativas na microflora. São usados Ácidos sulfúrico e hidro clórico, ácidos fórmicas e acrílico. Ácidos acético e propiônico.

1b) Ácidos orgânicos Inibidores da fermentação

2) Esterilizantes de ação direta – tem a função de inibir a microflora em geral, imediatamente ou após a liberação do princípio ativo. Formaldeído, hexaminas.

3) Esterilizantes de ação indireta - Estimulantes da fermentação - são substratos capazes de estimular a microflora. Melaço. Cana de açúcar, açúcar, fontes de amido ou pectina.

3a) Enzima tem como ação aumentar a disponibilidade de substratos a partir de componentes não fermentescíveis. Enzimas celulolíticas e amilolíticas. Xilanases, hemicelulases e pectinases.

3b) Culturas microbianas - estabelecer a dominância de bactérias ácido-láticas eficientes

Lactobacillus. Pediococcus, Propionibacterium, Enterococcus.

4) Antimicrobianos específicos são classificados como antibióticos que têm como função desacelerar o crescimento de microrganismos espoliadores (PEREIRA *et al*., 2017, SCHMIDT *et al*., 2014)

4a) Bacitracina, Estreptomicina, Bronopol. Natamicina

Antibióticos sintéticos.

4b) Outros agentes antimicrobianos

5) Nutrientes – Fonte de energia e cuja função é melhorar o valor nutricional da silagem

5a) Amido, cereais. Farelos e subprodutos agrícolas.

5b) Nitrogênio e minerais Ureia, carbonato de cálcio, dentre outros.

De modo geral, os aditivos nutrientes também podem ser classificados como estimulantes da fermentação.

8.1 - Conceitos de alguns aditivos nutricionais e/ou auxiliares na fermentação

a) Uréia

É um alimento promove enriquecimento do nitrogênio na silagem e favorece a fermentação do sorgo e do milho ensilados. Utilizado na quantidade de 5 kg por tonelada da massa ensilada. Sua distribuição deve ser uniformemente distribuída para evitar intoxicação animal. Foi sempre evitado a aplicação da ureia na silagem do capim elefante. A permissão do seu uso nesse capim somente em condições especiais de redução da planta estiver reduzida entre 50 e 55%.

A principal razão para aplicação de nitrogênio não proteico (NNP) no material a ser ensilado é o aumento do teor de nitrogênio da forragem, sendo a ureia o principal aditivo utilizado para atender esse propósito.

O milho e o sorgo, quando atingem o ponto ideal de corte para ensilar, apresentam níveis de matéria seca (30-35%) e carboidratos solúveis suficientes para proporcionar uma fermentação adequada. Entretanto, essas forrageiras apresentam teores de proteína bruta, relativamente baixos. Assim, o objetivo da adição de ureia a essas espécies no momento da ensilagem é melhorar o valor nutritivo da silagem produzida.

Com relação ao capim-elefante, a adição de ureia durante o processo de ensilagem, ao contrário do que ocorre com o milho e com o sorgo, pode não ter a mesma eficiência, uma vez que o capim-elefante apresenta baixo teor de matéria seca e de carboidratos solúveis, quando comparado ao milho e ao sorgo, apresentando, portanto, maior possibilidade de volatilização da amônia.

Quanto às práticas de aplicação, recomenda-se a utilização de 5 kg de ureia por tonelada de forragem (0,5%), sendo necessária

uma distribuição uniforme para evitar problemas de intoxicação aos animais.

b) Cama de frango

A cama de frango é uma mistura de excrementos, material absorvente e restos de concentrados que contém quantidades significativas de nutrientes. É um material que se constitui numa boa fonte de energia para os ruminantes, e na sua composição química é observado também alto teor de nitrogênio. Por conter alta concentração de matéria seca, faz com que a cama de frango seja admissível na ensilagem de espécies forrageiras que apresentam elevado conteúdo de umidade.

A adição de cama de frango permite aumentos lineares nos teores de matéria seca e de carboidratos solúveis, bem como no enriquecimento proteico das silagens, aumentando, consequentemente, o consumo e a digestibilidade.

É de relevante importância salientar que o uso de cama de frango deve ser cercado dos devidos cuidados, com a finalidade de evitar transmissão de doenças ou causar distúrbios aos animais. Portanto, recomenda-se, como cautela, armazená-la durante 40 dias, para que possa fermentar. Vale ressaltar que é imprescindível adquirir o produto de firmas idôneas, ou seja, que tenham bom manejo de seus aviários. Com relação à quantidade, recomenda-se que a cama de frango seja utilizada até 15% da massa ensilada.

c) Melaço

Este aditivo, por apresentar concentrações elevadas de carboidratos solúveis, favorece a fermentação lática, resultando em silagens com menores perdas dos princípios nutritivos. O melaço ainda melhora a palatabilidade, a digestibilidade e, consequentemente, proporciona maior consumo da silagem e com isso

contribui com o aumento de açúcares solúveis na fermentação no silo. Tem-se atribuído menor uso do melaço à dificuldade no manuseio, disponibilidade regional e custo elevado.

Precauções devam ser tomadas na incorporação do melaço que, por ser muito viscoso, requer, para melhor distribuição, diluição em água quente (1:3 – melaço: água quente), possibilitando que maior volume de melaço seja adicionado sem que ocorram perdas por drenagem. Em geral, recomenda-se a adição de 1 a 3% ou seja 10 a 30 litros/tonelada de forragem para a ensilagem de gramíneas e de 4 a 5% que na prática equivale a 40 a 50 litros/tonelada de forragem para a ensilagem de leguminosas.

A adição de melaço às plantas forrageiras com teor excessivo de umidade pode não proporcionar resultados benéficos, pois as perdas do aditivo por lixiviação, nessas condições, são bastante elevadas. Dessa forma, quando a planta forrageira apresentar elevado conteúdo de umidade, a adição de níveis elevados de melaço, diluído em grande quantidade de água, deve ser evitada, pois parte significativa do aditivo será perdida por drenagem. Ressalta-se que a adição de melaço diluído em água quente permite misturas de até sete partes de melaço para uma parte de água. Porém, a fim de reduzir possíveis perdas do aditivo por drenagem, procura-se reduzir ao máximo a quantidade de água a ser adicionada ao material a ser ensilado.

d) Polpa cítrica

A polpa cítrica, geralmente hidratada é um subproduto da agroindústria que apresenta cerca de 6-8% de proteína bruta e alto teor energético, da ordem de 78% de NDT. É um produto de fácil aquisição e manipulação, possui eleva do teor de açúcar e de material seco, boa palatabilidade, alto valor nutritivo e eleva-

IR PARA SUMÁRIO ▲

da capacidade de reter água. Dependendo do seu custo, 100 kg por tonelada de forragem ensilada de forrageira.

Cita-se, como limitação para o uso da polpa cítrica na alimentação animal, o fator econômico, uma vez que sua produção se destina basicamente à exportação e o seu custo para uso interno é elevado. Dessa forma, é interessante comparar o custo da polpa com outras opções de aditivos, tais como fubá de milho, farelo de arroz e farelo de trigo, entre outros. Em caso de uso, a dosagem varia de acordo com as características da forragem e, embora apresente efeitos positivos com adição de até 30% em peso, os melhores resultados são obtidos com níveis entre 4 e 15%, que devem ser misturados à forragem no momento da ensilagem.

e) Milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS)

É um produto de alta eficiência, pois associa a capacidade de baixar a umidade incluindo palha e sabugo com o fator nutricional do milho quebrado e fubá. Assim sendo, é um aditivo muito interessante para o uso na produção de silagem de capim elefante.

A quantidade a ser utilizada é dependente do aspecto econômico, sendo que, geralmente, bons resultados são obtidos com adição de 4 a 10% da massa ensilada, misturados à forragem no momento da ensilagem. É importante ressaltar que na época ideal da ensilagem, não há milho disponível, uma vez que essa cultura, geralmente, é colhida em abril-maio. Por outro lado, caso a ensilagem coincida com a colheita do milho, ressalta-se que este não deve ser utilizado, pelo fato de que o milho novo é difícil de ser triturado para obtenção do MDPS. O ideal é programar com antecedência e guardar o milho colhido no ano anterior para esse fim.

IR PARA SUMÁRIO ▲

f) Farelos

Os farelos de trigo ou de arroz, os quais, com frequência, compõem as rações concentradas dos bovinos, também podem ser utilizados para auxiliar na redução do teor de umidade da forragem a ser ensilada. A exemplo do MDPS, a quantidade a ser utilizada depende do aspecto econômico e, geralmente, a proporção utilizada é de 4 a 10% da massa ensilada, proporcionando bons resultados.

g) Cana de açucar

O seu uso quase sempre é pouco recomendado até mesmo em ensilagem de capim devido a sua baixa capacidade de aumentar o teor de matéria seca além de reduzir o conteúdo de proteína bruta no material ensilado.

h) Sal comum

Alguns pecuaristas tradicionais ainda o usam embora seja pouco recomendado na ensilagem dos capins, como o capim elefante que necessita de estimulante de fermentação.

i) Calcário

Sua principal importância é favorecer a formação de ácido lático, além de melhorar a palatabilidade. Tem-se recomendado utilizar quantidades entre 5 a 10 kg por tonelada de silagem.

j) Raspa de mandioca

Seu uso é limitado devido suas características de apresentar elevada concentração de amido sendo que este amido apresenta baixa fermentação em silo.

IR PARA SUMÁRIO ▲

k) Fubá de milho

Farelo de soja, milho desintegrado com sabugo e palha, dentre outros, são pouco recomendados devido custo elevado, dando preferência o uso desses materiais como suplemento de alimentação animal.

l) Sorgo

O sorgo apresenta boa ensilabilidade, propiciando teor de matéria seca adequado na colheita variando entre 28 e 33% de MS, com teor suficiente de carboidratos solúveis e baixa capacidade tampão. Nesse sentido, a escolha pela ensilagem do sorgo se deve a características agronômicas como menor sensibilidade à seca, e menor exigência em fertilidade dos solos, com maior tolerância ao alumínio, adaptado às condições de cerrado. Plantas de sorgo para ensilagem podem apresentar produtividades de MS semelhantes à do milho (OLIVEIRA *et al*., 2010), podendo ainda ser aproveitado na rebrota para um segundo corte, elevando sua produtividade.

Pouco aditivo tem sido usado nas silagens de sorgo possivelmente devido ao bom padrão fermentativo, que dispensa a adição de microrganismos e outras substâncias. Nesta cultura usa-se com maior frequência o melaço, a leucena e inoculantes microbianos. A adição de ureia obviamente eleva o teor de proteína bruta das silagens e geralmente reduz os componentes fibrosos. Várias técnicas de recomendações de aditivos não são recomendadas na fabricação da silagem de sorgo devido a sua boa capacidade de fermentação lática no processo de ensilagem.

IR PARA SUMÁRIO ▲

9. CONCEITOS SOBRE ALGUNS ADITIVOS ESTIMULANTES DA FERMENTAÇÃO

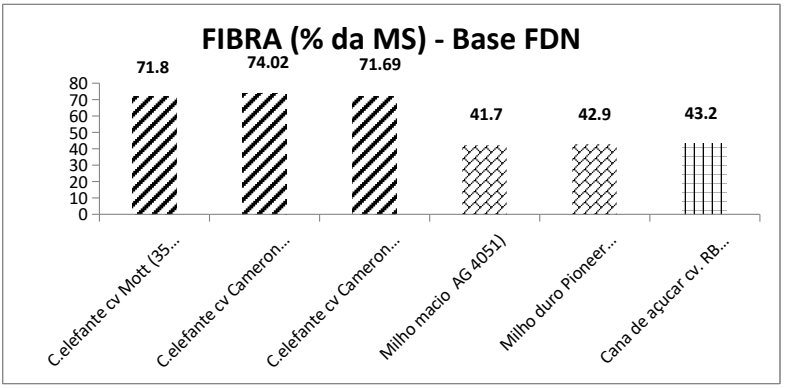
Os inoculantes enzimo-bacterianos atuam indiretamente transformando os carboidratos complexos da forragem em açúcares simples para serem utilizados pelas bactérias produtoras de ácido lático. Esses inoculantes contêm também culturas vivas de bactérias, principalmente *Lactobacillus, Streptococcus* e *Pediococcus*, que transformam os açúcares da forragem em ácido lático com maior eficiência. Dessa forma, o princípio de atuação das culturas enzimo-bacterianas é aumentar a disponibilidade de açúcares simples da forrageira, para que as bactérias inoculadas, juntamente com as existentes na forrageira, utilizem esses açúcares para a subsequente produção de ácido lático e rápida queda do pH da massa ensilada.

Entre as principais ações atribuídas aos inoculantes enzimo-bacterianos, citam-se o aceleramento da fermentação da massa ensilada, redução de perdas de proteína e energia, redução do teor de nitrogênio amoniacal, melhor digestibilidade da fibra e melhoria da estabilidade da silagem na ocasião da abertura do silo.

9.1 - Amostragem e acompanhamento a partir da colheita da massa verde e depois da forragem estabilizada.

A qualidade do vegetal é conhecida através da comparação da composição químico-bromatológica antes e depois da confecção da silagem (JOBIM *et al*., 2007). Esta qualidade pode ser conhecida antecipadamente fazendo amostragem no campo e após o corte. Contudo a amostragem pode ser influenciada por fatores relacionados à espécie como porte, idade da planta e presença de grãos. Ao mesmo tempo, espécies diferentes (Figura 23) apresentam concentrações específicas da planta.

Figura 23 - Percentuais de fibra da matéria seca extraída na solução de FDN do capim-elefante, milho e cana



Fonte: Adaptado de Novaes *et al*., 2004.

Amostragem em plantas altas como milho e sorgo pode ser prejudicada devida ao porte alto, CHERNEY; CHERNEY (2003), tornando difícil a amostragem em razão da variabilidade existente entre plantas.

Alguns cuidados devem ser observados como o transporte no vagão ou carreta quando as partículas das silagens são separadas por peso e tamanho. Desse modo colmo, folhas e grãos podem ser segregados em posições levando a erros de amostragem não muito bem programada e organizada, mas que pode ser reduzido aumentando o número de sub-amostras durante o descarregamento da silagem para compor a amostra principal. Essa aglomeração de partículas principalmente nas áreas periféricas do silo normalmente pode ocorrer maior atividade microbiológica com alterações relevantes na composição da forragem.

A determinação do pH interno da planta e da digestibilidade requerem um menor número de amostras em relação à determinação de carboidratos solúveis, da matéria seca ou de produtos da fermentação. Por isso, a amostragem em silos experimentais

não é problema porque a amostra é toda processada, dependendo do volume do silo.

9.2 - Análises físicas de forragens conservadas

A qualidade de uma forragem conservada pode ser observada através do olfato, análises químicas, análises microbiológicas e desempenho dos animais. As análises físicas especialmente a massa específica (ME) da forragem e o tamanho médio de partículas devem ser realizadas nessa avaliação para conhecer arejamento e densidade do material produzido. Contrariamente, material muito compactado resulta em perdas qualitativas e quantitativas. Pode ainda diminuir a produção de carboidratos solúveis importantes para a fermentação desejada. Deve-se cortar a forrageira na época certa para evitar alto teor de umidade principalmente nas gramíneas tropicais e leguminosas.

Invariavelmente, o material compactado excessivamente no silo está predisposto à maior produção de efluentes, o que acarreta perdas qualitativas e quantitativas, além de reduzir o reservatório de carboidratos solúveis essenciais à boa fermentação. Esse processo é mais crítico em volumosos úmidos das gramíneas coletadas no campo antes da maturidade ideal da planta e das leguminosas ricas em umidade.

O tamanho das partes da silagem afeta a qualidade do alimento. Na prática estas devem estar entre 19 e 8 mm. As partículas que não conseguem atravessar as peneiras de 19 mm e aquelas menores de 8mm que atravessam todas as peneiras ficam separadas naturalmente; as grandes ficam na peneira superior e as pequenas ficam retidas na base do aparelho selecionador. Na realidade, o aparelho apresenta apenas duas peneiras, uma de 19 e outra de 8 mm. O resultado ideal é obtido em função do crivo das peneiras e a agitação da silagem.

Heinrichs *et al.* (1999, 2007) e Lammers *et al*. (1996) resumem que para determinação do tamanho médio é necessário: a) anotar a tara de cada peneira e do fundo b) Pesar 250 gramas de amostra de forragem fresca; c) colocar a amostra sobre a peneira superior e iniciar a agitação sistematizada. A agitação deve ser realizada sobre uma superfície plana e lisa, e consiste em oito séries de cinco agitações vigorosas; d) anotar o peso de cada peneira com a forragem retida; e) medir com régua o tamanho médio das maiores partículas retidas na peneira superior e das menores partículas retidas na peneira fechada do fundo. f) transformar os dados em percentagem.

Schdmidt (2006) descreveu o método para determinar a massa específica (ME) da silagem fazendo uma amostragem ao retirar um cubo de área conhecida do painel e recolher a amostra, de volume tendo 30 cm de profundidade, 30 cm de altura e 30 de altura. De acordo com esse autor, deve-se fazer marcação no painel do silo de um quadrado com lados de 30 cm; corte a 30 cm de profundidade da superfície externa do quadrado, utilizando facas ou sabre do motosserra. A amostra é retirada manualmente e recolhida em sacos plásticos para posterior pesagem.

9.3 - Avaliação da massa produzida

Os valores de massa de forragem e volume do cubo retirado são extrapolados para kg de MV. m^{-3}. Após a determinação do teor de massa seca (MS) dessas silagens, obtêm-se a ME em valores de matéria seca.

Embora trabalhosa essa metodologia apresenta alto grau de precisão dos valores obtidos. Contudo, deve-se considerar que, conforme discutido por Holmes Muck (2007); Holmes (1999), a ME varia de acordo com a posição onde a amostra é retirada no silo, devendo-se usar o mesmo padrão de amostragem obser-

vando o número de amostras necessárias, a posição de retirada no painel do silo para comparar a eficiência de compactação em diferentes casos.

9.4 - Condutividade elétrica (CE)

A medida da condutividade elétrica em silagens tem sido realizada com certa frequência. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Assim, quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a CE. A determinação da CE pode ser feita pelo método eletro métrico, utilizando-se condutivímetro digital. Em silagens, a CE não expressa especificamente quais os íons que estão presentes em determinada amostra, mas pode contribuir para a mensuração das perdas de conteúdo intracelular oriundos do processamento na ensilagem. Nas pesquisas com forragens ensiladas a CE tem sido determinada conforme metodologia proposta por Kraus *et al.* (1997). Os autores propõem que 25 g de amostra sejam homogeneizadas durante 1 (um) minuto com 300 ml de água deionizada. Após a mistura deve ser filtrada e na solução é realizada a leitura das quantidades de eletrólitos livres com uso de condutivímetro. A medida da CE é expressa em mS/cm (miliaimwna por centímetro) e fornece indicativo da magnitude do rompimento de membrana celular pelo corte e processamento da forragem.

A CE tem sido determinada em silagens como mais uma variável que pode contribuir para as estimativas de perdas de conteúdo celular durante o processo de ensilagem. Recomenda-se que as medidas sejam realizadas em amostras antes e após a ensilagem. Com isso pode evitar apenas inferências sobre os valores da CE na silagem, sem valor de referência do material antes do processo. Desse modo, os efeitos dos produtos da fermentação sobre a CE ainda não estão devidamente esclarecidos.

9.5 - Determinação da atividade da água (Aw)

O termo atividade da água (Aw) foi adicionado ao processo de fenação com o propósito para controlar a água disponível para crescimento microbiano e reações que possam deteriorar os alimentos. Na realidade, a Aw refere-se à medição da concentração de solutos em água e seus efeitos sobre a atividade química da água. O valor da Aw indica o nível de água em sua forma livre nos materiais e é expresso na escala de 0 a 1,0. Considera-se o valor 0 (zero) para materiais livres de água e 1,0 para a água em sua forma líquida. A atividade de água pura é 1,0 e diminui com o aumento na concentração de solutos (JOBIM *et al*., 2007). O conhecimento no teor de água Aw é importante para conhecer os resultados do processo de fermentação quando ocorre mudança de pH do tecido da forrageira que pode reduzir e devido a tolerâncias das bactérias aos ácidos láticos nas condições de baixa umidade da silagem.

Tem-se observados valores de Aw entre 0,69 e 0,85 para silagem de Tifton 85 e superiores a 0,93 para o capim-tanzânia (CASTRO *et al*., 2001; IGARASI, 2002). Fungos e bactérias desenvolvem em Aw acima de 0,9. Para medir a Aw as amostras devem ser resfriadas ao congelamento para atingir o rompimento das células que liberam água e se conhece os valores reais de Aw (Tabela 3).

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 3 - Atividade de água (Aw) mínima para crescimento e para produção de toxinas de alguns microrganismos importantes para a saúde pública e que são encontrados com frequência em forragens conservadas

Microrganismo	**Atividade da água (Aw)**	
	Crescimento	**Produção de toxina**
Clostridium botulinum	0,93-0,97	0,94-0,97
Clostridium perfringers	0,93-0,95	
Salmonella spp	0,93-0,95	0,90 (enteroxina A)
Bacillus cereus	0,93-0,95	0,87 (enteroxina A)
Staphylococcus aureus	0,86	0,97 (enteroxina B)
Aspergillus clavus	0,85	0,99 (patulina)
Aspergillus flavus	0,78	0,84 (aflatoxina)
Aspergillus ochraceus	0,83	0,85 (ocratoxina)
Penicillium	0,83-0,85	0,99 (patulina)
Penicillium	0,83	0,83-0,86 (ocratoxina)

Fonte: Jobim *et al*., 2007.
Microrganismo Aw mínima e Crescimento Produção de Toxina.

A metodologia empregada é aquela descrita por Mari (2003), realizada após calibração do equipamento, à temperatura ambiente. São pesadas 25 g de amostra fresca acondicionada em copo plástico com tampa e, por meio de um orifício na mesma, introduz-se o sensor do aparelho e anota-se a leitura da amostra. Como a Aw é dependente da temperatura, é necessário indicar sempre a temperatura referência. Tem-se usado a equação $Aw = 1 – c.m^{-1}$) onde c é uma constante e m é umidade da amostra expressa em grama de água.kg^{-1} de matéria seca da forragem. Considera-se que as forrageiras tropicais devem apresentar va-

lor de **c** maior que o das plantas de clima temperado, considerando a concentração de cátions trocáveis. Para alfafa e trevo os valores de c, são 0,03 a 0,05 respectivamente. Tem usado para cana valores de c iguais a 0,08 para cálculo de Aw devido a sacarose solúvel no caldo da cana.

9.6 - Determinação da capacidade tampão (CT)

A capacidade tampão (CT) em plantas forrageiras é definida como a resistência que a massa de forragem apresenta ao abaixamento do pH, ou seja, ao aumento da acidez, importante na fermentação (CHERNEY; CHERNEY, 2003). A capacidade tampão depende basicamente da composição da planta no que se refere ao teor de proteína bruta, íons inorgânicos (Ca, K, Na) e combinação de ácidos orgânicos e seus sais. O conhecimento da CT da forragem a ser ensilada é importante, pois fornece informações em relação à velocidade de abaixamento do pH. Em alta CT a velocidade de abaixamento do pH é lenta e em consequência as perdas no processo de ensilagem são maiores, reduzindo a qualidade da silagem. A metodologia proposta para medir a CT em silagem é tomar 15 gramas de forragem fresca diluída em 250 ml de água destilada. O pH deve ser mantido em valor três (3) em HCl e depois titulado com na (OH) 0,1 N para pH 6,0. O resultado é expresso em mili-equivalentes por 100 gramas de matéria seca.

A acidez dada pelos valores do pH é considerada como uma referência à qualidade de fermentação, em silagem emurchecida e encontra-se entre 3,8 e 4.2, mas não é adequado para materiais com alto teor de matéria seca. Alguns autores consideram o pKa, constante de dissociação de um ácido, mais importante que o pH. Contudo, o indicador mais adequado para esse fim seria utilizar a concentração de ácidos orgânicos não dissociados. Alguns

ácidos fracos, em sua forma não dissociada, podem penetrar a membrana celular e acumularem-se no citoplasma das células. Essas moléculas não dissociadas se dissociam e liberam prótons que abaixam o pH levando à destruição das células. Sendo assim a acidez titulável seria um conceito mais apropriado para julgar a fermentação e com isso o conceito de pKa é mais recomendável. Silva; Queiroz (2002) recomendam a diluição de nove gramas de silagem fresca em 60 ml de água destilada e leitura do pH após 30 minutos de repouso. Outro método comumente empregado para medir o pH em silagens é fazer a extração do suco em prensa hidráulica e realizar a medida de acidez diretamente com potenciômetro.

Para silagens com alto teor de MS, matéria seca, como silagem de forragem emurchecida e silagem de grãos, o uso de amostras diluídas em água deionizada tem sido adotado com frequência. O método frequentemente empregado é o descrito por Kung Jr. *et al*. (1984). Inicialmente é obtido um extrato aquoso com 25 g de amostra fresca sendo processada em liquidificador com 225 ml de água deionizada, por cerca de um minuto. O pH é medido em potenciômetro digital.

Em silagens de grãos de milho e de outros cereais, o pH é determinado empregando 25 g de silagem fresca diluídas em 100 ml de água destilada após deixar em repouso por 1(uma) hora antes da leitura. Outro procedimento adotado para medidas de pH de forragens ou silagens com alto teor de MS é macerar a amostra e adicionar água destilada. Cherney; Cherney (2003) recomendam adicionar água numa relação forragem fresca (g): água (ml) de 1:10. O pH é medido diretamente com uso de potenciômetro. Amostras com alto teor de umidade não há necessidade de adicionar maiores quantidades de água para determinar o pH. A recomendação é adicionar 125 ml de água destilada

fria em 50 gramas da silagem fresca e deixar em repouso por uma hora antes da leitura do pH. O procedimento recomendado por Cherney; Cherney (2003) pode ser adotado como padrão na determinação do pH em silagens porque define a relação entre o peso da amostra e o volume de água a ser adicionado.

9.7 - Determinação da presença de microrganismos

A presença de microrganismos na silagem, segundo Bernardes (2003, 2006 e 2007) e Coan (2005) e outros tem seguido a rotina de pesagem de determinada quantidade de silagem em matéria fresca e posterior diluição em solução salina estéril, 8,5 g de NaCl/l de água destilada. Quando se trabalha com grãos tem-se usado a diluição 100 g de amostra de silagem de grãos ou de espigas de milho em 900 ml de solução salina.

Em capins Marandu e Tanzânia, Bernardes (2003) e Coan (2005) diluíram 25 g de silagem em 225 ml de solução salina. Após leve agitação, são retirados 10 ml do extrato para as diluições posteriores. A partir dos extratos diluídos, 10^{-1} a 10^{n}, são realizadas as semeaduras de 0,1 ml por placa nos meios específicos para cada microrganismo a ser determinado.

Os tempos e temperaturas de incubação são de 72 horas a 35 ^{0}C. Para a contagem de Lactobacilos, o meio de cultura utilizado é o Lactobacilli MRS Broth, com incubação em anaerobiose, em jarra com sistema Gás-Park. A diferenciação das bactérias láticas, seja homo ou hetero fermentativas deve ser realizada de acordo com a metodologia descrita por McDonald *et al.* (1987). Para a quantificação das enterobactérias em silagens emprega-se o meio de cultura Violet Red Bile Agar (Oxoid) com incubação em aerobiose, segundo metodologia descrita por Jonsson (1991). A presença de clostrídios em silagens tem sido monitorada segundo a metodologia descrita por Tosi *et al*. (1982)

trabalhando com cultura em meio Reinforced Clostridial Agar. A temperatura é controlada entre 30 e 35 ºC (BERNARDES, 2003). Para avaliação do desenvolvimento de leveduras e mofos ou fungos filamentosos as amostras são incubadas em meio Malt Extract Agar (30ºC/72 horas) acidificado com ácido lático para obtenção de pH 4,0, segundo metodologia descrita por Tengerdy *et al.* (1991).

A presença de *Listeria spp*. enquadrando a *Listeria moncytogenes* tem sido detectada com frequência em amostragens no campo e em silagens de capins, oferecendo risco potencial para a saúde dos animais (SILVA, 2002; SCHOCKEN-ITURRINO *et al.*, 2005) As análises para a identificação de *Listeria* compreendem vários testes incluindo o de catalase; teste de motilidade; teste de nitrato; reação em agar; tríplice açúcar ferro (TSI); teste de verificação de hemólise; teste de fermentação da dextrose, xilose, rhamnose, manitol, maltose e esculina.

10. MEDIDAS DE PERDAS EM SILAGENS

As perdas em silagens têm sido realizadas em silos de laboratório, com uso de tubos de PVC ou baldes plásticos providos de tampa e válvula para eliminação de gases e areia para recuperação do efluente, medidas de grande importância nas avaliações da qualidade de fermentação ou padrão de fermentação da forragem ensilada. Portanto, é importante realizar medidas de perdas também em situações de campo, com metodologia adequada.

De modo geral são avaliadas perdas totais de matéria seca e perdas por gases e efluentes obtidos pela pesagem dos silos vazios e cheios em laboratórios, antes e após a ensilagem, e dos respectivos teores de matéria seca.

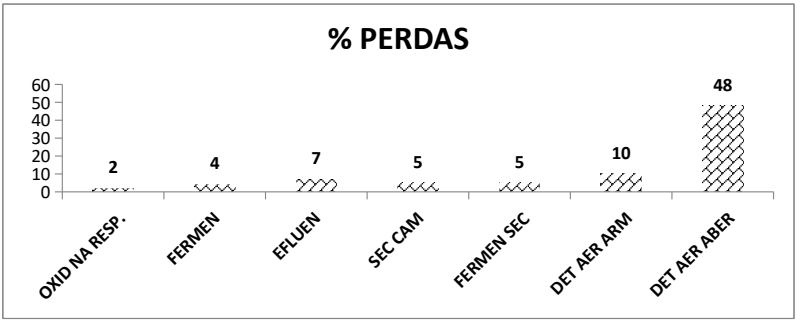
IR PARA SUMÁRIO ▲

10.1 - Perdas totais de matéria seca (% MS)

A determinação das perdas (Figura 24) totais de matéria seca é calculada pela diferença entre o peso bruto de MS inicial e final dos silos, em relação à quantidade de forragem ensilada (MS). Deve ser descontado o peso do silo na ensilagem e na abertura, conforme equação descrita por Schmidt (2006).

Tem ocorrido perdas entre 13 e 16% em silagens de capim Elefante com teores de matéria seca de 20,59 e 22,05%, ensilado em silo trincheira (JOBIM *et al.*, 2006). Os autores concluíram que as perdas estimadas foram equivalentes àquelas previstas para silagens com teores de matéria seca em torno de 20% (DANTAS; NEGRÃO, 2010).

Figura 24 - Perdas máximas percentuais de energia no processo de ensilagem incluindo oxidação da respiração (OXID na RESP, causadas por enzima da planta, inevitável (1 a 2%), fermentação (FERMEN) causada por microrganismos, inevitável (2 a 4%), efluente (EFLUEN), causada por umidade, inevitável (5-7%), secagem em campo (SEC CAM), causada por clima, técnica e campo, inevitável (2 a 5%), fermentação secundária (FERM SEC) causada por planta, ambiente no silo e umidade, evitável (0 a 5%), deterioração aeróbica no armazenamento (DET ERA ARM), causada por tempo de enchimento, densidade, vedação, planta e umidade, evitável (0-10%) e deterioração aeróbica na abertura (DET AER ABER) do silo, causada por densidade, umidade, técnica e época do ano, evitável (0-15%), podendo chegar a um total de perda entre 10 e 48%



Fonte: Beefpoint.

10.2 - Perdas gasosas (% MS)

A medida de perdas por gases no processo de ensilagem é obtida com base na pesagem dos silos de laboratório no fechamento na abertura, em relação à massa de forragem armazenada.

10.3 - Perdas por efluente (kg/t MV)

A produção de efluente tem sido calculada com uso estratégico de coletor no fundo dos silos de laboratório. O uso de areia seca tem mostrado eficiente no cálculo da produção de efluente pela diferença de peso do conjunto silo mais areia mais tela mais pano na abertura após retirar a forragem do silo. Tira o peso do material ensilado, e calcula o percentual em relação a quantidade de forragem fresca ensilada. A desvantagem do método é a impossibilidade de análises da composição química em situações de interesse de caracterizar o efluente.

10.3.1 - Caracterização do efluente em silagens

A caracterização do efluente de silagens tem sido pouco frequente na pesquisa brasileira embora exista forrageiras com quantidades significativas de efluentes (BERNARDES, 2003; COAN, 2005). O volume de efluente produzido em um silo é influenciado por vários fatores, destacando-se o teor de MS, tamanho de partícula, processamento, tipo de silo e compactação.

Várias são as substâncias indesejáveis presentes no efluente (REIS; COAN, 2001), além de compostos orgânicos como açúcares, ácidos, proteína e minerais (NUSSIO *et al*., 2002). As perdas desses compostos no efluente afetam diretamente a concentração de nutrientes na silagem e por consequência, a qualidade da mesma. Já outras substâncias, como aquelas provenientes da degradação de aminoácidos como cadaverina, putrescina, histamina e demais aminas biogênicas. Amônia também afeta

negativamente a qualidade da silagem, pois surgem em decorrência de fermentações secundárias. Ainda são importantes os riscos de contaminação ambiental, particularmente se o efluente escoar para cursos d'agua ou lençóis freáticos.

A caracterização do efluente em silagens pode ser realizada com análises do teor de MS, N-total e principalmente pela demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e pela demanda química de oxigênio (DQO). A DBO é definida como a quantidade de oxigênio, em mg/L, necessária para estabilizar a matéria orgânica, por microrganismos aeróbios, num período de cinco dias a 20ºC. Quanto maior for o teor de matéria orgânica biodegradável, maior será a demanda de oxigênio pelas bactérias, elevando a DBO. Já a DQO é definida como a quantidade de oxigênio (mg/L), necessária para estabilizar a matéria orgânica, com uso de um forte oxidante, como o dicromato de potássio. Portanto, entende-se por DBO a quantidade de oxigênio molecular necessária à estabilização da matéria orgânica carbonada decomposta aerobicamente por via biológica e DQO a quantidade de oxigênio molecular necessária à estabilização da matéria orgânica por via química.

A determinação da DBO e da DQO em efluente de silagens tem sido realizada por pesquisadores brasileiros (COAN, 2005; LOURES *et al*., 2003, 2005 e 2007) e que as leis brasileiras estipulam valores entre 60-90 mg/l para esgotos e dejetos lançados em cursos de água e rios. Loures *et al.* (2005) ao avaliarem o efluente produzido por silagem de capim-Tanzânia concluíram que a silagem apresentou efluente com elevado potencial poluidor para o meio ambiente em função dos valores de DBO (11.289 mg/L), DQO (36.279 mg/L) e relação DQO/DBO (3,35) observadas. De acordo com Deberdt (2007) uma das limitações da DQO é o fato de que o teste não diferencia MO biodegradável e MO não biodegradável. A vantagem é o tempo reduzido para

obtenção do resultado do teste, enquanto que a DBO requer no mínimo cinco dias para gerar resultados.

11. DETERMINAÇÃO DA ESTABILIDADE EM AEROBIOSE

A estabilidade aeróbia da silagem pode ser conceituada como a resistência da massa de forragem à deterioração após a abertura do silo, ou seja, a velocidade com que a massa deteriora após exposta ao ar. A elevação em 2ºC na temperatura da silagem exposta ao ar, em relação ao ambiente, como medida de rompimento da estabilidade aeróbia (O´KIELY *et al.,* 2001). Nesse caso a ênfase está na metodologia de estimação da estabilidade da silagem, o que não se deve confundir com o conceito de estabilidade em aerobiose.

A estabilidade da silagem é determinada pela oxidação de substrato que ocorre após a abertura do silo. Portanto, a concentração de oxigênio e a profundidade que o ar penetra no silo são fatores preponderantes. Isso evidencia que a massa específica (ME) da silagem, kg de silagem/m^3, determina a porosidade da silagem e, por consequência, a concentração de oxigênio no painel do silo. A atividade dos microrganismos que decompõem a silagem é mais intensa, quanto melhor for a qualidade da silagem, em função dos maiores teores de carboidratos solúveis e de ácido lático residuais. Os principais substratos utilizados são os ácidos, o etanol e os açúcares solúveis, resultando em aumento do pH e redução na digestibilidade e no conteúdo de energia.

As pesquisas sobre deterioração de silagens durante a utilização evidenciam que a temperatura, a concentração de carboidratos solúveis, a população de fungos e leveduras e a concentração de ácidos orgânicos em interação com o pH são os parâmetros que mais afetam a estabilidade das silagens durante a fase de utilização. O aumento do pH após a exposição da silagem

ao ar, queda no teor de carboidratos solúveis e baixa concentração de ácido lático são importantes indicadores da deterioração da massa. Mas em condições de campo, a deterioração da silagem pode ser facilmente identificada pela elevação da temperatura no painel do silo.

Durante a utilização da silagem é inevitável a exposição do painel do silo ao O_2, com consequente crescimento de microrganismos aeróbios e perda de componentes nutritivos da silagem. A preocupação com estas perdas na fase de utilização da silagem levou pesquisadores de diferentes partes do mundo a concentrarem pesquisas com esse enfoque.

Nos últimos anos tem-se trabalhado no sentido de reduzir a deterioração de silagens durante o período de utilização em relação ao uso de inoculantes bacterianos heterofermentativos, com bactérias específicas de *Lactobacillus buchneri* e *Lactobacillus plantarum* e também com uso de aditivos químicos como benzoato de sódio, uréia e amônia.

A metodológica vem permitindo observar pequenas alterações de temperatura, com boa precisão. A substituição de leituras em termômetros de bulbo por pares termoelétricos e, mais recentemente, por sistemas eletrônicos/digitais de aquisição de dados, data loggers, com grande frequência de mensurações, melhorou sensivelmente a qualidade dos dados obtidos em relação à estabilidade aeróbia.

A frequência de observação de temperaturas, Figueiró *et al.* (2005) usaram método eletrônico de avaliação de temperatura, dataloggers, programados para aquisição desse. Tem-se verificado a cada 15 minutos, em silagens de cana-de-açúcar expostas ao ar através de leituras de temperatura que a cada cinco horas são necessárias para se detectar variações mínimas de 2 ºC na silagem em aerobiose.

Tabela 4 - Bactérias produtoras de ácido lático na ensilagem

Heterofermentativas	
Cocos	*Leuconostoc mesenteroides*
	Leuconostoc dextranicum
	Leuconostoc cremoris
Bacilos	*Lactobacillus brevis*
	Lactobacilllus fermentum
	Leuconostoc buchneri
	Leuconostoc viridescens
Homofermentativas	
Cocos	*Enterococcus fecalis*
	Enterococcus faedium
	Pedicoccus acidilacti
	Pedicoccus cerevisae
	Pedicoccus pentosaceus
Bacilos	*Lactobacillus plantarum*
	Lactobacillus curvatus
	Lactobacillus casei
	Lactobacillus coryniformis coryniformis

Fonte: Fernandes Junior, 2017.

Acredita-se que as medidas de estabilidade aeróbia de silagens deveriam ser realizadas em condições o mais próximo possível da situação de campo. É conhecido que a temperatura afeta de forma significativa o crescimento e atividade dos microrganismos (Tabela 4) que atuam nas silagens. Assim, a elevação da temperatura diurna e queda noturna podem resultar em mudanças significativas na atividade dos microrganismos.

Outro fator relevante é que quando misturada aos demais alimentos da ração no cocho, a silagem tem sua estabilidade alterada em relação à silagem exclusiva. Considerando-se que, nessas condições, haverá alteração nas características físicas como porosidade, massa específica, e químicas da silagem como pH, teor

de substrato. Por isso parece claro que a dinâmica de atividade dos microrganismos que deterioram a silagem é alterada.

As variáveis temperatura e pH, pela facilidade de determinação e baixo custo, são as mais usadas na atualidade na avaliação da estabilidade aeróbia de silagens (CHERNEY & CHERNEY, 2003 E SCHMIDT, 2006). Os valores de temperatura observados têm sido apresentados como a) temperatura máxima registrada após a abertura dos silos; b) Tempo para atingir temperatura máxima; c) Diferença máxima entre a temperatura da silagem e do ambiente; d) Somatório das diferenças de temperatura das silagens e do ambiente; e) Tempo para que as temperaturas das silagens apresentem tendência de elevação; f) Tempo para que a silagem eleve a temperatura em 2 ^{0}C.

A deterioração aeróbia é essencialmente microbiana, porém isso implica em gastos mais elevados. Bernardes *et al.* (2007) conduziram estudo com o intuito de avaliar a estabilidade aeróbia das silagens e da ração total contendo silagens de capim Marandu, e utilizaram a metodologia de avaliação em câmara climática com temperatura constante de 25 ± 1ºC, também foram determinadas as recuperações de MS (massa seca) e as alterações nos valores de pH da silagem.

Estimativas da estabilidade aeróbia de silagens é a medida do CO_2 liberado durante a exposição ao ar; é uma proposta estabelecida com base na titulação de uma solução de K (OH) como coletora do CO_2 liberado pela atividade dos microrganismos na silagem exposta ao ar.

Outro avanço na metodologia de avaliação da deterioração aeróbia em silagens é por meio de representação termográfica das alterações de temperatura no painel do silo durante o período de utilização, conforme apresentado por Bernardes (2006). A metodologia prevê a identificação das principais regiões do pai-

nel do silo onde está havendo deterioração por meio de medidas de temperatura em vários pontos do painel. Os dados obtidos são lançados em planilha do programa Excel e posteriormente são produzidas imagens com escala calorimétricas utilizando o software Surfer.

Com o calor gerado e a atividade microbiológica deteriorando a silagem, a imagem observada possibilita a análise das principais regiões do silo onde ocorrem maiores atividades dos microrganismos, podendo proporcionar importantes informações ao pesquisador.

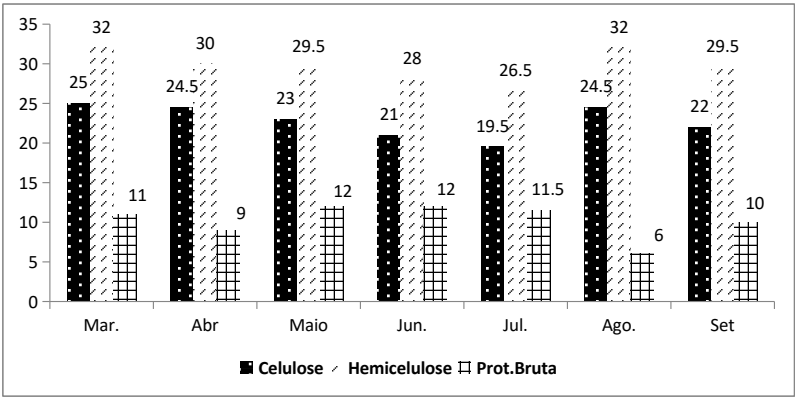
12. CONSUMO E DIGESTIBILIDADE

Nem sempre uma avaliação completa e eficiente do valor nutritivo dos alimentos, a simples determinação da composição química não é suficiente, devendo ser considerados também os efeitos dos processos de consumo, digestão, absorção e metabolismo animal. Uma possível maneira de definir a qualidade da dieta seria o produto da digestibilidade pelo consumo de matéria seca, que é intimamente correlacionado com o consumo de energia (Rodriguez *et al*., 2006).

Desde estudos preliminares de consumo de massa seca, o consumo voluntário e a digestibilidade determinam o valor nutritivo da forragem. Contudo, tem-se conhecimento, na produção de bovino, o consumo é mais importante que a digestibilidade. Ao mesmo tempo tem-se observado, em vasta sequência de resultados, que o consumo de forrageira é negativamente relacionada com a concentração de FDN, ou seja, fibra extraída em detergente neutro incluindo celulose, hemicelulose, lignina, proteína lignificada e sílica. Em revisão de Fernandes *et al*. (2005) verifica-se, com possíveis variações, teoricamente um animal adulto pode consumir até 90 kg de matéria seca e apresentar

concentrações de FDN variando entre 1,0 a 2,34% do 2,34 % do peso vivo animal.

Figura 25 - Teores percentuais de celulose e hemicelulose e proteína bruta da forrageira *Brachiaria brizantha,* em sistema de pastejo intermitente no final da época da água e no início das chuvas



Fonte: Oliveira, 2006.

Os pontos necessários para atingir a sustentabilidade da criação de animal (Figura 25) e emprego de silagem podem ser reduzidos em planejamento, conhecimento sobre uso da agricultura e implementos essenciais, cuidados com o ambiente envolvendo solo, planta e animal, manejo e preparo do solo, escolha da forrageira e do gado a ser tratado, o ponto ideal de colheita das forrageiras, conhecer as técnicas de ensilagem, obtenção de máquinas práticas e eficientes, o tipo de silo a ser utilizado, evitar contaminação pré e pós colheita, saber obter boa compactação da silagem e vedação do silo e, reduzir a exposição do silo aberto por menor período de tempo possível.

O consumo exigido e experimentado pelo animal é o fator de maior influência sobre a qualidade da forragem, que afeta diretamente o desempenho animal. O consumo é afetado pelos fatores relacionados naturalmente ao animal e à forragem, com

ênfase na aceitabilidade e na seleção ou escolha realizada pelo consumidor (VAN SOEST, 1994). De maneira geral o consumo das silagens é menor do que o da forragem original que não sofreu processo de fermentação.

Existem três hipóteses associadas ao baixo consumo de silagens:

1- Presença de substâncias tóxicas, como aminas produzidas durante o processo de fermentação, 2- Alto conteúdo de ácidos nas silagens extensivamente fermentadas, causando redução na aceitabilidade, e 3- Diminuição na concentração de carboidratos solúveis e, consequentemente, na disponibilidade de energia para o crescimento de microrganismos do rúmen. A determinação destes compostos a fim de se estabelecer as relações entre o consumo de forragem e a composição química é importante.

O consumo voluntário de forragem conservado é avaliado nos experimentos de determinação da digestibilidade *in vivo*, mediante pesagem do alimento fornecido, em 15 a 20% do consumido e das sobras. A composição química das sobras pode diferir acentuadamente daquela da forragem fornecida. Uma estratégia adequada é a redução do tamanho das partículas com vistas a minimizar os efeitos do processo de seleção. Em experimentos nos quais os animais são alimentados em grupo, tem-se a necessidade do uso de indicadores para a obtenção do consumo individual.

A ingestão potencial de MS da silagem é determinada pelo tipo de forragem, composição química e digestibilidade no momento da colheita, mas a extensão na qual este potencial é alcançado depende, na prática, das modificações das frações carboidratos e de compostos nitrogenados durante a fermentação, bem como da deterioração durante a fase de exposição ao oxigênio (NUSSIO *et al.*, 2003). O potencial das forrageiras cultivadas

solteiras ou em consórcio com outras são também estudadas com resultados satisfatórios conforme relata Ferreira (2008)

A digestibilidade pode ser adequadamente estimada por meio de dispositivos que simulam as condições de fermentação ruminal utilizando métodos *in vitro, in situ* e a produção de gases. Os processos *in vitro*, geralmente compreendem uma fase inicial de fermentação utilizando líquido de rúmen ou mesmo enzimas de outra fase na qual se faz a digestão utilizando pepsina ácida ou mesmo a solução detergente neutro (VAN SOEST, 1994). A vantagem da extração com detergente neutro é a diminuição no tempo de análise e a determinação da digestibilidade *in vitro* verdadeira, uma vez que se elimina do resíduo toda a fração metabólica.

A técnica *in situ* para a caracterização dos alimentos no rúmen tem sido adotada em todo o mundo para avaliar a taxa e a extensão de degradação do alimento no rúmen em função do tempo de incubação (HUNTINGTON; GIVENS, 1995). Esta técnica possui como vantagens a rápida e fácil execução, a necessidade de amostras pequenas de alimento e o fato de permitir o contato íntimo entre o alimento testado e o ambiente ruminal.

A utilização da técnica de produção de gases permite a avaliação mais precisa do valor nutritivo de forragens tratadas com produtos químicos, ou mesmo aquelas submetidas às condições adversas de fermentação, de secagem e de conservação.

13. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A utilização de forragem sob a forma de silagem é uma alternativa capaz de minimizar os problemas de falta de alimentação para os rebanhos e capaz de manter a produção no período de estiagem, interferindo assim na renda da propriedade e na disponibilidade da produção para o mercado consumidor. A

silagem fornecida aos animais no período seco permite que o rebanho entre no período das águas com bom escore corporal reduzindo o custo de produção e idade produtiva dos animais, embora tenha que se observar as variações qualitativas do conteúdo das silagens aplicadas

As etapas de uma boa silagem e melhor eficiência do rebanho envolvem cuidados na escolha das espécies de forrageira, correção da fertilidade do solo escolhido envolvendo correção de acidez e adubação, a idade da planta em relação à maturação da planta, pré-secagem da forrageira colhida, picagem da forrageira a ser ensilada, compactação do material vegetal no silo, observação das reações aeróbicas e anaeróbicas, tempo máximo de armazenagem da silagem, tempo máximo para manter o silo aberto, distribuição da silagem corretamente limpa, recuperação da área de produção da forrageira e programação para o próximo corte.

Referências bibliográficas

AGUIAR, R. N. S.; CRESTANA, R. F.; BALSALOBRE, M. A. A.; NUSSIO, L. G.; SANTOS, P. M.; CORSI, M. Avaliação das perdas de matéria seca em silagens de capim-tanzânia. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DEZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...**, Viçosa, MG: SBZ, 2000. Trabalho 0772. CD-ROM.

AMARAL, R. C.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A. Estabilidade aeróbia de silagens de capim-marandu submetidas à diferentes intensidades de compactação na ensilagem**. Rev. Bras. Zoot.,** v. 37, n. 6. p. 977-983. 2008.

ARAÚJO, J. J.; CRUZ, S. S.; PIRES, D. A. A.; CAETANO, F. G.; MOURA, M. A.; SILVA, M. M.; GONÇALVES, A. F. **Teores de celulose, hemicelulose e lignina de genótipos de sorgo.** 8 FEPEG – Fórum: Ensino, Pesquisa, Extensão, Gestão. Universidade Saberes e Práticas Inovadoras. Unimontes. Montes Claros, 2014. s.p.

BERNARDES, T. F. **Controle da deterioração aeróbia de silagens**. Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 103 p., 2006.

BERNARDES, T. F. **Características fermentativas, microbiológicas e químicas do capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex. A. Rich.) Stapf cv. Marandu) ensilado com polpa cítrica peletizada**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 108 p., 2003.

BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R., AMARAL, R. C.; PIRES, A. J. V. Estabilidade aeróbia da ração total e das silagens de capim-Marandu submetidas a inclusão de aditivos bacterianos e químico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, 2007.

BRISKE, D. D. Developmental morphology and physiology of grasses. HEITSCHMIDT, R. K.; STUTH, J. W. (eds). **Grazing management**: an ecological perspective. Timber Press. 1991. p. 85-108.

BRISKE, D. D.; RICHARDS, J. Plant responses to defoliation: a physiologic, morphologic and demographic evaluation. *In*: BEDUNAH, J.; SOSEBEE, R.E. (eds). Wildland plants – physiologycal ecolology and developmental morphology. **Society for Range Management**, Denver, p. 635-709, 1995.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas implicações para os ruminantes. **Archivos de Zootecnia,** v. 57, p. 13-28. 2008

CASTRO, F. G.; NUSSIO, L. G.; SIMAS, J. M. C.; HADDADY, C. M.; MTOLEDO, P.; COELHO, R. M.; MARI, L. J. *et al.* Parâmetros físico-químicos da silagem de tifton-85 (*Cynodon spp*.) sob efeito do pré-murchamento e de inoculante bacteriano-enzimático. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. **Anais...** 2001. p. 270-272.

CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *In*: INTERNATIONAL GRASSLAND

CONGRESS, 17., 1993, Palmestron North. **Proceedings...** Palmestron North: Massey University, 1993. p. 93-104.

CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. Assessing Silage Quality. *In*: Buxton *et al.* **Silage Science and Technology**. Madison, Wisconsin, USA. 2003. p. 141-198.

COAN, R.M. **Avaliação da polpa cítrica peletizada como aditivo no processo de ensilagem dos capins Tanzânia e Marandu.** Tese (doutorado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005. 205 p.

COSTA, N. L. **Morfologia de plantas forrageiras**. 2006. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/morfologia-de-plantasforrageiras384503.html. Acesso em: 3 dez. 2018.

COSTA, N. L.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; PAULINO, V. T.; PEREIRA, R. G. A. Formação e manejo de pastagem na Amazônia do Brasil. **Revista Eletrônica REDVET**, v. 2, n. 01. s.p. 2006.

DANTAS, C. C. O. e NEGRÃO, F.M. Fenação e ensilagem de plantas forrageiras. **PUBVET**, Londrina, v. 4, n.40, s.p., 2010.

DEBERT, A. J.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDTH, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada, Ver. Bras. Zootec. Viçosa, v. 36, 2007. s.p. Disponível em: http://educar.sc.usp.br/biologia/prociencias/qagua.htm. Acesso em: 29 mar. 2007.

FERNANDES JUNIOR, A. **Microbiologia da ensilagem.** Instituto de Biociências de Botucatu. UNESP- Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Departamento de Microbiologia e Imunologia. Botucatu, São Paulo. 2017, s.p.

FERNANDES, F. D.; BARCELLOS, A. OLIVEIRA; RAMOS, A. K. B.; LEITE, G. G.; BATISTA, L. A. R.; GOMES, A. C. **Consumo e digestibilidade aparente da forragem** *Paspalum atratum* cv. Pojuca **em diferentes idades de rebrota**. Embrapa cerrados. Planaltina. 2015. (s.p.).

FERREIRA, D. A. **Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim sudão mutantes, portadores de nervura marrom, submetidos a regime de cortes sucessivos.** 2008. 81 p. Tese

(Doutorado em Zootecnia) Escola de Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008

FIGUEIRÓ, R. N.; SOUSA, D. P.; NUSSIO, L. G., MARI, L. J.; SANTOS, M. C.; TOLEDO FILHO, S. G.; ZAPOLATTO, M. Frequência crítica para avaliação da temperatura em ensaio de estabilidade aeróbia em forragens e rações. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. CD ROM.

FUKUSHIMA, R. S. **Metabolismo energético e proteico**. Disponível em documento avulso – internet. Acesso em 06 abr. 2017.

GEFEP – Grupo de Estudos em forragicultura e pastagens. **A dinâmica do crescimento de plantas forrageiras e o manejo das pastagens.** Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA) da Universidade de São Paulo. Pirassununga. 2016.78 p.

GUIM, A. Produção e avaliação de silagem. *In*: SIMPÓSIO PO DE FORRAGEIRAS NATIVAS, 3., 2002. **Anais...** Areia: UFPB, 2002. CD-ROM.

GUIMARÃES, T. P.; MOREIRA, K. K. G.; FERREIRA, S. F.; LEMOS, B. J. M.; SOUZA, F. M.; LINO, F. A. Produção e utilização de silagens de grãos úmidos. **PUBVET**, Londrina, v. 7, n. 1, Ed. 224, Art. 1486, 2013

HEINRICHS, A. J.; BUCKMASTER, D. R.; LAMMERS, B. P. Processing, mixing, and particle size reduction of forages for dairy cattle. **Journal of Animal Science,** n. 77, p. 180-186, 1999.

HEINRICHS, a.J Evaluating particle size of forages and TMRs using the Penn State Particle Size Separator. **Dairy & Animal Science,** n. 20, p. 01-09, 1996. Disponível em: www.das.psu.deu/dairynutrition/documents/oldparticle9620.pdf. Acesso em: 25 mar. 2007

HOLMES, B. J.; MUCK, R. E. **Factors affecting bunker silo densities**. 1999. 7p. Disponível em: http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/BunkDens3.PDF. Acesso em: 15 abr. 2007.

HUNTINGTON, J. A.; GIVENS, D. I. The *in situ* technique for studying the rumen degradation of feeds: A review of the procedure. **Nutr. Abstr. Rev.**, Abeerden, v. 65, n. 2, p. 63-93, 1995.

IGARASI, M. S. C**ontrole de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior Agrícola "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2002. 151 p.

ÍTAVO L. C. V.; ÍTAVO, C. C. B. F.; COELHO, E. M.; SILVA, M. J.; GOMÉS, R. C.; DIAS, A.M.; DONATTI NETO, R.; MENEZES, J. T. Parâmetros fermentativos de silagens da parte aérea de mandioca e de bagaço de laranja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 1, 2003. p. 70-76.

JOBIM, C. C. **Avaliação das características microbiológicas, químicas e digestibilidade das silagens de grãos úmidos e de espigas de milho**. Tese (Doutorado em Zootecnia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 98 p., 1995.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **R. Bras. Zootec.** Viçosa. v. 36, p. 101-119. 2007.

JOBIM, C. C.; REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. Avaliação da silagem de grãos úmidos de milho (*Zea mays* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 32, n. 3, p. 311-31, 1997a.

JOBIM, C. C.; REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A.; SCHOCKENITURRINO, R.B. **Presença de microrganismos na silagem de grãos úmidos de milho ensilado com diferentes proporções de sabugo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 32, n. 2, p. 201-204, 1997b

JOBIM, C. C.; SARTI, L. L.; SANTOS, G. T., BRANCO, A. F.; CECATO, U. Desempenho animal e viabilidade econômica do uso da silagem de capim-elefante em substituição a silagem de milho para vacas em lactação. **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 28, n. 2, p. 127-135, 2006.

JOHSON, A. Growt of *Clostridium tyrobutiricum* during fermentation and aerobic deterioration of grass silage. **Journal Science Food Agriculture**, v. 54, p. 557-568, 1991.

KRAUS, T. J.; KOEGER, R. G.; STRAUB, R. J.; SHINNERS, K. Leachate conductivity as an index for quantifying level of forage conditioning. *In*: ASAE ANNUAL INTERNATIONAL MEETING, 1997, Minneapolis: ASAE, 1997. 12p.

KUNG JUNIOR, L.; GRIEVE, D. B.; THOMAS, J. W.; HUBER, J. T. Added ammonia or microbial inoculate for fermentation and nitrogenous compounds of alfalfa ensiled at various percents of dry matter. **Journal of Dairy Science**, v. 67, p. 299-306, 1984.

LAMMERS, B. P.; BUCKMASTER, D. R.; HEINRINCHS, A. J. A simple method for the analysis of particle size of forage and total mixed rations. **Journal of Dairy Science**, v. 79, p. 922-928, 1996.

LOURES, D. R. S.; GARCIA, R.; PEREIRA, Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante sob diferentes níveis de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1851-1858, 2003 (supl.2).

LOURES, D. R. S.; NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F. PEDROSO, A. F.; MARI, L. J.; RIBEIRO, J. L.; ZOPOLLATTO, M.; SCHMIDT, P.; JUNQUEIRA, M. C.; PACKER, I. U.; CAMPOS, P. Composição bromatológica e produção de efluente de silagem de capim-Tanzânia sob efeito de emurchecimento, do tamanho de partícula e do uso de aditivos biológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 726-735, 2005.

LUCCI, C. J.; BOIN, C.; LOBÃO, A. O. Estudo comparativo das silagens Napier, milho e sorgo, como único volumoso para vacas em lactação. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 25, único, p. 161-173, 1968.

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. 2 ed. New York: John Willey & Sons, 1991. 226 p.

McDONALD, P. HENDERSON, A. R., HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage.** 2 nd ed. Chalcombe Publ., Bucks, England. 1991. 340 p.

MARCUZZO, F. F. N.; CARDOSO, M. R. C.; FARIA, T. C. **Chuvas no cerrado da região Centro-Oeste do Brasil**: análise histórica e tendência. Ateliê Geográfico. Goiânia. v. 6, n. 2, p. 112-130. 2012

MATTHEW, C.; ASSUERO, S. G.; BLACK, C. K.; SACKVILLE HAMILTON, N.R. Filler dynamics of grazed swards. *In*: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO P. C. F.; NABINGER, C. (Eds.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CAB International, 2000. p. 127-150.

MELADO, J. Manejo Sustentável de Pastagens: **Manejo de Pastagem Ecológica – Sistema Voisin Silvipastoril.** Fazenda Ecológica. Guarapari – E.S. 2016. 53 p. Disponível em: www.fazendaecologica.com.br. Acesso em: 20 abr. 2016.

MÜLLER, L.; SANTOS, O. S.; MANFRON, P. A. *et al*. Forragem hidropônica de milheto: produção e qualidade nutricional em diferentes densidades de semeadura e idades de colheita. **Ciência Rural,** Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1094-1099, 2006.

NOVAES, L. P.; LOPES, F. C. F.; CARNEIO, J. C. **Silagens**; oportunidade e pontos críticos. Embrapa- CNPGL. Juiz de Fora-MG. 2004. 10 p. (Comunicado técnico n.43).

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. *In*: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2004. Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2004. p. 1-33.

NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F.; NUSSIO, C. M. B. Ensilagem de capins tropicais. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002. Recife. **Anais...** Recife, 2002. p. 60-99.

O´KIELY, P. O.; CLANCY, M.; DOYLE, E. M. Aerobic stability of grass silage mixed with a range of concentrate feedstuffs at feed-out. *In*: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, 2001. São Pedro-SP. Proceedings**...** Piracicaba-FEALQ, 2001. p. 794-795.

OLIVEIRA, A. P. **Desempenho de novilhas recriadas em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e suplementadas**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, 2006. 78p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, 2006.

OLIVEIRA, L. B.; PIRES, A. J. V; CARVALHO, G. G. P.; RIBEIRO, L. S. O.; ALMEIDA, V. V.; PEIXOTO, C. A. M. Perdas e valor nutritivo de silagem de milho, sorgo-sudão, sorgo, forrageiro e girassol. **Ver. Bras.Zoot**. v. 39, n. 1, p. 61-67. 2010.

OLIVEIRA, P.S.; PERES, J.R.O.; EVANGELISTA A.R. **Silagem de milho para ovinos.** Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras. UFLA-Lavras. 2008. 27 p. (Boletim Técnico, 83-UFLA).

PEREIRA, J. R. A; REIS, R. A. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais. 2001. p. 64-86. *In*: JOBIM, C. C.; CECATO, U.; DAMASCENO, J. C.; SANTOS, G.T. (eds.). Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, Maringá. 2001. **Anais** do Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas. UEM/CCA/DZO, 2001. 319 p.

PEREIRA, M. L. R.; FERNANDES, J. J. R.; LINO, F. A.; MOREIRA, K. K. G.; LEMOS, B. J. M.; SOUZA, F. M.; GUIMARÃES, T. P. **Parâmetros da fermentação da silagem de grãos reconstituídos de milho e sorgo.** Disponível em: marcelaluzia@ibest.com.br. Acesso em: 6 abr. 2017.

PEREIRA, R. G. A.; TOWNSEND, C. R.; COSTA, N. L.; MAGALHÃES, J. A. **Processos de ensilagem e plantas a ensilar**. Porto Velho – RO, 2008, 13 p. (Embrapa Documento 124).

REIS, R. A.; COAN, R. M. Produção e utilização de silagens de gramíneas. *In*: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS. **Anais...** Goiânia: CBNA, 2001, p. 91-120.

REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C.; ROTH, A. P. T. P. **Produção, qualidade e aspectos sanitário de Fenos**. Professor da FCAV/UNESP. Jaboticabal-SP, Pesquisador do CNPq. rareis@fcav.unesp.br. FECAV. Jaboticabal. 2016. 29 p.

RESENDE, H. A produção de milho para silagem. *In*: DIAS, J. C.; COSTA, J. L. (org.). **Forrageiras para o gado leiteiro**. São Paulo: Tortuga; Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL, 1997. p. 17-25.

RODRIGUEZ, N. M.; SALIBA, E. O. S.; GUIMARÃES JR., R. Uso de indicadores para estimativa de consumo a pasto e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, p. 323-352, 2006.

SANTOS, F. A. P.; DÓREA, J. R. R. **Nutrição de bovinos em sistemas intensivos de produção.** Departamento de Zootecnia. USP – ESALQ. Disponível em: fapsantos@usp.br. Acesso em: 4 abr. 2017.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros disgestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar.** Piracicaba. Universidade de São Paulo, 2006. 228 p. Tese (Doutorado em Agronomia). USP. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2006.

SCHMIDT, P.; SOUZA, C. M.; BACH, B. C. Uso estratégico de aditivos em silagens: Quando e como usar? *In*: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; CANTO, M.W.; BANKUTI, F.I (eds.), SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 5. ed., Maringá, 2014. **Anais...** Maringá: UEM, 2014. p. 243-264.

SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; REIS, R. A.; COAN, R. M.; BERNARDES, T. F.; PANIZI, R. C.; POIATTI, M. L; PEDREIRA, M. S. Alterações químicas e microbiológicas nas silagens de capim-Tifton 85 após a abertura dos silos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 464-471, 2005.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos:** métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, J. M. N. **Desenvolvimento de microrganismos e valor nutritivo de silagens de capim-Tifton 85**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2002.80 p,

SILVA, T. C.; SILVA, M. V. B.; FERREIRA, E. G.; PEREIRA, O. G.; FERREIRA, C. L. L. F. **Papel da fermentação lática na produção de silagem.** PUBVET, Londrina, v. 5, n. 1, Ed. 148, Art. 998, 2011.

SILVEIRA, A. C. Técnicas para produção de silagens *In*: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1975. p. 156-180.

TENGERDY, R. P.; WEINBERG, Z. G.; SZAKACS, G.; WU, M.; LINDEN, J. C.; HENK, L. L.; JOHNSON, D. E. Ensiling alfafa with additives of lactic

acid bacteria and enzymes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 55, n. 2, p. 215-228, 1991.

TOSI, H.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; RAVAZI, J. P. Presença de clostrídios em silagem de milho colhido em diferentes estádios de desenvolvimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n. 8, p. 1133-1136, 1982.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of ruminant**. Ithaca: Comstock Publishing Associations, 1994. 476 p.

VILELA, D. Conservação de forragens**.** *In*: CARVALHO, M. M.; CAMPOS, O. F. (org.). Embrapa Gado de Leite: 20anos de pesquisa. Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL, 1997. p. 93-112.

VILELA, D. **Sistema de conservação de forragem, 1**) Silagem. Coronel Pacheco: Embrapa-CNPGL, 1985. 15 p. (Embrapa- CNPGL. Boletim de Pesquisa, 11).

Capítulo 10

PRODUÇÃO DE FENO

Itamar Pereira de Oliveira,[1] Wilson Mozena Leandro,[2] Wender Ferreira de Souza,[3] Wayron Araújo de Castro,[4] Mariana Borges de Castro Dias[5]

Resumo: O feno é alimento para animais obtido das forrageiras cortadas mediante a exposição ao sol e ao ar, que sofre dessecação lenta e parcial, de modo que a sua taxa de umidade, originalmente de 60 a 85%, seja reduzida para teores entre 10 e 20%, com perda mínima de nutrientes, maciez, cor e sabor. No trabalho de fenação procura-se um produto palatável, nutritivo e seja fonte de vitaminas A e D. Em virtude da sua concentração, um quilo de feno pode substituir três quilos de silagem de milho ou sorgo ou de forragem verde. Todavia, o valor do feno varia sob a influência de diversos fatores, principalmente a espécie e a idade da forrageira utilizada e das técnicas do seu manuseio e armazenamento, que envolvem o corte, a secagem, o transporte e particularidade relativos às medas, fardos e depósitos. A qualidade de um feno depende de sua composição química, palatabilidade e digestibilidade, que por sua vez estão na dependência de fatores como espécie botânica da forrageira, estágio de desenvolvimento, proporção de folha: caule, coloração verdeada, alterações causadas por mofos, bolores e insetos, presença de material estranho

1 Pesquisador da EMBRAPA Arroz e Feijão.

2 Docente da Escola de Agronomia da UFG.

3 Pesquisador de Pós-doutorado do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde.

4 Técnico profissional superior da COMIGO de Caiapônia.

5 Doutorando do Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias /Agronomia do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde.

IR PARA SUMÁRIO ▲

e perdas sofridas durante a preparação. A fase de maturação na fase do corte tem grande influência sobre o feno tanto quanto produtividade, valor nutritivo, palatabilidade, digestibilidade, proporção de folhas, coloração e teores de proteína, fibra e elementos minerais. A forrageira apresenta algumas fases em que planta produz feno mais rico em proteína e minerais, porém mais pobre em fibras, sendo mais palatável e digestível. Tem-se observado que as folhas são mais palatáveis, digestíveis e ricas em nutrientes que as hastes. Assim sendo, procura-se priorizar cuidados que reduzem as perdas de folhas durante a preparação e o armazenamento do feno. A cor verde, no feno bem preparado, é altamente desejável porque indica a riqueza em caroteno, que tem fundamental importância na nutrição. A presença de mofos e bolores diminui a palatabilidade e o valor nutritivo do feno, além de ser ameaça para a saúde dos animais. Por sua vez, o ataque de insetos prejudica a qualidade do feno, porque em geral afeta a proporção de folhas-caule, a coloração, a palatabilidade e o valor nutritivo. Se os aspectos negativos forem devidamente controlados, o produtor poderá ter no uso do feno uma fonte qualificada, barata e rica em nutrientes essenciais. Contudo, dependendo do estádio fisiológico e do potencial de produção do animal, é necessária suplementação com concentrados, principalmente durante o terço final da gestação e durante a lactação. Ainda, deve-se considerar que uma ração equilibrada, para conseguir o máximo resultado como alimento, depende da influência exercida sobre o rebanho por vários fatores em conjunto associando condições ambientais, potencial genético, estado sanitário e manejo animal.

Palavras-chave: Alimento animal. Conservação de forrageiras. Fermentação de forrageiras. Métodos e processos.

1. INTRODUÇÃO

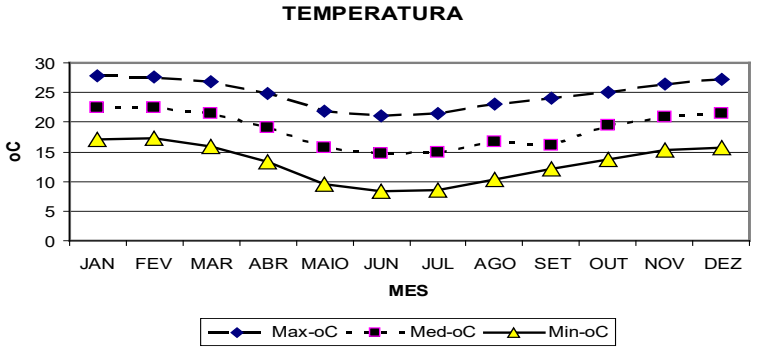
A produção de feno tem evoluído quantitativa e qualitativamente para uso na complementação da alimentação animal.

Embora a confecção de feno seja considerada uma operação correta, contudo devido ainda às grandes extensões das fazendas brasileiras é pequeno o número de pecuarista que o fabricam continuadamente para complementar a nutrição do gado na época do período seco anual.

Os conceitos de país tropical têm sido desenvolvidos como sendo aquele que apresenta recursos naturais com qualidades essenciais ao desenvolvimento das plantas, forrageiras ou não, com condições de contar com alta luminosidade, suprido com as condições favoráveis de clima, quase sempre também de solo e, por isso, de alta capacidade para atingir elevadas produtividades e produção.

O clima do Brasil central é considerado como tropical quente sub-úmido, com apenas duas estações, uma seca de maio a setembro e outra chuvosa de outubro a abril. As temperaturas médias anuais variam entre 22 e 27°C (Figura 1) e as precipitações entre 600 e 2.200 mm (Figura 2). Assim, com exceção dos anos muitos secos a água não é o fator limitante d esta macrorregião (ROSSATO *et al.*, 2004).

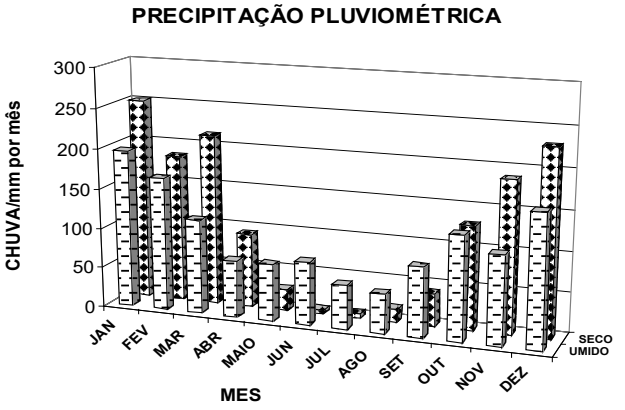
Figura 1 - Temperatura máxima média e mínima do cerrado em condições especiais de precipitação



Fonte: Adaptado de Embrapa, 2017.

De acordo com Coutinho *et al*. (2015) e Lima *et al*., (1985) muitos fatores climáticos afetam o desenvolvimento e o rendimento dos vegetais de consumo dos seres vivos e dentre os principais sobressaem. De modo geral, na literatura técnica encontram-se relatos onde são relacionados como os fatores climáticos e o solo constituem o ambiente para a secagem da forragem no campo (JONES, HARRIS, 1979). Esses fatores climáticos exercem efeito acentuado na secagem, mas as propriedades do solo também têm influência no processo de secagem em campo. As principais variáveis a serem consideradas em relação ao clima são: radiação solar, temperatura, umidade do ar e velocidade do vento. As altas correlações entre estas variáveis, torna difícil estabelecer quais os efeitos isolados de cada uma sobre a taxa de desidratação do feno.

Figura 2 - Precipitações pluviométrica uma região de clima seco e de uma região de clima úmido, ambos do cerrado



Fonte: Adaptado de Silva *et al*. (2016); Climate-date orgab (2017).

A umidade relativa (UR) do ar é um dos principais fatores ambientais que exerce influência na perda de água da forragem a ser desidratada no campo uma vez que os corpos possuem

propriedades de absorver e perder água de acordo com os fatores climáticos que os rodeiam. A umidade de equilíbrio para uma forrageira é conceituada como aquela que a planta obtém, quando colocada em um ambiente com temperatura, umidade e radiação constantes por um período de tempo indefinido. Esta umidade é primeiramente relacionada com o ambiente e posteriormente com a planta. A umidade de equilíbrio é mais influenciada pela umidade relativa do ar próximo a superfície da folha, com maior influência em condição de alta umidade.

2. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Quando se pensa em exploração agropecuária, é necessário considerar que, em dimensões continentais, encontra-se um potencial considerável para atividades associadas à produção de alimentos associando produtos provenientes tanto da agricultura quanto da pecuária. Com uma extensão territorial de 8.514.876 Km^2 à disposição dos brasileiros, com uma grande diversidade de solos, clima e potencial genético, distribuída em correspondente à aproximadamente, 1,6% da superfície do planeta, 5,6% das terras emersas do globo, 20,8% da área de toda a América e 48% da América do Sul. É considerado o quinto maior país do planeta, só é menor que os territórios da Rússia, Canadá, China e Estados Unidos, respectivamente. A grande extensão territorial proporciona ao país uma enorme diversidade de paisagens, climas, topografia, fauna e flora. Está localizado na América do Sul, e faz fronteira com quase todos os países do continente sul-americano, exceto Chile e Equador.

O território brasileiro está localizado a oeste do meridiano de Greenwich, portanto sua área está localizada no hemisfério ocidental. A linha do Equador passa no extremo norte do Brasil, fazendo com que 7% de seu território pertença ao hemisfério

setentrional e 93% localizado no hemisfério meridional. Cortado ao sul pelo trópico de Capricórnio, apresenta 92% do território na zona intertropical, entre os trópicos de Câncer e de Capricórnio, os 8% restantes estão na zona temperada do Sul, entre os trópicos de Capricórnio e o círculo polar Antártico.

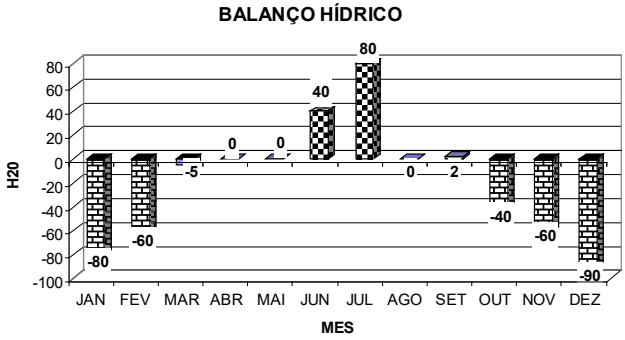
A área que corresponde ao Brasil apresenta 4.319,4 Km de distância no sentido Leste-Oeste, os extremos são a Serra Contamana, a oeste, com longitude de 73°59'32"; e Ponta do Seixas, a leste, com longitude 34°47'30". Na direção norte-sul contabilizam 4.394,7 Km de e que se observa deste o Monte Caburaí ao norte do território, com latitude 5°16'20"; e Arroio Chuí, ao sul, com latitude 33°45'03".

Com essas dimensões, pode-se esperar que neste país-continente encontram condições para atividades relacionadas a climas áridos no nordeste e centro-oeste, tropicais úmidos no norte e climas temperados na região sul. De acordo com essas informações realizadas por Francisco (2018) pode-se inferir que o país, que apresenta atividade agropecuária ativa, vários tipos de forrageiras são encontradas distribuídas com a sua capacidade de adaptação nas condições apresentadas nas diversas condições de clima, solo, planta e animais.

A alfafa, *Medicago sativa* L sob condição de secagem, o feno absorvendo água do ambiente, a UR influencia a umidade de equilíbrio da forragem, afim de atingir valores adequados para o armazenamento. A radiação solar tem sido identificada como o principal fator ambiental que influencia a desidratação de gramíneas e de leguminosas e consequentemente, está associada a taxa de secagem das forrageiras. Por outro lado, deve-se considerar além da influência acentuada da umidade relativa do ar, da evapotranspiração potencial (ETP) ou o déficit de pressão de

vapor (DPV), da temperatura, dos ventos e da umidade do solo (MACDONALD; CLARK, 1987).

Figura 3 - Meses que ocorrem maiores e menores disponibilidade de água para as plantas em regiões de baixa precipitação pluviométrica apresentando o balanço hídrico em função da capacidade do solo em armazenar água



Fonte: Adaptado da Embrapa, 2017.

A variação destes fatores nas culturas, seja na produção de grãos como produção de massa, tem influência direta no desenvolvimento e produção das plantas (FENNER *et al.,* 2014, MOLION; BERNARDO, 2002). Considerando as pastagens, irregularidades na distribuição das chuvas (Figura 3) resultam no aumento do risco para a estabilização da produção de massa para o consumo animal, em pastejo direto, pois a distribuição das chuvas durante o ciclo das culturas é limitante à produção. Por isso, agropecuaristas e profissionais necessitam trabalhar dentro de planejamento utilizando técnicas que permitam conhecer o regime hídrico e definir estratégias agrícolas serem utilizadas (SILVA *et al*., 2016; MARINI *et al.,* 2012; HEINEMANN; STONE, 2009).

O planejamento agrícola e as tomadas de decisão que otimizam a produção e o uso da água são fundamentais para o desen-

volvimento de uma região. Dentre as medidas que podem ser tomadas tem-se o cálculo do Balanço Hídrico Climatológico (BHC), que segundos Santos *et al.* (2010) e Santos; Carlesso (1980) é uma ferramenta de auxílio ao planejamento agropecuário. Seu uso permite definir as características do regime climático de uma região, tornando-se uma ferramenta de auxílio ao zoneamento agroclimático. O balanço hídrico é a primeira avaliação hídrica de uma área para início de uma atividade agropecuária. Com isto, é possível determinar a contabilização da água em determinada camada do solo, onde se definem os períodos secos para alternativas de deficiência hídrica e úmidos onde ocorre excedente hídrico e é necessário desenvolver reservatórios em locais carentes em água (PEREIRA *et al*., 2009; REICHARDT, 1990).

Assim, identificando as carências hídricas das áreas onde as atividades agropecuárias vão ser exploradas, estas podem apresentar eficácia no seu uso (Figura 4). Segundo (PEREIRA *et al.,* 2002) o BHC é a contabilização da água do solo, resultante da aplicação do princípio de conservação de massa em um volume de solo vegetado. A variação do armazenamento de água no volume considerado, por intervalo de tempo, representa o balanço entre o que entrou e o que saiu de água dentro do volume de solo considerado no planejamento da atividade.

Figura 4 - Digestibilidade in vitro de matéria seca (DIVMS), percentual de folha das forrageiras e proteína bruta (PB) no ponto de corte 1 (PC1), ponto de corte 2 (PC 2), ponto de corte 3 (PC3) e ponto de corte 4 (PC4)

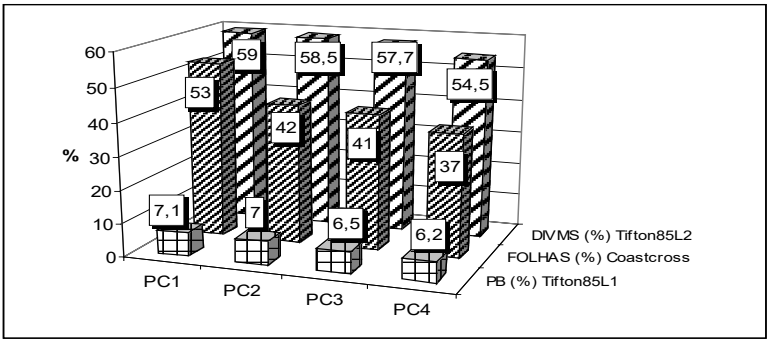
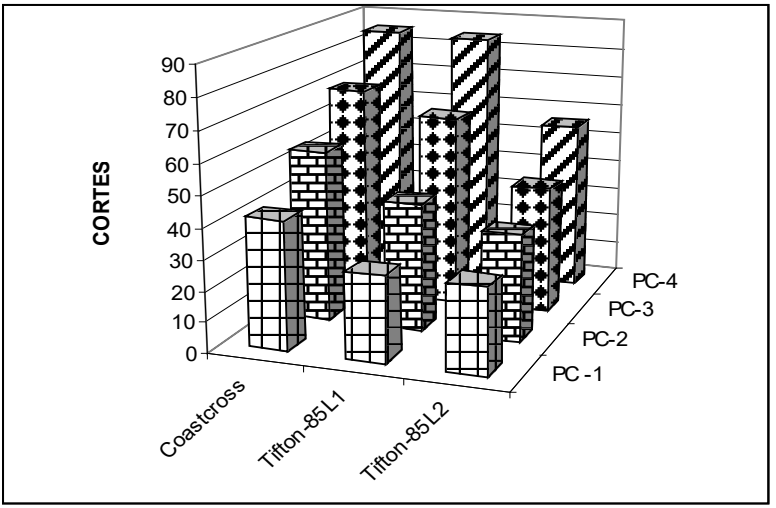


Figura 5 - Cortes de grama em quatro períodos de corte (PC) das forrageiras Coastcross, Tifton85L1 e Tifton85L2 (L=local)



IR PARA SUMÁRIO

Contudo, para se produzir deve-se cuidar tecnicamente de etapas como manejo agrícola para produção de forrageira de qualidade incluindo a escolha da planta forrageira, formação adequada do estande, manutenção da fertilidade do solo, uma vez que a extração de nutrientes é muito elevada, controle de plantas daninhas inclusive, quando necessário o uso adequado do período de carência de herbicidas, identificação do estágio de maturação ideal para corte, previsão climática e planejamento e dimensionamento das áreas de corte; época de corte que pode ser manual ou mecânico (Figura 5), utilizando-se diferentes tipos de equipamentos disponíveis, tais como: alfange, colhedora de forragens, ceifadora/segadora (discos, barra ou tambor), com sistema condicionador ou não.; secagem ou desidratação, fase que requer cuidado para reduzir ou evitar as perdas que podem ser muito elevadas. São utilizados ancinhos afofadores ou arejadores e enleiradores. Pode ser dividida em três etapas como:

Primeira - água de superfície (fase de fácil desidratação, de 80-85% de umidade para 65%);

Segunda - fase de difícil desidratação devido ao fechamento dos estômatos, de 65% para 30% (de umidade) e,

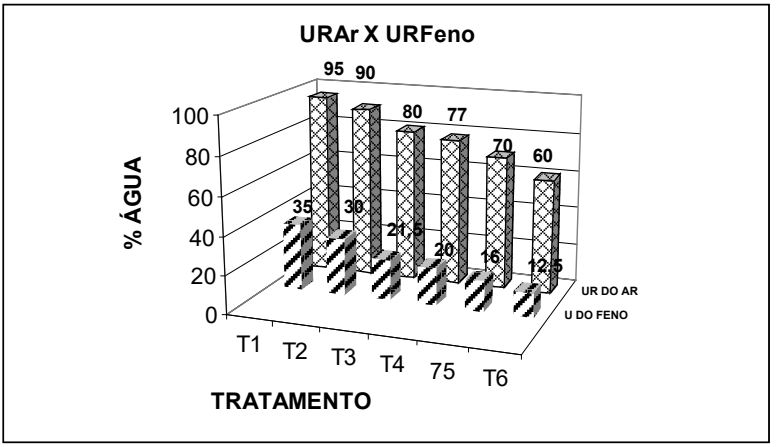
Terceira - fácil desidratação devido à morte das células, reduzindo-se de 30% para 10 a 15% de umidade; recolhimento e armazenamento incluindo enfardamento.

O feno produzido pode ser armazenado a granel ou ser enfardado em fardos retangulares ou cilíndricos de diversos tamanhos. O enfardamento é importante devido à facilidade de manuseio e redução drástica do volume. As perdas nessa fase são menores, porém não menos importantes considerando o produto como fonte de qualidade de alimentação do gado. O valor

nutritivo do feno deve ser compatível com o desempenho animal desejado. Podem ser fornecidos íntegros, picados ou moídos.

Para Euclides e Queiroz (2000) e Neves *et al*., (2011) o principal fator limitante da criação e da sustentabilidade da exploração de bovinos em pasto é a escassez de forragem durante o período de escassez de água. Para minimizar esses problemas é recomendável adotar estratégias de manejo que possibilitam aumento da disponibilidade de forragem durante o período crítico, a fim de permitir que durante a seca tenha-se a mesma lotação animal do período chuvoso. Para evitar maiores problemas no período seco tais estratégias devem ser implementadas durante as águas.

Figura 6 - Variações na umidade do feno (U do Feno) com a variação da umidade do ar (UAr)



Fonte: Adaptado de Euclides e Queiroz, 2000; Euclides *et al*., 2007.

Alternativas disponíveis existem para amenizar esse problema; recomenda-se a produção de feno-em-pé, isto é, forragem acumulada no pasto no período de crescimento da pastagem para uso na época da seca. Esse acúmulo de forragem é obtido

pelo manejo denominado diferimento de pastejo, ou vedação da área, no fim do verão quando ocorrem precipitações meteorológicas em condições sustentáveis. Depois de estabilizado a umidade do feno (Figura 6), ocorre variações ainda nesta característica devido a variação da umidade do ar.

3. RELAÇÃO DO FENO E PRODUÇÃO ANIMAL

Ainda, os sistemas de exploração de bovinos tanto no cerrado como em outros biomas, na sua grande maioria, são baseados em pastagens e quase sempre em sistemas extensivos. Contudo, oscilações na disponibilidade de fatores climáticos ao longo do ano, principalmente quando a atividade agropecuária é realizada sem programação, determinam redução e queda no valor nutritivo, gerando déficit de forragem durante o período seco. A conservação de forragem por meio do processo de fenação é uma alternativa para suprir as deficiências quantitativa e qualitativa da forragem na época da seca. A pecuária tradicional de corte intensiva e, leiteira, principalmente, têm no feno de boa qualidade uma forma de complementação das demandas nutricionais dos animais na época da seca (MORAES; RAMOS, 199l.; MORAES *et al.*, 1991; MORAES *et al*., 1998). Para esses pesquisadores a fenação pode ser realizada em pastos onde há excesso de forragem ou em áreas preparadas com essa finalidade. As vantagens adicionais do feno compreendem a segurança da disponibilidade de mais alimentos no período da seca, aumento estável da capacidade suporte da propriedade, obtenção de forragem de boa qualidade para garantir e necessidade em qualquer mês do ano e aproveitamento do excedente de forragem.

O princípio básico para obter o feno no campo é cortar a forragem, deixá-la desidratar, normalmente no local, procurando manter seu valor nutricional. No preparo do feno é necessário

que a planta tenha reduzido seu teor de umidade entre 10 e 20%. A forrageira quando está na idade ideal de corte, principalmente, se originária de solo adequadamente adubado melhor terá o produto resultante. No planejamento global, visando atender as demandas de alimento do rebanho e do tipo de exploração é fundamental que a espécie forrageira, de modo a se aliarem produtividade e qualidade. Existem diferenças de manejo na fabricação do feno em relação ao gênero da forrageira; isto devido à capacidade de manutenção da abertura ou fechamento dos estômatos. As leguminosas perdem água mais facilmente que as gramíneas e por isso as gramíneas exigem um maior tempo para atingir o grau de umidade exigido pelo feno (HARRIS; TULLBERG, 1980).

Das operações básicas envolvidas no processo de produção de feno principais são corte da forrageira, desidratação e armazenamento. Cada uma dessas operações deve ser acompanhada para obter um feno de qualidade.

Assim, a fenação resume-se na conservação do valor nutritivo da forragem pela rápida desidratação com redução da umidade da forragem fresca de 70 a 80% para 15 a 18%, podendo chegar a 10%) uma vez que a atividade respiratória das plantas, como a dos microrganismos é paralisada quando a disponibilidade de água na forragem é reduzida. O feno é o alimento obtido após a desidratação. Forragens destinadas a produção de feno podem ser obtidas pela conservação do excedente de pasto em áreas de pastejo ou em áreas de exclusiva de cultivos para essa finalidade. A qualidade do feno está associada a fatores relacionados à planta e às condições climáticas durante o processo de secagem e ao sistema de armazenamento empregado (REIS *et al*., 2001).

IR PARA SUMÁRIO ▲

4. FENO E FENAÇÃO

Feno é o alimento conservado através da secagem da forragem verde, de 10 a 15% de umidade, conservando seus nutrientes e maciez, aroma e cor. O uso de feno é poder ser armazenado por longos períodos, com pequenas variações no valor natural. Pode ser utilizado com várias forrageiras. Permite ser produzido em grandes quantidades, podendo também ser produzido em pequena escala. Operações como colheita, armazenamento e oferta aos animais podem ser realizadas manualmente ou em um processo inteiramente ao acaso. Atende o requerimento nutricional de diferentes categorias. As operações envolvidas no processo de fenação incluem escolha da forragem, implantação da cultura, plantio, adubação e fertilidade do solo, corte da planta, revolvimento da forragem ou viragem, enleiramento e enfardamento.

Embora seja uma tecnologia simples consegue-se reservar o excesso de forragem das águas para pastejo direto durante o período crítico de produção de alimento para o rebanho. Esse material pode ser considerado de baixo valor nutritivo, mas há algumas práticas de manejo que permitem aumentar a produção animal durante a seca, recomendadas por Euclides, Queiroz (2000) relata que como a escolha da forrageira adaptada às condições climáticas regionais, a época de vedação, a correção do solo da acidez e da fertilidade do solo de acordo com os níveis críticos necessários para a manutenção da pastagem, o ajuste da lotação animal quando necessário e a suplementação alimentar como complemento da alimentação natural.

a) Escolha da forrageira

Estudos realizados por especialista em nutrição animal têm declarado que nem todas as espécies forrageiras são indicadas para a produção de feno-em-pé. As gramíneas mais indicadas

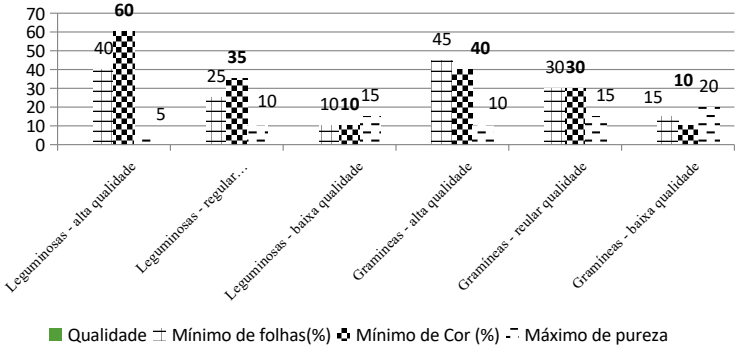
para o diferimento são aquelas que apresentam uma boa retenção de folhas verdes, resultando em menores perdas no valor nutritivo durante o crescimento. Entre elas destacam-se as dos gêneros *Brachiaria*, espécie *Brachiaria decumbens*, do capim-marandu da espécie *Brachiaria brizantha* e várias espécies do gênero *Cynodon* de nomes populares como gramas capim-estrela, coastcross e tiftons e, *Digitaria decumbens* popularmente chamado de capim-Pangola. Em geral essas gramíneas têm hábito de crescimento prostrado podendo ser estolonífero ou decumbente.

Por outro lado, as gramíneas cespitosas tais como as da espécie *Panicum* maximum como o capim Tanzânia, Mombaça e Tobiatã, da espécie *Pennisetum purpureum*, capim-elefante, e da espécie *Andropogon gayanus* como o capim-andropogon quando vedadas por períodos longos apresentam acúmulo de caules grossos e uma baixa relação folha/caule. Portanto, não são indicadas para produção de feno-em-pé.

É importante ressaltar que áreas ocupadas com *Brachiaria decumbens* sujeitas a ataque de cigarrinhas também não devem ser indicadas para o manejo diferido. Como a diversificação de pastagens é uma prática recomendada e, na maioria das propriedades, há áreas indicadas para diferentes espécies forrageiras, recomenda-se que aquelas menos apropriadas para vedação tenham seu uso concentrado na época de crescimento mais intensivo e, de preferência, em manejo rotacionado para permitir melhor aproveitamento da forragem produzida. Por outro lado, as forrageiras mais apropriadas para diferimento devem ser utilizadas menos intensivamente durante as águas e recomenda-se serem vedadas a partir de meados do período chuvoso. As propriedades extensas que cuidam das atividades agropecuárias deveriam ter no mínimo cinco tipos de forrageiras. Dentre elas são encontradas forrageiras de alto valor qualitativo (Figura 7),

outras são mais indicadas para vacas leiteiras, bezerros, vacas solteiras, algumas são melhores para engorda, muitas brotam mais rápido na época da seca, outras são menos exigentes em clima e solo.

Figura 7 - Parâmetros importantes para a produção de fenos de leguminosas e de gramíneas, número de folhas, intensidade de cor verde e pureza



Fonte: Adaptado de Vilela, 2017.

O feno possui algumas vantagens interessantes como pode ser produzido e usado em pequenas e grandes propriedades rurais, de fácil manuseio desde o corte das plantas forrageiras até o transporte dos fardos, tem opções de armazenamento tanto o feno deixado no campo como em locais onde se aloja os fardos, não de pende de processos fermentativos e é bastante comerciável, não se estraga por estar em contato com oxigênio do ar.

Como princípios básicos várias considerações devem ser respeitadas. A relação Ca:P nunca deve passar de 2:1. De modo geral, as regiões carentes em nutrientes, as quantidades a serem aplicadas devem ser a metade da indicada para chegar aos poucos ao nível necessário para a forrageira selecionada. Isto é indicado para Co, Cu, I, Mn e Zn. Quando a região for reconhecida como muito carente deve-se aplicar 100% das doses indicadas.

São exigidos para nutrição animal minerais de alta qualidade que contenham as melhores formas biologicamente disponíveis. Com isso pode evitar a inclusão mínima de sais minerais contendo elementos tóxicos. Tem-se evitado fosfatos que contenham alto teor de flúor (F), ou formular sais para que os animais em reprodução, recebessem não mais que 30-50 mg/kg de F na dieta total. Alguns fertilizantes ou fosfatos não tratados poderiam ser usados com algumas limitações técnicas para o gado confinado. Também alimentos palatáveis são permitidos para o consumo adequado em relação às exigências.

Geralmente os sais para consumo animal são produzidos por fabricantes idôneos com controle de qualidade, e garantias quanto aos valores de etiqueta. Geralmente apresentam um tamanho de partícula aceitável, permitindo uma mistura adequada, sem partículas muito pequenas que acabam sendo perdidas. Para controle da solubilidade o tamanho das partículas é controlado. Esses formulados são preparados para uma determinada área, nível de produtividade animal, ambiente principalmente para fatores de temperatura, umidade, dentre vários, na qual poderão ser utilizados, e serem tão econômicos quanto possível.

b) Época de vedação

A época de vedação do feno é relacionada, teoricamente com os processos de colheita da forrageira madura que apresenta o maior crescimento e consequentemente a maior produção de massa seca ou quando se tem o feno em pé, a vedação do feno em campo é realizada desde a época de isolamento do pasto até o momento em que se precisa de massa seca para complementação nutricional do animal na época de meses sem chuva (PEREIRA *et al.*, 2009). Contudo deve considerar dois processos de vedação de pastos; vedação única e vedação escalonada.

b.1) Vedação única

Toda a área para produção de feno deve ser vedada no final da época chuvosa para ser utilizada durante todo o período seco, coincidindo com o período em que a forrageira apresenta crescimento quando intenso e maior rendimento de forragem. Como resultado, é possível obter acúmulo de grande quantidade de massa, embora sendo de baixa qualidade (Figuras 8 e 9). Tem-se explicado o baixo valor nutritivo do material diferido uma vez que a sua qualidade é inversamente relacionada com o período de vedação da pastagem.

FIGURA 8 - Disponibilidade de matéria (kg/ha) das forrageiras decumbens (*Brachiaria decumbens* e do capim-marandu, *Brachiaria brizantha*, vedados no final de janeiro e utilizadas de junho a setembro

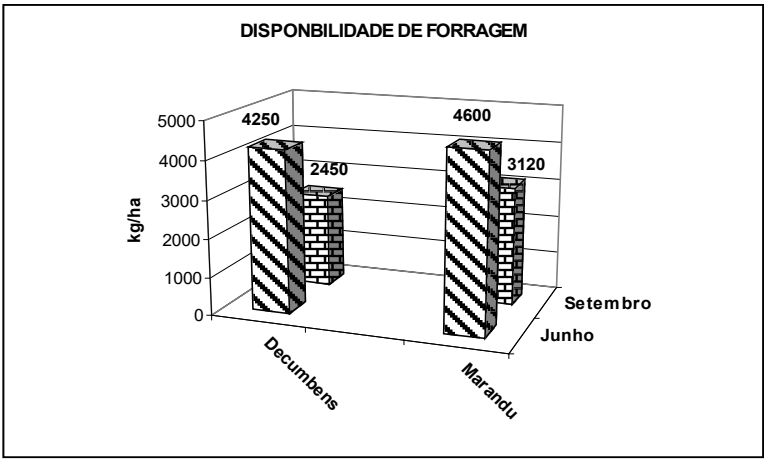
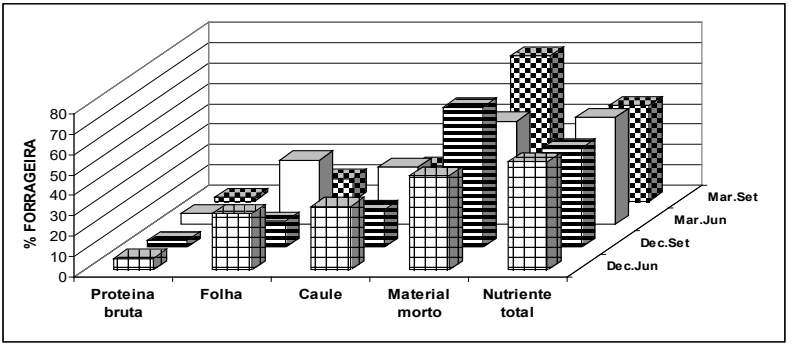


FIGURA 9 - Composição das forrageiras Decumbens (kg/ha) (*Brachiaria decumbens* (Dec.) e do capim-marandu, *Brachiaria brizantha*), (Mar) vedados no final de janeiro e utilizadas de junho (Jun) a setembro (Set)

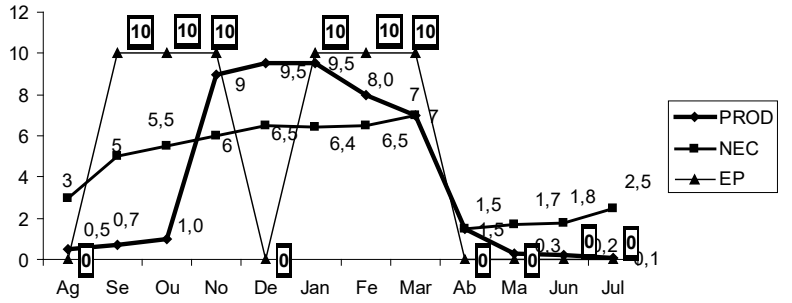


b.2) Vedação escalonada

Comparando a prática com a do método de manejo extensivo, apesar de requerer manejo mais complexo, esse processo resulta na obtenção de forragem de melhor qualidade, devido aos períodos de vedação são menores ou realizados em épocas de menor crescimento da planta. Assim, a vedação escalonada permite controlar melhor a qualidade do feno-em-pé, isto é, o uso de forragens diferidas com menor período de crescimento da forrageira (Figura 10).

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura10 - Meses em que se produz mais massa seca (PROD), maior necessidade do rebanho (NEC), estação de parição (EP) e estação de monta (EM)



Fonte: SANTOS (2016) e adaptado de REIS (2004).

Para conciliar maior produção com melhor qualidade, recomenda-se a vedação escalonada das pastagens uma vez que 40% da área de pastagem destinada ao feno-em-pé no início de fevereiro, para começo de utilização em meados de abril-maio a fins de junho a agosto no Brasil Central e 60% do restante no início de março, para utilização de agosto a meados de outubro. A área de pastagem vedada em meados do período chuvoso deverá ser menor do que a vedada no final do período chuvoso porque a pastagem deverá apresentar maior produção de forragem por ter sido vedada em período mais favorável ao crescimento da forrageira.

Adubação de reposição em capineiras e prados para produção de feno

Embora tecnicamente as forrageiras devessem ser tratadas como a maioria das culturas produtoras de grãos, apenas pequenas áreas com pastagens recebem os tratos necessários para as forrageiras expressarem todo o potencial produtivo. Mesmo assim, tem havido um relativo progresso, ressaltando o esforço

dos profissionais da área os índices de produção merecem ser melhorados.

Considerar que além da necessidade do uso de pastagens tropicais para a produção de ruminantes é necessário manter a área livre de pragas, programar o uso racional de nutrientes, considerando as necessidades regionais dos solos, a necessidade da planta, uso de adubações de formação e de manutenção e a escolha de forrageiras de alto potencial produtivo (ALCÂNTARA *et al*., 1993). A grande diversidade de tipos de solos do Brasil, em relação a sua fertilidade natural influencia a produção de forragem. Muitos solos são intemperizados e apresentam baixos teores de fósforo disponível. O fornecimento desse nutriente é essencial, principalmente na fase inicial de estabelecimento da pastagem, pois proporciona condições favoráveis ao desenvolvimento de raízes e ao perfilhamento (WERNER, 1986; LOBATO *et al*., 1994). Com aumento nas produções de matéria seca (MS) e de proteína bruta (PB) na fase de estabelecimento da maioria das forrageiras.

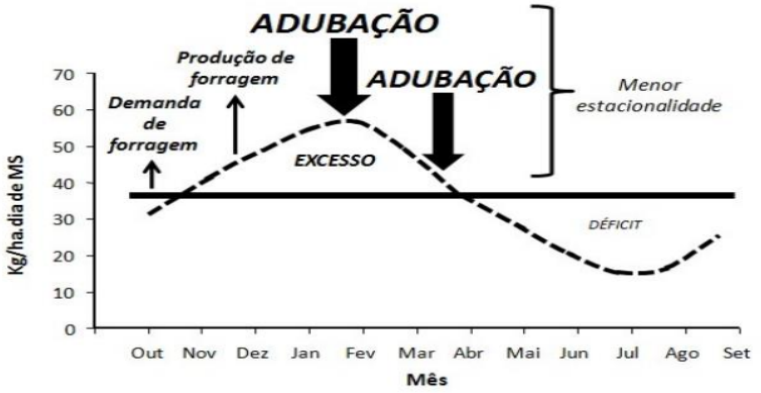
A adubação nitrogenada influencia a produção de MS, matéria seca, o teor e a produção de proteína bruta (PB) da forragem. O nitrogênio é o nutriente mais influente para a produção de MS em pastagens já estabelecidas. O aumento da produção de forragem coma aplicação de N (nitrogênio) ocorre de forma linear e crescente. O potencial de resposta das gramíneas forrageiras à adubação nitrogenada é um aspecto importante na escolha de cultivares para sistemas intensivos. Deve-se dirigir o manejo para o aproveitamento racional da forragem, adequando a frequência, a intensidade e a época de pastejo aos ganhos por animal e por área, evitando perdas no valor nutritivo da forragem. Todavia é fundamental o balanço entre os nutrientes no solo, o qual pode interferir nos benefícios da adubação. As relações ina-

dequadas dos nutrientes, ou desequilíbrio dos minerais no solo podem interferir de maneira prejudicial na nutrição mineral das plantas, e consequentemente, limitar a produção de forragem.

As perdas de matéria seca (MS) nas pastagens podem representar o resultado do acúmulo de material seco advindo das partes vegetais, senescidas naturalmente, além do material verde, correspondente aos perfis vivos, ou parte deles, quebrados ou tombados, devido à ação direta dos animais na pastagem. As perdas por aumento do pisoteio reduzem o aproveitamento da MS produzida.

Efetuar, após cada corte, uma adubação estimada pela quantidade de material removido (Figura 11) que possui, em média, 2% de N, 0,4% de P_2O_5 e 1,5% de K_2O. Como exemplo, para uma remoção de 4,0 t de matéria verde por hectare, aplicar 80 kg de N/ha, 16 kg de P_2O_5/ha e 60 kg de K_2O/ha. Esta reposição deve ser feita imediatamente após a retirada da forragem. Aplicar também anualmente dois kg de $Zn.ha^{-1}$.

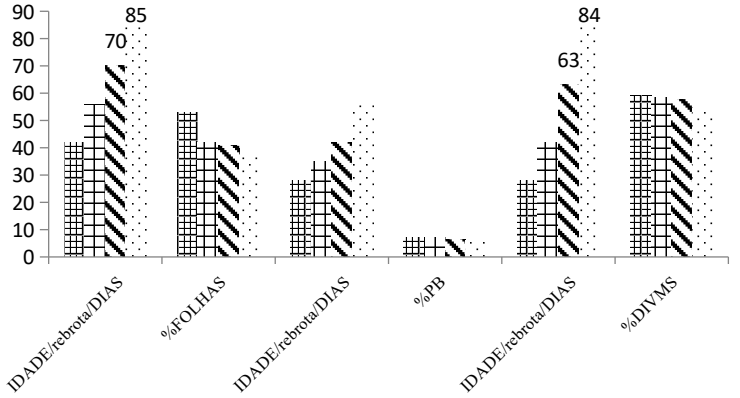
Figura 11 - Adubação nitrogenada e produção de matéria seca (MS)



Fonte: USP - FAZEA (2016).

O conhecimento do ciclo de crescimento e desenvolvimento da forrageira cultivada para a produção de feno apresenta determinado ponto em que a planta exterioriza seu máximo potencial de produção de alimento com as qualidades alimentares preservadas para consumo animal.

Figura 12 - Representação de idade de plantas (Coast cross e Tifton 85) e quantidade de folhas das mesmas duas espécies de forrageiras na rebrota com os maiores valores em idade superior a 80 dias. Pouca variação das concentrações de proteína bruta (PB) e na digestibilidade in vitro (DIVMS)



Fonte: (Jobim e Gonçalves *et al*. (2003), Pereira; Reis (2001), Ataíde Júnior *et al*. (2000).

As forrageiras quase sempre têm sua produção de matéria seca prejudicada nos meses de baixa precipitação. Conhecendo o comportamento da planta produtora de matéria seca, realizar uma adubação de manutenção no final da época das águas, que a planta irá responder com o aumento da produção de massa seca de qualidade superior à obtida aquela produzida nas áreas onde não foi realizada a adubação de manutenção. A idade da planta é muito importante para obter um feno de qualidade (Figura 12).

Como recomendação geral o corte das plantas maduras deve ser realizado entre 5 e 10 cm acima da superfície do solo. O in-

tervalo de corte deve variar entre 4 e seis meses dependendo se os cortes ocorrerem entre meses secos ou chuvosos. O corte deve ser de manhã após a evaporação do orvalho.

Assim, a produção de forragem de qualidade pode estender por períodos mais longos. Por outro lado, fazer a correção do solo após as épocas necessárias, em lugar de favorecer a planta, pode-se observar redução da produtividade.

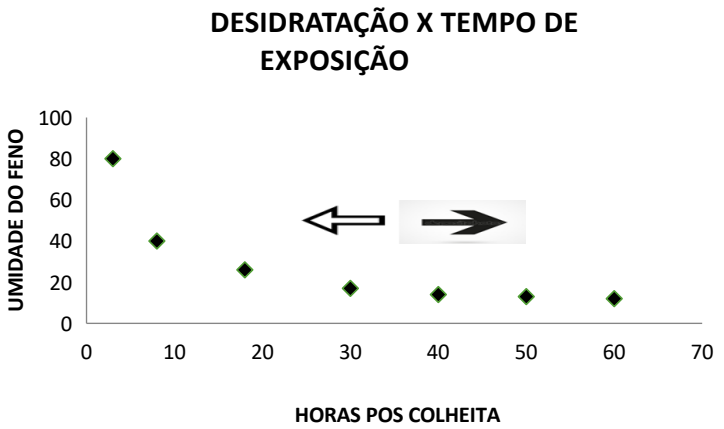
Caso seja adicionado esterco ou cama de curral à capineira reduzir as doses de nitrogênio e de potássio. Para vedação recomendam-se aqueles pastos formados em áreas mais férteis ou que foram recém-recuperados, ou seja, pastagens bem formadas e mais produtivas. Pastagens produtivas, em região de Cerrados, requerem solos com 35-40% de saturação por base, 3-5 ppm de fósforo, embora alguns pesquisadores recomendam 10-12 ppm de fósforo, e 60-65 ppm de potássio. Nessas condições, para aumentar a produção de forragem, deve-se aplicar de 100 kg a 200 kg de uréia ou 200 kg a 400 kg de sulfato de amônio em cobertura, na data da vedação.

5. DESIDRATAÇÃO DO FENO

A desidratação consiste em uma operação de elevada importância na qualidade do feno. Essa fase é caracterizada pela escolha da forrageira, conhecimento das condições de clima vigente e o tempo gasto nesta etapa. O campo é o local onde ocorrem as desidratações, acompanhado de movimentação do material, que sob revolvimento manual ou com ancinho de tração mecânica acontecem as operações de enleiramento e distribuição do material vegetal para secagem.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 13 - Dinâmica de secagem da forrageira pós - colheita



Fonte: Adaptado de Jones and Harris, 1979.

De zero a 30 horas o grau hidratação chega a valores superiores a 1 g de água/ por grama de MS/hora. Após 30 horas a hidratação ocorre na proporção de 0,01 g/g de MS/hora.

Se o material tomar chuva esse deve ser dividido em pequenas leiras para acelerar a desidratação. O ponto feno é conseguido quando o material apresentar umidade entre 10 e 15% (Figura 13). Esse ponto é conhecido quando se dobra, por exemplo, uma folha ou outra parte qualquer e ela não voltar mais a sua forma anterior.

Caso em que o material cortado permaneça no campo por uma noite é aconselhável que se enleire e que faça leira pela manhã do outro dia para evitar o efeito orvalho. Essas operações devem aprimorar a homogeneidade da umidade do produto (COSTA; GOMIDE, 1991).

Esse comportamento da folha, reflete a alta umidade que a folha contém e o período de desidratação deve ser prolongado. A baixa umidade reflete a qualidade do feno. Em caso de alta

umidade, o feno produzido armazenado pode sofrer combustão. O feno pode apresentar fungos patogênicos que resultam em transtornos digestíveis e intoxicação do animal que o consome e, aborto nas fêmeas. Dentre todos os problemas prefere-se a perda de qualidade pelo excesso de secagem.

6. AJUSTE DA LOTAÇÃO ANIMAL-ALIMENTO

Com todo o esforço técnico para reduzir o efeito do clima sobre a variação da produção de massa seca das forrageiras, principalmente na época da seca mesmo com uso de irrigação, ainda existe teoricamente uma falsa convicção de que o clima é um empecilho para produção de feno. Para todas as condições ambientais existem forrageiras produtivas e adaptadas aos fatores adversos do clima. Ainda, cada vez mais, os estudiosos, em trabalhos de pesquisa vêm estudando novos materiais produtivos e qualificados para manter o ganho de peso dos rebanhos em qualquer época do ano. Associado à produção é necessário um manejo adequado, finalidade da produção, raça animal, frequência alimentar, cuidados coma a limpeza, e programas de manutenção da saúde animal, infra-estrutura adequada para transporte, uso de mão de obra com conhecimentos básicos de manejo animal, dentre vários outros fatores.

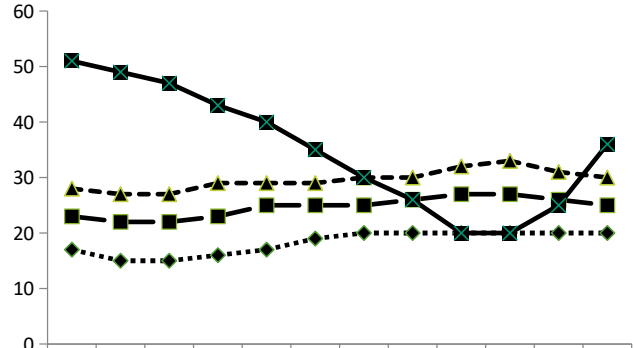
Quando se trata de feno há necessidade de uma programação precisa e detalhada, tanto em relação às condições climáticas, quanto ao dimensionamento dos equipamentos e das áreas a ser cortadas para obtenção de fenos de boa qualidade. Os melhores períodos para fenação são os períodos de baixa ou ausentes de chuvas mesmo considerando que é possível produzir feno em qualquer época do ano com mais ou mens volume de trabalhos e cuidados necessários para produzir fenos de qualidade.

As condições climáticas brasileiras apresentam uma variação de clima e condições que nem sempre são essenciais para um manejo simples, mas mesmo em condições adversas é possível produzir um feno palatável e nutritivo, seja sob as condições úmidas Amazônia, condições áridas do Nordeste, condições de clima temperada do Sul e ação do clima controlado pelos ventos, de mata, das montanhas e das mudanças climáticas constantes do Brasil Central.

Dentre os fatores a observar incluem a velocidade do vento, temperatura (Figura 14) e umidade relativa do ar são parâmetros climáticos importantes para sistemas de produção de feno para a manutenção do número de animais (Figura 15) bem nutridos. Muitas vezes os inúmeros dias que, mesmo sem chuva que deveriam ser pelos menos 50 %, continuam sendo inadequados para produção de feno. Em referência à secagem artificial, embora diminua a interdependência do clima, ainda é considerada, economicamente, pouco indicada, devido ao alto custo energético no Brasil e ao relativo baixo valor nutritivo de muitas forrageiras.

IR PARA SUMÁRIO ▲

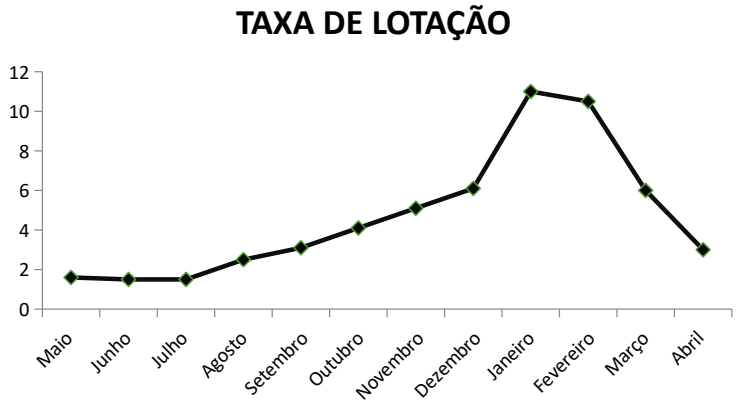
Figura 14 - Temperaturas máxima, média, mínima (Tª= temperatura média mensal) e dias de descanso indicados para uso animal do capim Tanzânia



	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr
Tª mínima	17	15	15	16	17	19	20	20	20	20	20	20
Tª média	23	22	22	23	25	25	25	26	27	27	26	25
Tª máxima	28	27	27	29	29	29	30	30	32	33	31	30
D.descanso	51	49	47	43	40	35	30	26	20	20	25	36

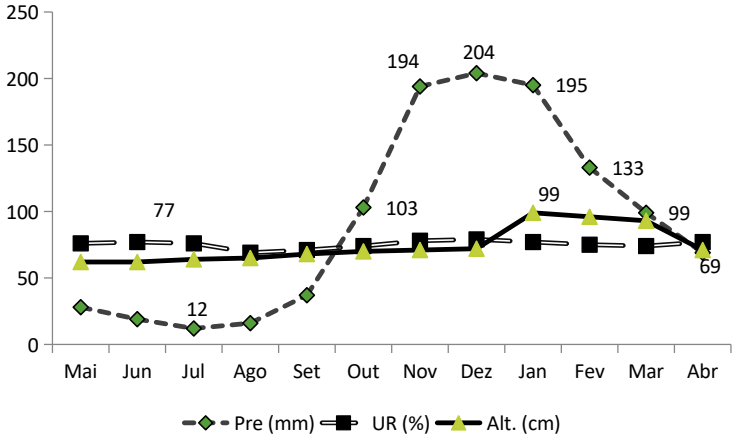
Fonte: GEFEP, 2016, Lima *et al.*, 2012.

Figura 15 - Variação da taxa de lotação média de animal bovino durante o ano em pasto de capim-elefante e capim-Tanzânia em função da produção de matéria seca



Fonte: GEFEP, 2016.

Figura 16 - Precipitação pluviométrica (Pre), umidade relativa (UR) e altura (Alt) de planta



Fonte: Adaptado de Lima *et al*., 2012.

Nas regiões de clima temperado (Figuras 15 e 16) cultiva-se plantas forrageiras ricas em proteína como o feno e a alfafa. Eventualmente para um mesmo rebanho faz-se, de acordo com a época, um consumo alternativo destas duas espécies.

Baseado em produção de 5,6 t/ha de matéria seca no início do período de utilização e a quantidade de forragem reservada para cada animal seja de 2 a 2,5 vezes maior que o consumo por unidade animal que consome quantidades entre 10 e 15 kg de MS.dia^{-1} por UA, em 150 dias necessitaria de 2x10 x 150 = 3 toneladas para passar o período seco. Se consumisse 2,5 vezes mais de MS/UA, em 150 dias necessitaria de 2,5 x10 x 150 dias = 3,75 toneladas.

Dessa forma, se consumisse durante o período seco de150 dias 15 kg de MS/dia/UA consumiria 2 x 15 x 150 = 4,5 toneladas, Ainda se consumisse 2,5 vezes 15 kg de MS.dia^{-1} por UA

durante 150 dias necessitaria produzir 5,6 toneladas de MS para todo o período seco de cinco meses.

Considerando uma propriedade de 200 hectares com o objetivo de alimentar bezerros de peso 225 kg/animal= 0,5 UA pode-se calcular:

3 toneladas produzidas de MS em feno por ha/150 dias equivale a quantidade diária de 20 kg de MS distribuída no período da seca. Cada animal de 0,5 UA alimenta com 10 kg de MS/dia que é o produto de 5kg de MS x o fator 2. Assim a quantidade 20 kg de MS seria o suficiente para 2 bezerros de 225 kg cada. Em 150 dias, 3 t daria para alimentar 2 animais por hectare com a produção de feno. Considerando uma fazenda com 200 hectares para fazer feno. O feno produzido daria para alimentar 2 animais por hectare e total de MS produzida nos 200 hectares daria para 400 animais.

Se considerar que cada animal pudesse consumir 5 kg de MS/dia e o fator fosse 2,5; por dia seria consumido (5kg x 2,5 = 12, 5 kg). No final de 150 dias com 3 t de MS disponível, alimentaria 1,6 animais por hectare. Em 200 hectares teria alimento para 320 animais.

Considerando que o pasto produzisse 4 t/ha e o fator fosse 2. O cálculo seria 4000 kg/150 dias teria disponível 26,6 kg para ser gasto por dia. Como cada animal de 0,5 UA consumiria por dia 5 kg de MS x fator 2= 10, então por ha ficaria 2,66 animais. Em 200 hectares 200 x 2,66 = 532 animais ficariam supridos de volumoso nos 200 hectares de pasto da propriedade rural.

Ainda considerando que o pasto produzisse as mesmas 4 t/ha e o fator fosse 2,5. O cálculo seria 4000 kg/150 dias teria disponível 26,6 kg para ser gasto por dia. Como cada animal de 0,5 UA consumiria por dia 5 kg de MS x fator 2,5 = 12,5, então por ha

ficaria 2,12 animais. Em 200 hectares 200 x 2,12 = 414 animais nos 200 hectares de pasto da propriedade rural.

Se o pasto produzisse 5 t/ha e o fator fosse 2. O cálculo seria 5000 kg/150 dias teria disponível 33,3 kg para ser gasto por dia. Como cada animal de 0,5 UA consumiria por dia 5 kg de MS x fator 2 = 10, então por ha ficaria 3,33 animais. Em 200 hectares 200 x 3,33 = 666 animais nos 200 hectares de pasto da propriedade rural.

Se a produção de matéria seca fosse 5 toneladas e fator fosse 2,5; o cálculo seria 5000/150 =33,3; 33,3/12,5 = 2,66; 266 x 200 = 532 animais nos 200 hectares.

Tem-se considerado que a produção de MS por hectare varia entre 3 a 5 toneladas. O consumo por cada unidade animal (UA = um animal de 450 kg) está em torno de 10 kg dia. Para considerar que devido as perdas e o desenvolvimento dos animais deve-se multiplicar por um fator que varia entre 2 e 2,5 para segurança de cálculo.

7. SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR DO REBANHO

Mesmo utilizando o manejo de vedação correto, essas pastagens apresentam uma boa disponibilidade de forragem, entretanto, seu valor nutritivo é baixo. Dessa forma, a vedação das pastagens deve estar sempre associada a algum tipo de suplementação alimentar (OLIVEIRA, 2015) tais como o sal mineral enriquecido com ureia, a mistura mineral múltipla e o concentrado energético-proteico. Para esse tipo de manejo é importante.

IR PARA SUMÁRIO

Tabela 1 - Nutrientes deficientes em diferentes estados da federação

ESTADOS	NUTRIENTES DEFICIENTES
Amapá	Mn, Co . Cu
Amazonas	P, Co , Cu
Bahia	P, Co , Zn
Espírito Santo	P, Co , Mn
Goiás	P, Cu, I , Zn , Fe
Maranhão	P, Co, Cu, Zn
Mato Grosso	P, Co , Cu , Mn , I , Na , Se , Zn
Mato Grosso do Sul	P. I , Co , Se , Zn , Fe , Mn
Minas Gerais	P. Co , Cu , I , Zn
Pará	P, Co , Cu
Piaui	P, Co , Cu , Mn , Zn
Rio Grande do Sul	P , Cu , Mn , Se
Rio de Janeiro	P . Co , Cu , Mn , Zn
Roraima	P , Co , Zn , Se
Santa Catarina	Mn , Co , Cu
São Paulo	P . Co , Se

Fonte: Tocarnia *et al.*, 2000.

Que as áreas escolhidas sejam de fácil acesso. Esta tecnologia equilibra a nutrição mineral proveniente de feno de forrageira cultivada em solos deficientes em nutrientes minerais (Tabela 1), com influência no desenvolvimento (Tabela 2) e rendimento dos animais (Tabela 3) (BARBOSA; GRAÇA, 2017).

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 2 - Deficiência, excesso e desequilíbrio de nutrientes e parâmetros reprodutivos

PARÂMETRO	DEFICIÊNCIA	EXCESSO	DESEQUILIBRIO/ REPRODUTIVO
Abortos, natimortos e bezerros debilitados	Energia,PB, I, Se, Ca, P, Mn, Cu, Vit. A, D e E.	≈	≈
Anestro e redução nos sinais de estro	Energia, PB, P, I, Mn, Co, Vit.A	F	≈
Baixa concentração e mortalidade. embrionária de precoce	Energia, PB, I, Mn, Vit.A	PB, PDR	PB/energia
Distocia e complicações uterinas	Energia, Ca	Energia, P, CA	Cátion-aniônico
Puberdade e maturidade sexual	Energia, PB, Se, I, P, Ca, Co, Cu, Mn, Vit. A e E	Mo, S	Cu/Mo- S
Distúrbios metabólicos que afetam o desempenho reprodutivo	Energia, Se, I, Mg, P, Ca, Vit. E.A e D	Energia, PB, Ca. P	Cátion – aniônico

Fonte: Santos 1998, citado por Dias, 2010.

PB = proteína bruta, PDR = parâmetro de desequilíbrio reprodutivo.

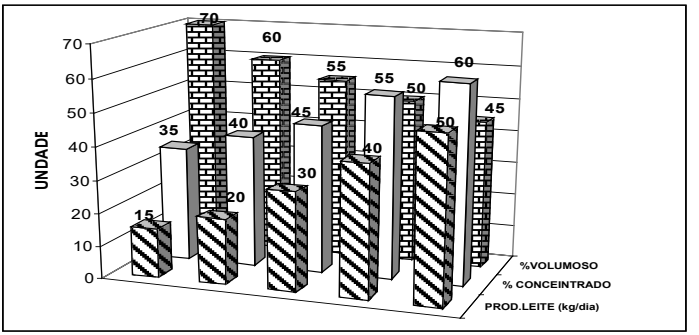
Tabela 3 - Dados comparativos entre suplementos minerais e sal comum

PROBLEMAS	SAL COMUM	MISTURA MINERAL
Aborto (%)	9,3	0,75
Nascimeno/ano (%)	50	67
Mortalidade até o desmame (%)	22,6	10,5
Bezerro desmamado no total do rebanho(%)	38,4	60
Peso na desmama –9 meses (kg)	117	147
Ganho de peso/172 dias (kg)	86	147
Ganho médio diário (g)	150	247
Kg bezerro/vaca/ano	44,9	88,2

Fonte: McDowel, 1999.

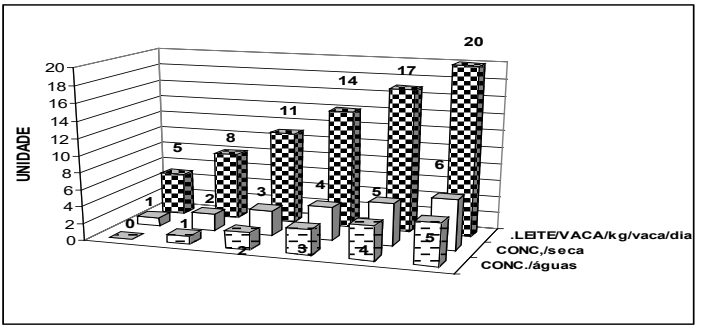
A combinação de feno-em-pé com a suplementação alimentar durante o período seco (Figura 17), associada à utilização de forrageira de alta produtividade durante o verão, resulta em grandes aumentos de produtividade (Figura 18). Algumas informações devem ser observadas, (Detmann *et al*. (2014), quando se necessita adquirir os produtos para complementar a dieta animal (em função das deficiências locais de uma propriedade que cuida da atividade agropecuária (Tabelas 2 e 3).

Figura 17 - Relação percentual de volumoso e concentrado para vacas leiteiras com diferentes potenciais de produção



Fonte: Adaptado de Carvalho *et al*., 2003.

Figura 18 - Produção de leite, aplicação de concentrado nas águas e nas secas para vacas leiteiras em relação ao valor médio da produção animal



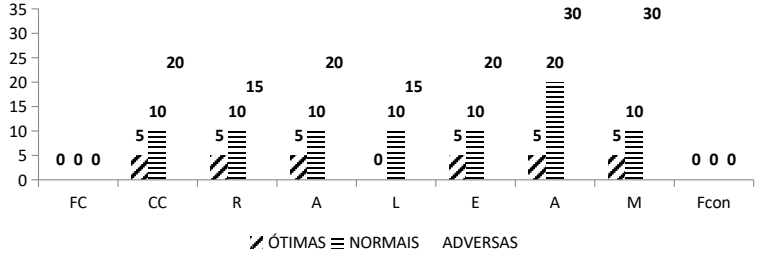
Fonte: Adaptado de Carvalho *et al*., 2003.

8. ARMAZENAMENTO DO FENO

O feno tradicional sempre foi depositado e prensado em fardos de diferentes formatos e guardados em locais ou galpões protegidos de chuva, fogo e animais. Com o aparecimento do feno em pé, a forrageira fica mesmo no campo em pasto protegido por cercas e só aberto quando houver necessidade de colocá-lo à disposição de animais.

O feno após colheita quando protegido, embora mais pobre em composição que a forrageira natural, guarda ainda muitas qualidades necessárias para complementar a ração do animal. O sorgo em pé, à revelia do clima e animais livres quase sempre perde muito da qualidade desejada. Contudo, os animais consomem os dois tipos quando falta alimento livremente disponível. Ambos os fenos seja o trabalhado até o armazenamento quanto o feno em pé apresentam perdas quantitativas (Figura 19).

Figura 19 - Perdas percentuais comuns corridas no manejo da produção de feno



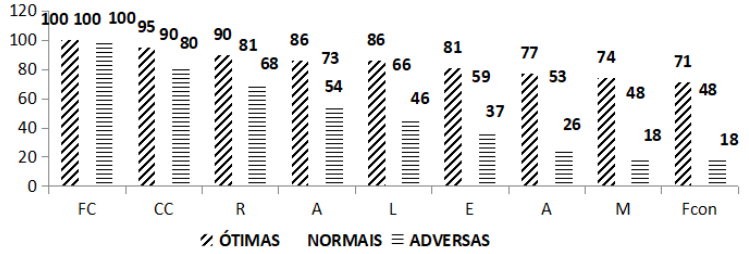
Fonte: Adaptado de Macdonald e Clark (1987) citados por Reis (1996, 2003).

FC = fontes de perda, CC = corte/condicionamento, R = respiração, A= ancinho, L = lixiviação. E = enfardamento, A = armazenamento, M = manuseio e Fcon = forragem consumida.

A regra geral que o feno fosse colocado em lugar apropriado, vedado e com a reduzida probabilidade de ser atacado por fatores externos degradadores do material original (ROTZ *et al.*,

1995). Essa norma nem sempre é respeitada uma vez que o custo é muito alto para um produtor que não tem recursos necessários para investir em curto espaço de tempo. Em função da capacidade de investir na atividade a exploração agropecuária inicia com manejo apropriado incluindo divisão de pastagem e feno em pé, dentre várias outras técnicas. Contudo, mesmo utilizando técnicas ocorrem perdas (Figura 20).

Figura 20 - Percentuais de feno produzidos disponíveis aos animais no manejo da produção de alimento para o gado após as operações necessárias de transformação considerando o corte até o manuseio até o consumo



Fonte: Macdonald e Clark (1987), citados por Reis (1996).

FC = fontes de perda, CC = corte/condicionamento, R = respiração, A= ancinho, L = lixiviação. E = enfardamento, A = armazenamento, M = manuseio e Fcon = forragem consumida.

Os fardos por muito tempo apresentavam dimensões de 0,4; 1,0 e 0,3 m de largura, comprimento e altura, pesando entre 90 e 100t kg. Atualmente as enfardadeiras podem ser ajustadas e fazer fardos de até 500 kg.

Os trabalhos de fenação devem ser realizados em época de menor incidência de chuvas que embora não inviabiliza as operações, mas o material final perde muito em qualidade em caso de chuvas continuadas (RAYMOND *et al*., 1991).

O ponto de feno ou seja a umidade ideal para armazenamento depende muito da umidade relativa do ar e em condições favoráveis para a confecção do feno exigindo um mínimo de 48 horas

para completar a desidratação da forragem (MORAES; RAMOS, 1998; MOSER, 1995).

9. PERDAS NO MANEJO DO FENO

A queda de produção de forrageira da época chuvosa para a produção na seca é significativa na atividade agropecuária. Enquanto a produção das águas suporta até quatro UA, isto é animais de 450 kg por hectare, a mesma área não consegue produzir uma UA.

O manejo intensivo das pastagens exigido no período da seca requer a utilização de altas taxa de lotação, o que resultam em maior defasagem na oferta de alimentos para os animais em pastejo no período carente em água. Desse modo, a conservação de forragem, como feno, é imperativo para a manutenção do potencial produtivo dos sistemas que tem por base a utilização de forragem.

Para isso, a atividade agropecuária requer um planejamento. A fenação é uma atividade de suma importância nos sistemas de exploração intensiva de plantas forrageiras para a produção animal nas regiões de clima tropical. A eficiência do processo depende de inúmeros fatores, destacando-se as espécies forrageiras, conhecimento das condições climáticas, utilização de equipamentos compatíveis com as espécies, avaliação da fertilidade do solo, manejo adequado das culturas e utilização de aditivos para preservação da qualidade dos fenos. A criteriosa observação da época de corte e o recolhimento da forragem com conteúdo de umidade que evite o desenvolvimento de microrganismos podem garantir a qualidade sanitária dos fenos.

Contudo, em condições de secagem e de armazenamento adversas o risco de contaminação dos fenos com fungos é elevado, e muitas é necessário o uso de aditivos. A utilização de aditivos

para conservação de fenos enfardados com alta umidade deve ser considerada em relação aos aspectos econômicos. O custo da aquisição e aplicação dos aditivos deve ser menor do que o valor da forragem que se perderia com o uso do produto químico. Ademais, em se tratando de animais de alto padrão genético, é necessário o fornecimento de feno de alto valor nutritivo, isento de microrganismos que possam produzir toxinas prejudiciais à saúde dos mesmos. As exigências dos mercados em relação à segurança alimentar têm por base a produção de forragens isentas de substâncias que possam contaminar os produtos de origem animal, além de considerar os aspectos de manejo e bem estar dos animais. Neste sentido, a adoção de sistemas de produção e conservação de forragem requer a avaliação criteriosa das diferentes etapas com vistas a garantir a qualidade nutricional e a sanidade dos volumosos a serem utilizados pelos animais.

9.1 Perdas durante a secagem

O período entre o corte de forrageira até a sua desidratação, embora considerado pequeno, para a produção de feno quando a forragem permanece no campo, sofre alterações acentuadas em sua composição química e atividade fisiológica. Como atividades fisiológicas são consideradas aquelas corridas no protoplasma ou porção viva da planta, ou seja, no simplasto, enquanto o apoplasto, classificada como porção não viva, tal como a parede celular, uma vez formada, não possui atividade fisiológica intrínseca. Nestas atividades incluem as perdas de nutrientes que se iniciam imediatamente após o corte, e algumas alterações bioquímicas, como a respiração celular e a oxidação de vitaminas e lixiviação de compostos nitrogenados que são inevitáveis durante a secagem. Desta forma, a remoção resulta na diminuição

das perdas decorrentes destes processos fisiológicos (MUCK; SHINNERS, 2001, COLLINS; OBLENTZ, 2007).

Ainda no recolhimento do feno perde-se ocorrer perdas devido à altura do corte da forrageira; perdas devido a respiração e fermentação ocorridas pelo prolongamento do período de secagem; perdas por lixiviação ocorridas pelo decréscimo na diminuição nos teores de compostos solúveis; perda de folhas devido ao manuseio durante o preparo da forragem e perdas no recolhimento por deficiência na colheita da planta forrageira.

Tecnicamente muitas perdas podem ser controladas a não ser a ocorrência de chuvas inesperadas. Contudo as enzimas hidrolíticas respiratórias podem ter suas atividades ativas mesmo sob condições letais como redução de água nas células. Ao mesmo tempo a respiração celular cessa quando o teor de água da planta atinge valores abaixo de 35 a 40% (REES, 1982; ACDONALD; CLARK, 1987). Caso a forrageira permanecer respirando pode ocorrer perda de carboidratos solúveis de alta digestibilidade resultando assim em redução da qualidade do feno. Gordura e proteína podem ser usadas no processo de respiração quando se esgotam (COUTINHO *et al*., 2000, 1977).

O processo de fermentação pode ocorrer no campo em resposta às más condições do tempo de secagem devido o prolongado em função das condições climáticas inadequadas para a desidratação. As perdas devido à ocorrência de chuvas durante a secagem no campo podem chegar a mais de 30% da matéria seca (MS), principalmente às relativas aos teores de compostos solúveis altamente digestíveis.

Os fatores que afetam as perdas por lixiviação estão relacionados com a quantidade, intensidade e duração das chuvas. A perda do teor de água da planta no momento da chuva, maturidade da planta, relação folha/caule, densidade da camada de forragem, es-

pécie forrageira e o tratamento da planta no momento do corte e condicionamento, influenciam acentuadamente as perdas de MS (MOSER, 1995; MUCK; SHINNERS, 2001). O período de secagem deve ser contínuo para evitar prolongamento da atividade celular e continuidade do processo respiratório, lixiviação de compostos solúveis, redução do manuseio excessivo reduzindo a perda indireta de folhas pela manipulação do feno, criar condições apropriadas para o desenvolvimento e crescimento de microrganismos de fermentação no campo. As células mortas no final da secagem e a membrana celular da forragem podem sofrer maiores perdas devido à ocorrência de chuvas (ROTZ, 2001, 1995). A forragem que acumulou água de chuva, para completar a secagem deverá sofrer processamento intenso no campo, o que pode resultar em aumento nas perdas mecânicas.

9.2 Perdas de carboidratos solúveis

As perdas de carboidratos solúveis ocorrem na forragem cortada exposta ao ar são devidas principalmente à respiração e fermentação. Esses carboidratos são bastante digestíveis e a perda de valor nutritivo é considerada mais importante do que a perda de matéria seca total isoladamente. Dentre os carboidratos solúveis que se perdem incluem frutose, sacarose e frutosanas. A redução desse do teor de frutosana, de acordo com Sullivan (1973) é menor que nos conteúdos de hexoses. As perdas de carboidratos solúveis são responsáveis pelas maiores alterações nos conteúdos nos teores de ácidos orgânicos. Além disto, durante a secagem, em decorrência da atividade respiratória, resulta em decréscimo nos conteúdos de carboidratos solúveis, contudo, proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina não são afetadas pela respi-

ração, podem aumentar em termos proporcionais, uma vez que os resultados são expressos em percentagem.

9.3 Compostos nitrogenados

Algumas perdas de compostos nitrogenados através da conversão da proteína em formas mais simples de nitrogênio não protéico (NNP) solúvel podem ocorrer durante a secagem do feno seco ao ter aumento no teor de umidade. O desdobramento da proteína na presença de umidade é muito rápido, e a extensão da degradação é influenciada pelo tempo de secagem (MOSER, 1995).

As perdas de compostos nitrogenados, pela ação de chuvas, são menores que as de carboidratos solúveis como resposta à perda de folhas. As enzimas que hidrolisam as proteínas vegetais, ainda ativas durante a secagem, e os teores de N total solúvel aumentam, enquanto que os de proteína diminuem pela transformação do N proteico em peptídeos, aminoácidos, amidas e bases voláteis. Os aminoácidos da fração proteica diminuem a concentração como a glicina, serina, treonina, alanina, tirosina, valina, metionina, leucina e isoleucina e aumentam os teores de prolina, glutamina e asparagina. Ocorrem aumentos na concentração de nitrato da forragem e a de N amoniacal aumenta durante a fase de secagem (COLLINS; COBLENTZ, 2007) e com isso é reduzido o risco de intoxicação do animal consumidor do feno. A ação de microrganismos aeróbicos reduz a concentração de nitrato da forragem durante a secagem. Como quase todas as formas de N são aproveitadas pelo ruminante, não ocorrem grandes perdas de valor nutritivo devido a essas transformações. Em média, 2,5% do N é perdido, mas a digestibilidade da proteína, é afetada com aumento na temperatura e/ou interferência de microrganismos.

9.4 Vitaminas

A secagem ao sol diminui os teores das vitaminas A (β caroteno), C e E, em função da oxidação e queima. Todavia, ocorre aumento no conteúdo de vitamina D. A Vitamina D pode estar ausente ou ocorre em pequenas quantidades em forragens verdes. Seus protótipos são esteroides, amplamente distribuídos em pequenas quantidades. Com a morte das células após o corte, e durante o pré-murchamento, certos esteroides expostos à luz solar se transformam em vitamina D ou aumentam a atividade antirraquítica. A radiação ultravioleta (280-300 mμ) tem baixo poder de penetração, suficiente para provocar um rearranjamento molecular para produzir o fator anti-raquítico. A intensidade da atividade produzida é proporcional ao tempo de exposição ao sol.

As folhas são mais susceptíveis à irradiação que os colmos, logo, material fenado com alta proporção de colmos e exposto a pouca radiação contém pouca atividade. Contudo, a atividade pode é maior na forragem madura, devido à alta concentração de esteroides nas partes florais em desenvolvimento (MOSER, 1980). A vitamina E é um tocoferol que em termos práticos expressa como total de tocoferóis presentes na planta. Folhas verdes são ricas em tocoferóis, particularmente durante o período de florescimento, de forma que um pasto verde é rico em atividade de vitamina E, enquanto as forragens maduras são pobres e o feno seco apresenta atividade ainda mais baixa.

9.5 Minerais

O fósforo e cálcio podem ocorrer em pequenas quantidades, entretanto uma exposição prolongada no campo pode alterar suas concentrações. Com a ocorrência de lixiviação, quebra da

folha e outros processos físicos indiretos podem proporcionar a perda de minerais, notadamente a de potássio.

9.6 Glicosídeos cianogênicos

A secagem promove diminuição na concentração de compostos tóxicos, como glicosídeos cianogênicos presentes em algumas espécies de *Cynodon*. No sorgo e no trevo, perdem tal efeito devido à desnaturação das enzimas que liberam a cianida, ou pela volatilização do ácido cianídrico liberado. As substâncias estrogênicas presentes na alfafa, como o cumesterol, interferem no ciclo estral dos animais e acarretam problemas no parto. A proteína solúvel da alfafa é alterada no processo da secagem formando um dos agentes causadores do timpanismo em animais ao consumir esta espécie de leguminosa (MOSER, 1995,1980).

10. PERDAS NO ARMAZENAMENTO

O feno para consumo deve permanecer com uma umidade entre 10-15%, contudo o seu enfardamento pode ser realizado com umidade abaixo de 30%. Nessa umidade ocorre a paralização da atividade das enzimas respiratórias das plantas, contudo a respiração dos microrganismos que é responsável pela maior parte das perdas observadas no armazenamento pode influenciar em alguma transformação e consequentemente pode ocorrer perda de qualidade do produto.

Tem-se observado que o armazenamento do feno com umidade, acima de 25%, reduz as perdas no campo, ao diminuir os riscos de ocorrência de chuvas e as perdas de folhas, principalmente em leguminosas (COLLINS, COBLENTZ, 2007; ROTZ; SHINNERS, 2007; SOLLENBERGER *et al*., 2004; REIS, RODRIGUES, 1998. 1992;).

As principais causas de perdas de matéria seca no armazenamento de fenos com alto conteúdo de água estão relacionadas

com a continuação da respiração celular das plantas e ao desenvolvimento de vários microrganismos como bactérias, fungos e leveduras na respiração celular e do crescimento de microrganismos, tem-se a utilização de carboidratos solúveis, compostos nitrogenados, vitaminas e minerais. O valor nutricional (VN) pode ser reduzido pela redução do tecido celular e aumento do constituinte da parede celular.

O acompanhamento do armazenamento é importante uma vez que a intensa atividade de microrganismos que promovem aumento na temperatura do feno, podendo-se registrar valores acima de 65ºC e até combustão espontânea. Condições de alta umidade e temperaturas acima de 55ºC são favoráveis a ocorrência de reações não enzimáticas entre os carboidratos solúveis e grupos aminas dos aminoácidos, resultando em compostos denominados produtos de reação de Maillard (MOSER, 1995, 1980). A formação desses produtos em fenos superaquecidos promove diminuição acentuada na digestibilidade da proteína, uma vez que se pode observar aumento considerável nos teores de NIDA, o qual não é disponível para os microrganismos do rúmen. Portanto, o aumento de NIDA acarreta decréscimo de proteína solúvel e elevação na quantidade de proteína bruta (PB) alterada pelo calor.

Existe correlação positiva entre o aquecimento espontâneo e as concentrações de nitrogênio insolúvel em detergente neutro e nitrogênio insolúvel em detergente ácido nos fenos de capins do gênero *Cynodon* armazenados com diferentes teores de umidade. De maneira semelhante, o fluxo de açúcares durante o armazenamento do feno de alfafa e as alterações na qualidade da forragem quando enfardadas com diferentes teores de umidade podem ser observado em planta enfardada com alta umidade (30%) (COBLENTZ *et al*., 2000, 1997). Os teores de carboidratos

não estruturais e a fração de nitrogênio insolúvel em detergente ácido se comportam de forma diferente que nas plantas armazenadas com baixa umidade (20%). Conforme pode ser observado na Figura 02, há uma menor complexação do nitrogênio com a fração FDA nos fenos armazenados com baixa umidade (20%), verificando-se ainda aumento nos teores médios de açúcares redutores à medida que se prolongou o tempo de armazenamento. Os autores observaram também uma queda mais lenta nos teores de açúcares nos fenos mais secos (20%), quando comparado com aqueles armazenados com alta umidade (30%).

A análise de fenos armazenados com umidade acima de 15%, e que sofreram aquecimento evidencia algumas mudanças na cor, associadas com a atividade de microrganismos e aquecimento durante o armazenamento. A cor verde presente no enfardamento dos fenos úmidos é alterada para vários tons de marrom. A extensão das alterações na cor fornece indicação da intensidade do aquecimento no armazenamento e ocorrência da reação de Maillard. Nos fenos enfardados com alta umidade, a digestibilidade da MS, matéria seca, e de outros nutrientes diminuem com o armazenamento, uma vez que muitos compostos facilmente digestíveis são perdidos devido à respiração (MOSER, 1995, 1980). Concentrações totais de açúcares solúveis, açúcares não redutores, açúcares redutores e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) conforme o tempo de estocagem em fenos de alfafa com alta (30%) e baixa umidade (20%).

11. POPULAÇÃO DE MICRORGANISMOS EM FENOS

As plantas forrageiras no campo são contaminadas com diferentes tipos de bactérias, fungos e leveduras, e quando cortadas e desidratadas ocorre profunda alteração na população destes microrganismos. Os fungos que dominam a população

no campo são substituídos por aqueles mais tolerantes as condições de baixo conteúdo de umidade e altas temperaturas observadas durante o armazenamento. A população de fungos de campo é mais diversificada do que a registrada no armazenamento dos fenos, e os microrganismos presentes durante este período são xerotolerantes e mais termotolerantes do que os de campo. Neste grupo estão incluídos os gêneros *Aspergillus, Absidia, Rhizopus, Paecilomyces, Penicillium, Emericella, Eurotium* e *Humicola* (KASPERSSON *et al*., 1984, 1986). De maneira geral, a população de microrganismos é fortemente afetada pelo conteúdo de umidade e pela temperatura registrados durante o armazenamento, e o efeito destes fatores é difícil de separar no contexto prático (ROBERTS, 1995).

De acordo com Hlodversson; Kaspersson (1986) relatam que a fenação altera a população de fungos da forragem, havendo diminuição naqueles gêneros típicos de campo como *Alternaria, Fusarium* e *Cladosporium* e aumento de *Aspergillus* e *Penicillium*, de maior ocorrência durante o armazenamento (Tabela 02). É importante considerar, que além das alterações na composição química, o desenvolvimento de fungos pode ser prejudicial à saúde dos animais e das pessoas que manuseiam estes fenos, devido a produção de toxinas, principalmente aquelas relacionadas aos fungos patogênicos como *Aspergillus glaucus* e *Aspergillus fumigatus* (REIS; RODRIGUES, 1998; MOSER, 1995). Estes fungos produzem toxinas, e a presença de esporos causa uma doença respiratória nos seres humanos, denominada febre do feno. Nos animais, problemas respiratórios não são tão intensos, com exceção dos equinos, que podem ser acometidos por doenças respiratórias e digestivas causadas por fungos. A doença pulmonar crônica obstrutiva e alterações digestivas em equinos estão associadas com a presença de fungos nos fenos e

palhas. Os esporos de fungos, também podem contribuir para a ocorrência de cólica em equinos. A aspiração de esporos do fungo *Aspergillus fumigatus* durante o manuseio dos fenos contaminados pode causar a febre do feno, e algumas vezes doenças que debilitam o organismo devido ao crescimento dos fungos nos tecidos dos pulmões.

Os bovinos, geralmente são menos afetados pela presença de fungos nos fenos do que os equinos, contudo eles também estão sujeitos a abortos micóticos e aspergilose. Espécies de *Aspergillus*, como *A. fumigatus* e *A. flavus* produzem esporos alergênicos que causam a doença conhecida como "febre do feno" em humanos e eventualmente em bovinos toxemia e abortos (COULOMBE JR., 1993). A ocorrência de fungos, nos fenos de grama paulista (*Cynodon dactylon* (L.) Pers), enfardados com diferentes conteúdos de umidade foi avaliada por Reis *et al*. (1997), que observaram os gêneros *Cladosporium, Curvularia, Aspergillus e Penicillium* com maior incidência (Tabela 03). Todavia, segundo os autores, com o armazenamento durante 30 dias, observou-se diminuição na incidência de *Curvularia* (fungo de campo) e aumento de *Aspergillus* e *Penicillium*, fungos típicos de armazenamento. Quando se armazena fenos com baixa umidade é pequena a incidência de actinomicetos, bactérias e esporos de fungos. Nos fenos com umidade normal observa-se aumento no número de esporos de fungos, e nos de alta umidade tem-se elevada população de bactérias e de actinomicetos (ROBERTS, 1995).

Já foi observado que em fenos de gramíneas com 31% de umidade apresentava aumento na população de microrganismos após 14 dias e registraram rápido aumento na temperatura dos fardos, causando diminuição nas relações bactérias mesofílicas/termófilicas, em virtude do aumento na população das bactérias adaptadas a altas temperaturas (KASPERSSON *et al*.,

1984). A temperatura e umidade alteram a proporção relativa de fungos, bactérias, e de outros microrganismos em função da altura do corte, condições de secagem, colheita e armazenamento da forragem.

A população de fungos de campo, geralmente não causa alterações acentuadas na composição química dos fenos, exceto quando a umidade permanece elevada por períodos prolongados. Além dos fenos, as silagens com alto conteúdo de MS, ou seja, os pré secados, em decorrência das baixas concentrações de ácidos orgânicos e altos valores de pH, apresentam elevada instabilidade aeróbia, propiciando condições para o desenvolvimento de bactérias, fungos e leveduras (REES, 1982).

Microrganismos em silagens pré secadas de Tifton 85 podem apresentar baixos teores de ácidos orgânicos e de N amoniacal decorrentes dos altos valores de MS (massa seca), o que acarreta baixa formação de produtos fermentados e elevação do pH (SCHOCKEN-ITURRINO *et al*., 2005). Quase sempre nota-se a presença de *Listeria* sp sobressaindo no momento da abertura dos silos a *Listeria monocytogenes.* As silagens apresentam baixa estabilidade aeróbia, podendo registrar aumentos na ocorrência dos fungos *Penicillium*, *Fusarium* e *Pithomyces* com o prolongamento do período de exposição ao ar. Também podem ocorrer *Listeria* sp. e *Listeria monocytogeneses* isoladas na forragem no campo e nas silagens de Tifton 85 após exposição ao ar.

A sobrevivência de *Escherichia coli* (106 UFC/g) adicionada a fenos de ervilha, trevo e trigo armazenados com baixa e alta umidade, Weiberg *et al*. (2006) observaram que as bactérias desapareceram rapidamente das forragens, contudo em alguns casos estas sobreviveram e podem sobreviver em condições favoráveis.

IR PARA SUMÁRIO ▲

11.1 Micotoxinas em fenos

As micotoxinas são compostos do gênero *Aspergillus*, altamente tóxicas produzidas por certos fungos ou leveduras que são organismos aeróbios que se desenvolvem em lugares que apresentam baixa disponibilidade de água, os quais são inadequados para o crescimento de bactérias. Segundo Arcuri *et al*. (2003) e Jobim, Gonçalves 2003), os requerimentos básicos para a colonização de forragens e grãos por parte de fungos toxigênicos incluem de forma generalizada: (a) utilização do substrato como fonte de energia e nutrientes; (b) teor mínimo de umidade do substrato entre 14 a 24%; (c) umidade relativa do ar maior que 70%; (d) presença de oxigênio e (e) ocorrência de temperaturas apropriadas, variáveis de acordo com a espécie. A ocorrência de fungos não é indicadora da presença de micotoxinas na forragem conservada. Mesmo que haja contaminação e consequente alteração na composição, textura e palatabilidade da forragem, pode não haver produção de micotoxinas (CHEEKE; SHULL, 1985).

Pode não ocorrer sinais evidentes de contaminação por mofos mas pode haver produção de micotoxinas, por serem muito estáveis e persistentes, resistindo ao processamento de aquecimento e peletização de alimentos do que os fungos que elas produziram. Mesmo que ocorram suspeitas de micotoxicoses que ainda não puderam ser caracterizadas como tal devido à falta de identificação do fungo toxigênico. As micotoxinas produzidas durante a esporulação dos fungos afetam os animais que consomem alimentos contaminados, e podem ser transferidas para os seus produtos, tal como o leite ou a carne e, consequentemente, prejudicam a saúde humana (BRUERTON, 2001). Estes compostos podem causar doenças e mortes, quando ingeridas

pelo homem ou pelos animais domésticos. As doenças causadas são denominadas micotoxicoses (LAZZARI, 1997).

Tabela 4 - Produção de toxinas por fungos em alimentos

GÊNERO	MICOTOXINA	ALIMENTO AFETADO	ESP.AFETADAS
*Aspergillus	Aflotoxina	Milho, amendoim, farelo de algodão e sorgo.	Todas espécies e o homem
***Aspergillus Penicillium	Ochratoxina	Milho, cereais e arroz.	Suinos, aves e outros
****Aspergillus Penicillium	Ácido ciclopiazonico	Cereais,amendoim e milho	Suinos e aves
**Fusarium	Ácido doxinivaleno	Cereais e milho	Suinos e aves
**Fusarium	Toxina T-2	Cereais e semente de oleaginosas	Aves
**Fusarium	Zearalenona	Milho,feno, gramínias e grãos.	Suinos e rumininantes
**Fusarium	Funomizim	Milho, grão	Equinos, suínos e aves
*Claviceps	Ergot	Sorgo	Todas as espécies
*Alternaria	Ácido tenuozoico	Cereais e frutas	Idem

Fonte: *Bruerton 2001, **Newman 2000, ***Hurburg 1995, ****Suksupaht 1989, adaptado de Jobim, Gonçalves, 2003.

Existem de 300 a 400 micotoxinas e as mais preocupantes em relação à toxicidade e ocorrência são as Aflatoxinas, Desoxinivalenol (DON ou Vomitoxina), Zearalenona, Fumonisina, Toxina T-2 e toxinas semelhantes à T-2 (tricotecenos) (Jobim e Gonçalves (2003).

Os efeitos biológicos aparentemente ocasionados pela contaminação por micotoxinas, estão diretamente relacionados com o nível de contaminação e tempo de exposição dos animais (ARCURI *et al*. (2003) e JOBIM; GONÇALVES (2003).

As micotoxinas originárias do fungo *Fusarium*, Desoxinivalenol (DON), e a Zearalenona (Tabela 4) são normalmente encontradas em grãos de cereais, forragens conservadas e pastos (JOUANY, 2001). A Desoxinivalenol está associada à menor ingestão de alimento, causando redução no ganho de peso, queda na produção de leite, maiores contagens de células somáticas, menor eficiência reprodutiva, além de uma variedade de desordens no trato gastro intestinal, tais como vômitos (DON), diarreia e inflamações. Também podem ocorrer abortos, hemorragias e através de um mecanismo complexo, surgem alterações no sistema imunológico (SHARMA, 1993).

Tabela 5 - Micotoxitoses em bovinos e ovinos associadas a volumosos

PROBLEMAS	**MICRORGANISMOS**	**GÊNEROS**
Fomopsina e outras	*Phomopsin leptosmiformis*	Leguminosa do gênero *Lupinus*
Sposrisdemina – eczema facial, fotossensibilização	*Phitomyces chartarum*	Gramíneas do gênero *Lolium*
Paspalitreminas (paxilina e paspalanina	Claviceps paspali	Gramínea de pasto do gênero *Paspalum*
Penitremina A, lolitremina A, Jantitremina e outras.	*Penicillium sp – P. crustocium, P.cyclopium.*	Milho, silagem gênero Lolium
Slaframina	*Rhizotonia leguminecala*	Leguminosas do grupo trevo
Documarol – envenamento do trevo doce	Desconhecido	Trevos

Fonte: Adaptado de Arcuri *et al*. (2003).

Os grãos de cereais e forragens conservadas frequentemente apresentam contaminação de Zearalenona (Tabela 4), a qual induz à respostas estrugênicas em vacas leiteiras, e grandes doses dessa toxina estão associadas a abortos, menor ingestão de alimentos por vacas leiteiras, menor produção de leite, vagi-

IR PARA SUMÁRIO ▲

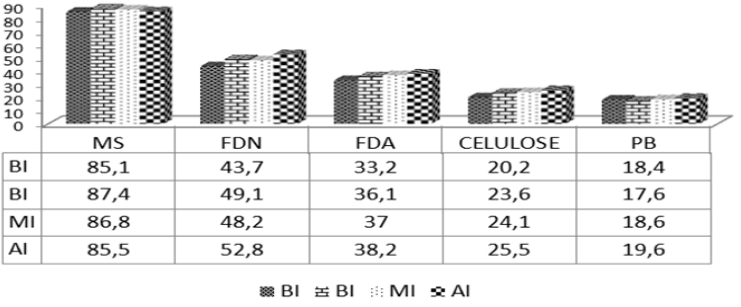
nite, aumento uterino, vulva e glândulas mamarias túrgida em novilhas e declínio na taxa de ovulação.

Rações contaminadas por micotoxinas, além de reduzir o desempenho e afetar o estado geral da saúde do animal, constituem um risco para seres humanos, uma vez que produtos animais contendo resíduos de micotoxinas podem ser consumidos por pessoas causando danos a saúde. Os esporos de fungos (Tabela 5) nos fenos e na cama contribuem para um número de problemas digestivos e respiratórios em equinos. A doença pulmonar obstrutiva crônica, ou náuseas podem estar associadas a presença de fungos nos fenos e nas palhas. Os esporos também contribuem para a ocorrência de cólica em eqüinos. Os esporos de *Aspergillus fumigatus* quando inalados durante o manuseio dos fenos também podem causar a febre do feno em humanos.

Deve-se considerar que os bovinos são mais tolerantes aos fungos do que os equinos (Lacey e Lord, 1977; Moser, 1980), contudo estes animais ficos sujeitos a abortos micóticos e aspergilose em resposta a presença de certos fungos que ocorrem nos fenos (COLLINS, 1995; LACEY *et al*., 1981; LACEY *et al*., 1978; LACEY, 1977; JOBIM; GONÇALVES, 2003). A presença de fungos na forragem conservada tem efeito pronunciado no seu valor nutritivo, pois além de consumirem o conteúdo celular, esses microrganismos produzem toxinas que afetam o metabolismo animal de diferentes maneiras. Ademais, há que se considerar a presença de pó como um fator limitante ao consumo, bem como as desordens metabólicas e digestivas causadas pela presença de micotoxinas e que provavelmente estão envolvidas na redução da ingestão voluntária do alimento. De maneira geral, a rejeição de alimentos contaminados ocorre em decorrência das alterações na palatabilidade e no odor.

Os monogástricos são mais sensíveis às toxinas do que os ruminantes, uma vez que nestes animais a absorção ocorre após a fermentação ruminal e que o principal ponto de absorção das micotoxinas ocorre no intestino delgado. Da mesma forma, os ruminantes adultos são menos sensíveis à contaminação quando comparados com os jovens. Ao avaliarem os efeitos da presença de fungos (Figura 21) em forragens conservadas, deve-se verificar o acúmulo da massa fúngica que é uma combinação de micélios viáveis e não viáveis. Bezerros contaminados apresentam redução no consumo de feno. O decréscimo no consumo dos fenos de alfafa em resposta ao maior conteúdo de fibra da forragem pode ocorrer aumento na presença de fungos.

Figura 21 - Composição química, incidência de fungos e consumo de feno



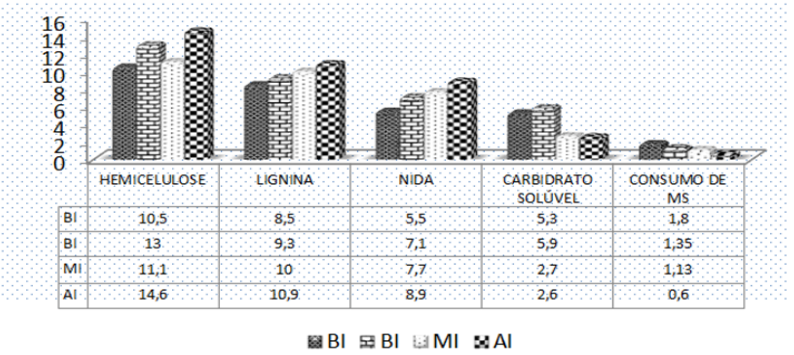
	MS	FDN	FDA	CELULOSE	PB
BI	85,1	43,7	33,2	20,2	18,4
BI	87,4	49,1	36,1	23,6	17,6
MI	86,8	48,2	37	24,1	18,6
AI	85,5	52,8	38,2	25,5	19,6

BI = baixa incidência de fungos, MI = média incidência e AI = alta incidência.

MS = % matéria seca, FDN = % fibra solúvel em detergente neutro na MS (matéria seca), FDA = % fibra solúvel em detergente ácido na MS, PB = % proteína bruta MS.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 22 - Composição química, incidência de fungos e consumo de feno

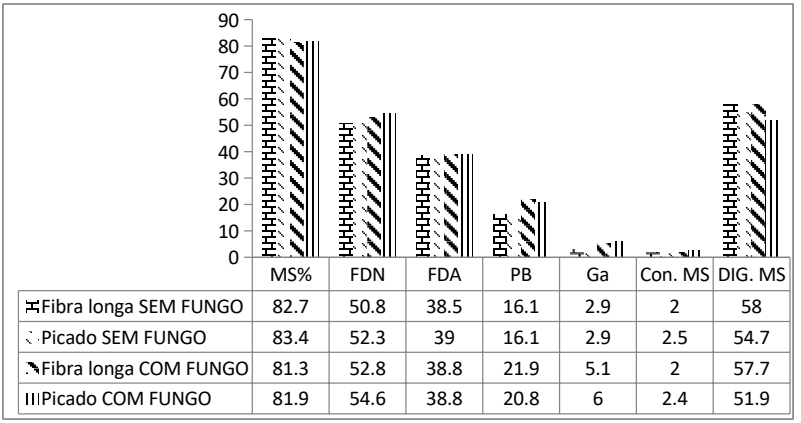


	HEMICELULOSE	LIGNINA	NIDA	CARBIDRATO SOLÚVEL	CONSUMO DE MS
BI	10,5	8,5	5,5	5,3	1,8
BI	13	9,3	7,1	5,9	1,35
MI	11,1	10	7,7	2,7	1,13
AI	14,6	10,9	8,9	2,6	0,6

Fonte: Adaptado de Undi, Wittenberg, 1996.

BI = baixa incidência de fungos, MI = média incidência e AI = alta incidência. NIDA = % do nitrogênio total (NT) ou seja nitrogênio insolúvel em detergente ácido, MS = % matéria seca, FDN = % fibra solúvel em detergente neutro na MS, FDA = % fibra solúvel em detergente ácido na MS , PB = % proteína bruta na MS. Consumo diário de feno em kg/dia/animal.

Figura 22a - Composição química, consumo e digestibilidade de fenos de alfafa fornecidas a novilhos Angus



	MS%	FDN	FDA	PB	Ga	Con. MS	DIG. MS
Fibra longa SEM FUNGO	82.7	50.8	38.5	16.1	2.9	2	58
Picado SEM FUNGO	83.4	52.3	39	16.1	2.9	2.5	54.7
Fibra longa COM FUNGO	81.3	52.8	38.8	21.9	5.1	2	57.7
Picado COM FUNGO	81.9	54.6	38.8	20.8	6	2.4	51.9

MS % = matéria seca , FDN(% MS) = fibra solúvel em detergente neutro, FDA (% de MS); = fuira solúvel em detergente ácido, PB (%MS) – proteína bruta, Ga (g/kg de MS) = glicosamina, consumo de MS, DIG = digestibilidade de MS (%).

Fonte: Adaptado de Bossuyt *et al*., 1996.

Em estudo conduzido com novilhos angus, Bossuyt *et al*. (1996) observaram (Figuras 22 e 22a) que feno de alfafa picado, não contaminado ou contaminado por fungos, proporciona aumento no consumo, mas decréscimo na digestibilidade da forragem. A dinâmica da digestão dos fenos devido ao processamento pode diferir entre os volumosos sem fungo e aqueles contaminados (WITTENBERG *et al*., 1996).

11.2 . Aditivos para conservação de fenos

A conservação de fenos enfardados com alta umidade, com baixos níveis de perdas no VN (valor nutricional) pode ser obtida com a utilização de aditivos que controlam o desenvolvimento de microrganismos.

Uma grande variedade de produtos químicos pode ser aplicada em fenos armazenados com alta umidade visando controlar o crescimento de microrganismos, destacando-se a utilização de ácidos orgânicos, misturas de ácidos tamponados, amônia anidra, uréia como fonte de amônia e inoculantes microbianos (SHINNERS, 2007, REIS; 1998, ROTZ, 1998; RODRIGUES, 1992,). Os produtos químicos podem agir diminuindo a disponibilidade de água e de oxigênio, alterando o pH dos fenos ou destruindo ou inibindo o crescimento dos microrganismos. Por outro lado, os sais podem ser usados com a finalidade de se reduzir a quantidade de água dos fenos, enquanto adição de CO_2 foi pesquisada como forma de reduzir a disponibilidade de O_2, mas esse sistema apresenta dificuldades para aplicação prática. O ácido propiônico e outros ácidos orgânicos quando aplicados em quantidades apropriadas, controlam o crescimento de fungos como *Aspergillus fumigatus* e de *Actinomicetos* como *Micopolyspora faeni* e de *Thermoamicetos vulgaris*, agentes causadores da febre do feno (COLLINS, 1995).

Produtos químicos a base de ácidos propiônico são eficientes na prevenção do aquecimento e preservar a qualidade dos fenos de alfafa e de capim coast cross armazenados com alta umidade. Ao avaliarem 100 produtos químicos para conservação de fenos, LACEY *et al*. (1981), observaram que 1/3 foi eficiente em prevenir o aquecimento e aparecimento de microrganismos quando aplicados na dose de 0,5% do peso seco da forragem armazenada com 35% de umidade.

Os aditivos utilizados para conservação do VN, valor nutritivo, de fenos com alto teor de umidade devem apresentar características desejáveis tais como: - Baixa toxicidade para os mamíferos; - Efeito sobre fungos, actinomicetos e bactérias; - Distribuição uniforme nos fardos; - Baixos níveis de perdas por volatilização; - Não ser excessivamente absorvido pelo feno; - Manuseio fácil e seguro; - Amplo espectro de ação; - Solúvel em água.

É importante salientar que estas características foram observadas, principalmente no ácido propiônico parcialmente neutralizado com a amônia. Devido ao fato de serem voláteis e corrosivos, pode-se aplicar os ácidos orgânicos, parcialmente neutralizados. Os ácidos podem ser neutralizados através da mistura com amônia, ou com outros compostos químicos compatíveis, a fim de elevar o pH e assim diminuir os afeitos na corrosão dos equipamentos (ROTZ, 1995). Desta forma, tem-se que os ácidos orgânicos parcialmente neutralizados apresentando pH 6,0 e quantidades equivalentes de ácido propiônico são menos voláteis e corrosivos do que as soluções contendo apenas ácidos, mas mantêm a eficiência no controle de microrganismos (COLLINS, 1995, ROTZ; SHINNERS, 2007).

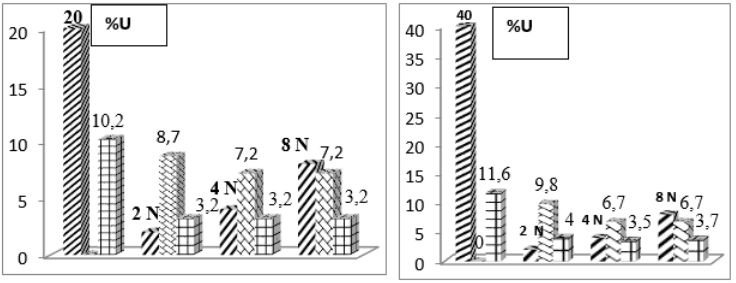
Dentre as técnicas utilizadas para a conservação de fenos com alta umidade, destaca-se a amonização, através da amônia anidra ou do uso da uréia como fonte de amônia. A amônia atua

no controle de fungos, principalmente através da elevação do pH do meio (REIS, RODRIGUES, 1998, 1992; SOLLENBERGER *et al*., 2004). Além de sua ação fungistática, a amônia atua sobre a fração fibrosa da forragem, solubilizando a hemicelulose e aumentando a disponibilidade de substratos prontamente fermentecíveis para os microrganismos do rúmen. Além dos aspectos reportados, é importante ressaltar a incorporação de nitrogênio não protéico na forragem submetida a amonização, resultando em incremento na digestibilidade e consumo de MS (ROTZ, 1995). Em estudos sobre a aplicação de NH3 (1,0 e 2,0% da MS) no feno de alfafa enfardado com alta umidade (35%). Thorlacius; Robertson (1984) observaram que o uso da maior dose de amônia foi eficiente em prevenir o crescimento de fungos e o aquecimento durante o armazenamento sob lona plástica, e mesmo após a remoção da cobertura, evidenciando que os fenos tratados apresentaram maior estabilidade durante o armazenamento.

Da mesma forma, Woolford; Tetlow, (1984) ao tratarem os fenos de azevém (*Lolium perene* L.), enfardado com 20 ou 40% de umidade e tratado com amônia anidra (0,0; 2,0; 4,0; e 8,0% da MS), e armazenado por 56 dias sob lona plástica e 28 em local arejado, registraram que nos fenos tratados a população de leveduras e de fungos foi reduzida em ambos os períodos, enquanto os fenos não tratados se deterioraram (Figura 23). Esses autores observaram redução nos teores de FDN, elevação nos de PB e na digestibilidade "in vitro" da matéria orgânica dos fenos tratados com amônia.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 23 - População de microrganismos



Fonte: Woolford e Tetlow, 1984.

UFC: Unidade formadora de colônia. (no topo da figura), $\log_{10\ UFC,}$ de fenos de azevém inicialmente com 20 e 40 % de umidade (%U) tratado com 0, 2, 4 e 8% de NH_3 (amônia anidra - N).

A composição química e a digestibilidade "in vitro" da MS dos fenos dos capins gordura (*Melinis minutiflora* P. de Beauv.) e de *Brachiaria decumbens* Stapf. amonizados (2,0; 4,0 e 6,0% da MS) foram alteradas durante o período de tratamento sob lona plástica (45 dias), e posteriormente estas mudanças persistiram por 60 dias de armazenamento em condição de aeração (REIS, RODRIGUES, 1998). O uso de amônia anidra 1,5% de amônia anidra é eficiente em inibir o desenvolvimento de fungos dos fenos dos capins *Braquiária decumbens* bem como a média dos valores referentes aos capins estrela (*Cynodon plectostachyus*) e coast cross (REIS *et al*., 1993).

Quanto a composição química da forragem (WOOLFORD; TETLOW, 1984: BONJARDIM *et al*., 1992) a amonização não altera os teores de FDA e de celulose, mas diminui os conteúdos de FDN e de hemicelulose e aumenta os de PB, sendo que estas alterações resultaram na elevação da DIVMS dos fenos tratados com 1,5 ou 3,0% de NH3. Os bovinos consumindo fenos de alta qualidade tratados com altas doses de NH3 (3,0% da MS) podem

apresentar hipersensibilidade, causando danos ao animal e redução no consumo de forragem. As reações entre a amônia e os açucares presentes na forragem resultam na formação de 4-metil imidazol que é o principio tóxico. A aplicação de amônia anidra (Figura 23) em forragens de baixo valor nutritivo não apresenta risco de formação de 4-metil imidazol em função dos baixos conteúdos de açucares solúveis destes volumosos (TONUCCI, 2006; COLLINS, 1995).

O manuseio da NH3 requer cuidados especiais, pois o contato deste produto com a pele pode causar queimaduras, e a sua inalação acarreta problemas cardíacos e respiratórios (ROTZ, 1995, ROTZ, SHINNERS, 2007). Estudos recentes têm demonstrado a viabilidade de se usar uréia como fonte de amônia para o tratamento de fenos armazenados com alta umidade. O sistema de tratamento é fundamentado no fato, de que a uréia em contato com uma fonte de urease, em um ambiente úmido é hidrolisada, produzindo duas moléculas de amônia e uma de CO2 (SUNDSTOL, COXWORTH, 1984). Tem-se verificado desenvolvimento de fungos em fenos de gramíneas tratados com amônia anidra.

Adição de uréia (3,5% da MS) no feno de green panic (*Panicum maximum* Jacq. var. trichoglume cv. Petrie), armazenado com 40% de umidade, tem sido eficiente em prevenir o desenvolvimento de fungos e de leveduras, em decorrência do aumento no pH (SILANIKOVE *et al*., 1988)). Neste estudo tem sido observado aumentos no pH de 6,7 inicial para 9,8 quatro dias após o tratamento, com queda posterior para 7,8, 20 dias após o tratamento. Após 20 dias, 62,7% da ureia pode ser recuperada no feno na forma de NH3.

Em observações sobre o uso de aditivos, Reis *et al*., 2013; Reis *et al*., 1997) relatam que a incidência de fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* diminui durante o armazenamento do

feno de grama paulista (*Cynodon dactylon*), enfardado com alta umidade e tratado com 0,5 ou 1,0% de amônia anidra em relação a MS (matéria seca). Contudo, o uso de uréia a 1,8% da MS tem sido eficiente no controle de *Aspergillus*, não afetando a incidência de *Penicillium* durante o armazenamento. A população de microrganismos (N°/g de amostra) pode ser encontrada no feno de capim green panic enfardado com alta umidade (40%) mesmo tratado com uréia a 3,5%.

A aplicação de NH_3 tem sido mais eficiente no controle de fungos do gênero *Paecilomyces* quando comparada ao uso da uréia (FREITAS *et al*., 2002). Ambos tem controlado a população de *Aspergillus* e *Penicillium* em fenos. A utilização de aditivos microbianos tem sido recomendada para acelerar o abaixamento do pH das silagens através da adição de bactéria homofermentativas que aumentam a produção de ácido lático. Segundo Collins (1995), inoculantes bacterianos podem ser usados para conservar a qualidade de fenos armazenados com alta umidade. De acordo com Rotz (1995) inoculantes, nitrato de sódio, benzoato de sódio e propionato de sódio nas pré secagens de forrageiras com ênfase no capim "timothy" (*Phleum pratense*) (MULLER, 2005; WITTENBERG; MOSSTAGHI-NIA, 1991).

Contudo, quando aplicados no momento do enfardamento do feno amonizado de diferentes fontes de com poucas cepas de *Lactobacillus* não tem efeito no desenvolvimento de fungos embora sejam encontradas alterações na cor, aquecimento, perda de MS (matéria seca) e mudanças na qualidade dos fenos.

Redução na população de fungos tem sido observada fazendo uso de aditivos microbianos contendo bactérias láticas e produtos químicos como o hexamethilenotetramina forrageiras resultam em aumento nas concentrações de MS, de PB e de FDN.

Entre toda a tecnologia empregada para a aplicação do produto formado para o consumo de feno pela vaca varia com a qualidade do animal ou seja o potencial de produção e a fase que o animal está atravessando, produção do leite ou período da vaca seca (Tabela 6).

Tabela 6 - Estimativa de consumo de matéria seca (MS) ou feno de forragem de acordo com a qualidade da forragen, tipo de animal e consumo da matéria seca

QUALIDADE	TIPO DE ANIMAL	CONSUMO DE MS
Alta	Vaca seca, novilho	1,5 % do peso
Lactante		2,0 %
Baixa	Vaca seca, novilho	2,0% do peso vivo
Lactante		2,5%
Média	Vaca seca, novilho	2,5 do peso vivo
Lactante		3,0 %

Fonte: Adaptado de Rasby *et al*. (1995).

12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O feno de boa qualidade depende de vários fatores como da espécie forrageira, índice de maturação da planta, umidade certa do feno para armazenamento, fertilidade do solo e condições climáticas.

A característica principal da qualidade do solo é sua coloração esverdeada, cheiro agradável, boa relação folha-caule, maciez, boa aceitação pelos animais e isento de impureza, ausente de fungos.

Para o cerrado brasileiro, além de vários fatores, a forrageira deve ser cultivada nos solos que tenham a sua fertilidade corrigida fazendo o uso de calcário, macro e micronutrientes, uma vez que os solos brasileiros são pobres em nutrientes, principalmente de cálcio, magnésio, fósforo, boro e zinco. O teor de

matéria orgânica quase sempre é abaixo de 2%, concentração mínima exigida para os solos do Brasil Central.

Considerando que a planta apresenta 80% de água, para obter 4,5 toneladas de feno são necessários 45 toneladas de massa verde.

Devido a grande extensão de terra ocupado por pastagens pode-se considerar que todos tipos de produção são viáveis no Brasil, seja a pasto, seja em semi confinamento ou confinamento total. A exequibilidade vai depender de cada propriedade e de seus recursos, mas para todas elas, a quantidade de matéria seca disponível é o fator mais importante para o ganho de peso.

A ingestão de matéria seca e que pode ser considerada pelo feno, onde o ponto de feno se assemelha a vários fatores que influenciam a ingestão de matéria seca. Dentre esses fatores são incluídos a dieta, o animal e as condições de alimentação e clima, além das relações entre eles

No sistema de confinamento a preferência deve ser por animais que apresentam melhor eficiência na conversão alimentar, com maiores taxas de crescimento e ganho de peso. Mas para isso é essencial que haja quantidade adequada de matéria seca, pois o consumo desses animais tem que ser elevado para que apresentem o ganho de peso diário desejado. Fatores como falta de espaço no cocho e bebedouro, ou a presença de excesso de barro nas baias de confinamento, são alguns dos fatores que afetam negativamente o consumo (Tabela 6).

Devido a importância do feno para a estabilização alimentar dos rebanhos na época da seca deve-se exigir mão de obra atuante com conhecimentos especializados em mecânica básica e manejo racional das máquinas, preparo de área, correção de fertilidade do solo, práticas culturais, escolha de forrageiras, colheita, confecção dos fardos de feno, armazenamento, distribuição de feno,

suplementação alimentar do rebanho, manejo animal e princípios higiênicos dos locais de distribuição do alimento.

Referências bibliográficas

ALCÂNTARA, P. B.; PEDRO Jr., M. J.; DONZELLI, P. L. Zoneamento edafoclimático de plantas forrageiras**.** *In*: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 1993, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Fundação Universidade Estadual Paulista, 1993. p. 1-16.

ARCURI, P. B.; CARNEIRO, J. C.; LOPES, F. C. F. Microrganismos indesejáveis em forragens conservadas: efeito sobre o metabolismo de ruminantes. *In***:** VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES:VALOR ALIMENTÍCIO DE FORRAGENS, 2003, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal/SP: FUNEP, 2003. p. 51-69.

ATAÍDE JR., J. R.; PEREIRA, O. G.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; FREITAS,E. V. V. Valor nutritivo do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota, em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n. 29, v. 6, p. 2193-2199, Suplemento 2, 2000.

BONJARDIM, S. R., REIS, R. A., RODRIGUES, L. R. A. Avaliação da qualidade dos fenos de gramíneas tropicais armazenados com diferentes níveis de umidade e tratados com amônia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 21: 866-873. 1992.

BARBOSA, F. A.; GRAÇA, D. S. **Métodos de suplementação mineral de bovinos a pasto**. Disponível em: http://www. agronomia. com. br/conteudo/artigos/artigosmetodos_suplementacaobovinos_pasto. htm. Acesso em: 10/01/2017.

BOSSUYT, C. V., WITTENBERG, K. M., Crow, G. H. Effect of fungal biomass in alfalfa hay on intake and whole tract digestion in growing beef calves. **J. Anim. Sci**. v. 74, p. 1336-1342. 1996.

BRUERTON, K. Finding practical solutions to mycotoxins in commercial production: a nutritionist's perspective. *In***:** Alltech's 17th Annual Symposium, 2001. **Proceedings...** 2001. p. 161-168, 2001

CARVALHO, L. A.; GOMES, A. T.; MIRANDA, J. E. C.; RIBEIRO, A.C.C.l. **Sistema de Produção de Leite.** Zona da Mata. 2003. s.p.

CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA,J. C., HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos digestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia** v. 37, n. 2, p. 335-342. 2008.

CHEEKE, P. R.; SHULL, L. R. **Natural Toxicants in Feeds and Poisonous Plants**. Westport, CT: AVI Publishing, 1985. 492 p.

COBLENTZ, W. K.; FRITZ, J. O.; BOLSEN, K. K.; R. C. COCHRAN, R. C.; FU.L. Relating sugar fluxes during bale storage to quality changes in alfalfa hay. **Agron. Journal,** v. 89, p. 800-807, 1997.

COBLENTZ, W. K., TURNER, J. E.; SCARBROUGH, D. A.; LESMEISTER, K. E.; JOHNSON, Z. B.; KELLOGG, D. W.; COFFEY, K. P.; MCBETH, L. J.; WEYERS, J. S. 2000. Storage characteristics and nutritive value changes in bermudagrass hay as affected by moisture content and density of rectangular bales. **Crop Science,** v. 40, p. 1375-1383. 2000.

COLLINS, M. Hay preservation effects on yield and quality. *In*: Post-harvest physiology and preservation of forages. Moore. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. 1995. p. 67-89.

COLLINS, M., COBLENTZ, W. K. Post-harvest physiology. *In*: Forages: The science of grassland agriculture. BARNES, R.F., NELSON, C. J., MOORE, K. J., COLLINS, M. (eds.) Blackwell Publishing, 6th ed. Iowa. 2007. p. 583-599.

COSTA, J. L., GOMIDE, J. A. 1991. Drying rates of tropical grasses. **Tropical Grassol,** v. 25, p. 325-332. 1991.

COULOMBE JR., R. A. Biological action of mycotoxins. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 880-891, 1993.

COUTINHO, M. D. L., COSTA, M. S.; ALAN, R. S. SANTOS, COSTA, J. L.;RESENDE. H. Produção de feno de gramíneas. Juiz de Fora-MG. 2000. 2p. (Embrapa gado de leite, Boletim técnico n. 19)

COUTINHO, M. D. L.; COSTA, M. S.; SILVA, A. R.; SANTOS, T. S.; GOMES, A. C. S.; MORAIS, M. D. C. SANTOS, P. V. Balanço hídrico mensal para dois municípios do estado da Paraíba. Ciência e Natura, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 160-170. 2015.

DATE ORGAB. **Clima**: Cerrado. Disponível em: https://pt.climate-data.org/location/772116/. Acesso em: 25 jan 2017. s.p.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; HUHTANEN, P. Nutritional aspects applied to grazing cattle in tropics: a review based on Brazilian results. **SeminaCiências Agrárias**, v. 35, p. 2829-2854, 2014

DIAS, J. C.; RAMOS, A. F.; ANDRADE, V. J.; EMERICK, L. L.; MARTINS, J. A. M.; SOUZA, F. A., MARTINS, J. A. M.; SOUZA, F. A. Alguns aspectos da interação nutrição-reprodução em bovinos: energia, proteína, minerais e vitaminas. **PUBVET**, v. 4, n. 5, ed. 110, Art. 738, 2010.

EMBRAPA – **Monitoramento por satélite.** Banco de dados climáticos do Brasil. Disponível em: https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/bdclima/objetivos.html. Acesso em: 26 jan 2017.

EUCLICES, V. P. B.; QUEIROZ. **Manejo de pastagens para produção de feno-em-pé**. Campo Grande – MS. Embrapa Gado de Corte Divulga. 2.000.s.p.

EUCLIDES,'V. P, B; FLORES, R. ; MEDEIROS, R. N.; OLIVEIRA, M. P. O. Diferimento de pastos de braquiária cultivares Basilisk e Marandu, na região do Cerrado. **Pesq. agropec. bras.** v. 42, n. 2, p. 273-280. 2007.

FENNER, W.; MOREIRA, P. S. P.; FERREIRA, F. S.; DALLACORT, R.; QUEIROZ, T. M.; BENTO, T. S. **Análise do balanço hídrico mensal para regiões de transição de Cerrado Floresta e Pantanal.** Estado de Mato Grosso. Acta Iguazu, Cascavel, v. 3, n. 1, p. 72-85, 2014.

FRANCISCO, W. C. Área do Brasil; **Brasil Escola.** Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/brasil/area-brasil.htm. Acesso em: 2 dez 2018.

FREITAS, D. de, COAN, R. M., REIS, R. A., PEREIRA, J. R. A., PANIZZI, R. de C. 2002. Avaliação de fontes de amônia para conservação do feno de

alfafa (*Medicago sativa* L.) armazenado com alta umidade. **Rev. Bras. de Zoot**, 31: 866-874, 2002.

GEFEP. Grupo de estudo em forragem e pastage. FZEA-USP. Tecnologias para conservação deforragens: fenação e ensilagem, Pirassununga, 2015. 47 p.

GONÇALVES, G. D.; SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C.; DAMASCENO, J. C.; CECATO, U.; BRANCO, A.F. Determinação do consumo, digestibilidade e frações protéicas e de carboidratos do feno de Tifton 85 em diferentes idades de corte. **R. Bras. Zootec**., v. 32, n. 4, p. 804-813, 2003.

HARRIS, C. E., TULLBERG, J. N. Pathways of water loss from legumes and grass cut for conservation. **Grass and Forage Sciences**. v. 35, p. 1-11. 1980.

HEINEMANN, A. B.; STONE, L. F. Efeito da deficiência hídrica no desenvolvimento e rendimento de quatro cultivares de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39. n. 2, p. 134-139, 2009.

HLODVERSSON, R.; KASPERSSON, A. Nutrient losses during deterioration of hay in relation to changes in biochemical composition and microbial growth. **Animal Feed Science and Technol.** v. 15, p. 149-165. 1986.

ITAVO, C. C. B. F., MORAIS, M. G., ÍTAVO, L. C. V., SOUZA, A. R. D. L., DAVY, F. C. A., ALBERTINI, T. Z., COSTA, C.,LEMPP, B. E JOBIM, C. C. Padrão de fermentação e composição química de silagens de grãos úmidos de milho e sorgo submetidas ou não a inoculação microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 655-664, 2006.

JOBIM, C. C., GONÇALVES, G. D. Microbiologia de Forragens Conservadas. *In*: Volumosos na produção de ruminantes: Valor alimentício de forragens. REIS, R. A., BERNARDES, T. F.,SIQUEIRA, G., R., MOREIRA, A. L (eds.). Jaboticabal: Editora FUNEP, 2003. v. 01. p. 2-49.

JONES, L., HARRIS, C. E. **Plant and swath limits to drying**. Forage conservation in the 80's. *In*: KAY, M. 1986 Occasional Symposium. 11. Brit. Grassl. Soc. Occasional, London, 1979. p. 53-60.

JOUANY, J. P. The impact of mycotoxins on performance and health of dairy cattle. *In*: Alltech's 17th Annual Symposium, 2001. *Proceedings...*2001. p. 191-222.

KASPERSSON, A., HLODVERSSON, R.PALMGREN, U. 1984. Microbial andbiochemical changes occurring during deterioration of hay and preservative effect of urea. **Swedish J. Agric. Res.** v. 14, p. 127-133. 1984.

LACEY, J., LORD, K. A., CAYLEY, G. R. Chemical for preventing molding in damp hay. **Animal Feed Science and Technol**. v 6, p. 323-336. 1981.

LACEY, J.., LORD, K. A, KING, H. G. C, MANLOVE, R.. Preservation of baled hay with propionic and formic acid and a proprietary additive. **Annu. Appl. Biol.** 88. p. 65-75. 1978.

LACEY, J., LORD, K. A. Methods for testing chemical additives to prevent molding of hay. Annu. **Appl.** Biol. n. 87. p. 327-335. 1977

LAZZARI, F.A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes**, grãos e rações. Curitiba 2. ed., Paranaset. 1997, 134 p.

LIMA, P. J.; HECKENDORFF, W. D. Climatologia. *In*: GOVERNO DO ESTADO DAPARAÍBA. Secretaria de Educação. Universidade Federal da Paraíba. Atlas Geográfico do Estado da Paraíba. João Pessoa, Grafset. p. 34-43, 1985.

LIMA, M. L. P.; SIMILI, F. F.; GIACOMINI, A. A.; RIBEIRO, E. G.; JUNIOR, L. C. R. Pastejo Rotacionado de Capim-Tanzânia para vacas leiteiras. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 1, Jan-Jun 2012.

LOBATO, E.; KORNELIUS, E.; SANZONOWICZ, C. Adubação fosfatada em pastagens. *In*: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de (Eds.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 155-188. (FEALQ. Série Atualização em Zootecnia, 10).

MARINI, P.; MORAES, C. L.; MARINI, N.; MUNT DE MORAES, D.; AMARANTE, L. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de arroz submetidas ao estresse térmico. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 4, p. 722-730, 2012.

McDONALD, A. D., CLARK, E. A. Water and quality loss during field drying of hay. **Adv. in Agron**., Madison. v. 41, p. 407-437. 1987.

McDOWELL, L. R. **Minerais para ruminanes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil**. 3.ed. Gainesville: University Press, 1999. s.p,

MOLION, L. B.; BERNARDO, S. O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 17, n.l, p. 1-10, 2002.

MORAES, A., MOOJEN, E. L., MARASCHIN, G. E. Comparação de métodos de estimativa de taxas de crescimento em uma pastagem submetida a diferentes pressões de pastejo. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas, SP. Anais... Piracicaba : FEALQ, 1990, p.332.

MORAES, E. A.; RAMOS, A.K.B. **Produção de feno**. Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado – CPAC. Brasília – DF. 1998. 6 p.(Comunicado Técnico n. 76. Embrapa-CPAC).

MORAES NETO, J.; BARBOSA, M.P.; ARAÚJO, A.E. Efeito dos eventos ENOS e das TSM na variação pluviométrica do semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 61-66, 2007.

MOSER, L. E. 1995. Post-harvest physiological changes in forage plants**.** *In*: Post-harvest physiology and preservation of forages. MOORE, K.J., KRAL, D.M., VINEY, M.K**.** (eds). American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. p. 1-19.

MOSER, L. E. Quality of forages as affected by post-harvest storage and processing. *In*: Crop quality storage, and utilization. ASA, CSSA. Madison, Wisconsin. 1980. p. 227-260.

MUCK, R. E., SHINNERS, K. J. 2001. Conserved forage (silage and hay): progress and priorities. *In*: International Grassland Congress, XIX. 2001. São Pedro. Proceedings... Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry. 2001. p. 753-762.

IR PARA SUMÁRIO

MULLER, C. E. . Fermentation patterns of small-bale silage and haylage produced as a feed for horses. **Grass and Forage Science**, v. 60, p. 109–118. 2005

NEVES, S. M. A.; NUNES, M. C. M.; NEVES, R. J. **Caracterização das condições climáticas de Cáceres/MT Brasil, no período de 1971 a 2009**: subsídio às atividades agropecuárias e turísticas municipais. Boletim goiano geografia, Goiânia, v. 31, n. 2, p. 55-68, 2011.

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. *In*: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, 2, 2004, **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2004. p. 1-33.

OLIVEIRA, F. M. **Desempenho nutricional e características metabólicas em bovinos alimentados com forrageiras tropicais e suplementados com compostos nitrogenados e energéticos.** Viçosa-MG. 2015. 711p. (Tese apresentada ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viços para receber o Título de Doutor)

PEREIRA, A. L. P.; CAMPOS, M. C. C.; SOUZA, Z. M.; CAVALCANTE, I. H. L.; SILVA, V. A.; MARTINS FILHO, M. V. Atributos dos solo sob pastagens em sistema de sequeiro e irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 2, p. 377-384. 2009.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia: fundamentos eaplicações práticas. **Guaíba: Agropecuária**, p. 478, 2002.

PEREIRA, E. S.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; VILLARROAL, A. B. S.; PIMENTEL P. G. Consumo disgestibilidade aparente dos nutrientes e comportamento ingestivo de bovinos de raça Holandesa alimentados com dietas contendo feno de capim-tifon 85 com diversos tamanhos de partículas. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 38, n. 1, p. 190-195, 2009.

PEREIRA, J. R.; REIS, R. A. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais. p. 64-86. *In*: Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas (2001-Maringá).

Anais do Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas/Editores Clóves Cabreira Jobim, Ulysses Cecato, Júlio César Damasceno e Geraldo Tadeu dos Santos. Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. 319 p.

RASBY, R.; RUSH, I. G.; ADAMS, D. **Feeding the beef cow herd**-Part II Managing the feeding program. G95-1262-A. 1995, Disponível in site NebGuide http://www.ianr.unl.edu/pubs/beef/ g1262.htm. Acesso em 30/02/2005.

RAYMOND, F., SHEPPERSON, G., WALTHAM, R. **Forage Conservation and Feeding. Farming Press Limited**. 3 ed. Wharfedale Road Ipswich, Sulfolk. 1991. 208 p.

REES, D. V. H. A discussion of sources of dry matter loss during the process of haymaking. **J. Agric. Eng. Res**. v. 27, p. 469-479. 1982.

REICHARDT, K. Água em sistemas agrícolas. São Paulo: Monole. 1990, 188 p.

REIS, R. A., PANIZZI, R.C., ROSA, B. *et al*., Efeitos da amonização na ocorrência de fungos, composição química e digestibilidade in vitro de fenos de grama seda (*Cynodondactylon* (L.*)* Pers.). **Rev. Bras. Zoot.** 26: 454-460. 1997.

REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal:Maria de Lurdes Brandel–ME. 2013, 714 p

REIS, R., A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G., R.; MOREIRA, A. L. **Produção Qualidade e Aspectos Sanitários de Fenos**. Jaboticabal: Editora FUNEP, 2003. v. 01. p. 51.69.

REIS, R. A., MOREIRA, A. L., PEDREIRA, M. dos S. Técnicas para produção e conservação de fenos de alta qualidade. *In*: JOBIM, C. C., SANTOS, G. T., DASMACENO, J. C.; CECATO, U. (org.). Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas. 01. ed. Maringá, 2001, v. 01, p. 1-39.

IR PARA SUMÁRIO ▲

REIS, R. A. **Processamento e Conservação de Fenos.** Workshop sobre o potencial forrageiro do gênero *Cynodon*, 1996, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora: EMBRAPACNPGL, 1996. p. 57-68.

REIS, R. A., RODRIGUES, L. R. A. Aditivos para a produção de fenos. *In*: Moura, A.S.A.M.T. (eds). Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35. Botucatu-SP, 1998. Anais..., Botucatu: SBZ. 1998. p. 109-152.

REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A.; NAHAS, E.; BONJARDIM, S. R.; PEREIRA, J. R. A. P. Amonização do feno de *Brachiaria decumbens* comdiferentes teores de umidade. **Pesq. Agr. Bras**., v. 28, n. 4, p. 539 -543, 1993.

REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A. Uso de conservantes em fenos com alto teor de umidade**.** *In*: Semana de Zootecnia. A interação, solos, pastagens e nutrição animal. XIV.Anais..., Fukushima, R. (ed.). Fundação Cargill. Pirassununga. 1992. p. 77-89.

ROBERTS, C. A. Microbiology of stored forages. *In*: Post-harvest physiology and preservation of forages. MOORE, K. J., KRAL, D. M., VINEY, M. K. (eds). American Society of Agronomy , Madison, Wisconsinp. 1995. 21-38.

ROSSATO, L. ALVALÁ, R. C. S.; TOMASELLA, J. **Variação espaço-temporal da umidade do solo no Brasil:** análise das condições médias para o período de 1971-1990. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 19, n. 2, p. 113-122, 2004.

ROTZ, A., SHINNERS, K. J. **Hay harvest and storage**: The science of grassland agriculture. Blackwell Publishing, 6th ed. Iowa. 2007. p. 601-616.

ROTZ, C. A. Field curing of forages. *In***:** Post-harvest physiology and preservation of forages. MOORE, K. J., KRAL, D. M., VINEY, M. K. (eds). American Society of Agronomy; Madison, Wisconsin. 1995. p. 39-66.

ROTZ, C. A. Mechanization: Planning and selection of equipment. *In*: International Grassland Congress, XIX. 2001. São Pedro. Proceedings... Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry. 2001. p. 763-768.

ROTZ, C. A. Post-harvest physiology and preservation of forages. MOORE, K. J., KRAL, D. M., VINEY, M. K. (eds). **Proceedings of symposium of**

the Crop Science Society of America. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.1995. p. 39-66.

SANTOS A. A. **Diferimento de pastagem uma alternativa para alimentar na época das secas.** UNESP. 2016. s.p. Disponível em: http://www.coimma.com.br/balancasetroncos/Diferimento_de_pastagem_uma_alternativa_para alimentar_ na_epoca_das_secas.html Acesso em: 20 fev. 2016.

SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B. T.; ROSSETTI, J. C. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, Noroeste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 4, n. 3, p. 142-149, 2010.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SCHOCKEN-ITURRINO, R. P., REIS, R. A., COAN, R. M., BERNARDES, T. F., ANIZZI, R. C., POIATTI, M. L., PEDREIRA, M. S. Alterações químicas e microbiológicas nas silagens de capim-Tifton 85 após a abertura dos silos. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 34, p. 464-471, 2005.

SHARMA, R. P. Immunotoxicity of mycotoxins**. J. Dairy Sci**., v. 76: p. 892-897, 1993.

SILANIKOVE, N., COHEN, O., LEVANON, D., *et al*., Preservation and storage of green panic (*Panicum maximum)* as moist hay with urea. **Anim. Feed Sci. and Technol**. v. 20, p. 87-96. 1988.

SILVA, F. B.; SANTOS, J. R. N.; FEITOSA, F. E. C. S.; I. D. C. SILVA, I. D. C. ; ARAÚJO, M. L. S.; GUTERRES, SANTOS, C. E.; RIBEIRO, J. S.;C. V.; BEZERRA, D. S.; NERES, R. L. Evidências de Mudanças Climáticas na Região de TransiçãoAmazônia-Cerrado no Estado do Maranhão. **Revista Brasileira de Meteorologia,** v. 31, n. 3, p. 330-336. 2016.

SOLLENBERGER, L. E., REIS, R. A., NUSSIO, L. G., CHAMBLISS, C. G., KUNKLE, W. E. Conserved Forage.American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America. (org.). Warm Season (C4) Grasses. 01 ed. Madison, Wisconsin: American

Society of Agronomy; Crop Science Society of America; **Soil Science Society of America**, v. 01, p. 355-387. 2004.

SULLIVAN, J. T. Drying and storing herbage as hay. *In*: BUTLER, G. W., BAILEY, R. W. Chemistry and biochemistry of herbage. v. 3. Londres: Academic Press. 1973. p. 1-31.

SUNDSTOL, F., COXWORTH, E. M. 1984. Ammonia treatment**.** *In***:** SUNDSTOL, F.; OWEN, E. Straw and others fibrous by-products as feed. Amsterdam: Elsevier Press, 1984. p. 196- 247.

THORLACIUS, S. O., ROBERTSON, J. A. Effectiveness of anhydrous ammonia as a preservative for high-moisture hay. **Can. J. Anim. Sci**. v. 64, p. 867-880, 1984.

TOKARNIA, C. H., DÖBEREINER, J. PEIXOTO, P. V. Diagnóstico de deficiência mineral em bovinos em regime de campo. Pesq. Vet. Bras., v. 20, n. 3, p. 127-138, 2000.

TONUCCI, R. G. **Valor nutritivo de feno do capim Tifton-85 amonizado com uréia.** Viçosa-UFV.2006. 41p. (Dissertação apresentada ao Departamento de Zootecnia para obtenção de título de Mestre).

TOSI, H.; ITURRINO, R. P. S.; RAVAZZI, J. P. Presença de Clostridium em Silagem de Milho Colhido em Diferentes Estádios de Desenvolvimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 8, p. 1133-1136, ago. 1982

UNDI, M., WITTENBERG, K.M. Effect of fungal biomass in moldy alfalfa hay on preference by dairy calves with no previous exposure to moldy feeds. **Journal Dairy Science,** v. 79, p. 1250-1254. 1996.

USP- FAZEA. **Produção e conservação de Forragens**. Faculdade de São Paulo. Pirassununga. 2016. 85 p.

VILELA, H. **Feno e Fenação.** s.p. Disponível em: http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_feno_fenacao.htm. Acesso em: 15 mar. 2017.

IR PARA SUMÁRIO

WEINBERG, Z. G., CHEN, Y. PINTO, R., SELA, S. Fate of inoculated *Escherichia coli* in hay. Journal of Applied Microbiology. v. 102, p. 1537-1543. 2006.

WERNER, J.C. **Adubação de pastagens. Nova Odessa**: Instituto de Zootecnia, 1986. 49p. (Boletim Técnico, 18).

WITTENBERG, K. M., MOSHTAGH-NIA, S. A. Influence of anhydrous ammonia and bacterial preparations on alfalfa forage baled at various moisture levels. II. Fungal invasion during storage. **Anim. Feed Sci. and Technol**. v. 34: p. 67-74. 1991.

WITTENBERG, K. M., UNDI, M., BOSSUYT, C. Establishing a feed value for molded hay. **Anim. Feed Sci. and Technol**. v. 60: p. 301-310. 1996.

WOOLFORD, M. K., TETLOW, R. W. The effect of anhydrous ammonia and moisture content on this preservation and chemical composition of perennial ryegrass hay. **Anim. Feed Sci. and Technol**. v. 11, p. 159-166. 1984.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Capítulo 11

FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO COM ÊNFASE EM PASTAGEM

Itamar Pereira de Oliveira,[1] Arminda Moreira de Carvalho,[2] Alecsandra Duarte de Oliveira,[3] Thais Rodrigues de Souza,[4] Patrícia Soares Epifanio,[5] Wender Ferreira de Souza,[6] Wayron Araújo de Castro,[7] Victor Costa e Silva[8]

Resumo: Os processos fisiológicos envolvendo fixação biológica de nitrogênio nas culturas são bastante complexos, com diversas interações entre a planta, solo e a bactéria fixadora. A eficiência da nodulação é mediada por fatores internos como fito-hormônios e disponibilidade de fotoassimilados e, externos como temperatura radicular, teor de oxigênio no nódulo, disponibilidade hídrica, disponibilidade de nutrientes, que necessitam ser melhor compreendidos num sistema de cultivo, quando se busca alta produtividade e baixo custo. Quando se usa uma cultura adaptada em associação interativa planta e microrganismo, verifica-se aumento de produtividade tanta de massa quanto de grão. Por outro lado, tem se permitido aplicação

1 Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão em Goiânia.

2 Pesquisadora da Embrapa Cerrados.

3 Profissional da UNESP-Jaboticabal de São Paulo e Pesquisadora da Produção Vegetal da Embrapa Cerrados.

4 Docente em Gestão Ambiental da Universidade de Brasília.

5 Professora do Instituto Federal Goiano, Campus Extensão Quirinópolis.

6 Bolsista de Pós-doutorado do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde.

7 Técnico profissional superio da COMIGO em Caiapônia.

8 Professor do Instituto Federal Goiano, Campus Cristalina.

IR PARA SUMÁRIO ▲

complementar de nitrogênio mineral, em baixas concentrações nas fórmulas de adubação ainda na fase vegetativa, em solos pobres em matéria orgânica. Entretanto, a fixação de nitrogênio pelas plantas é um processo que exige várias interações entre microrganismos e hospedeiro, no caso, a planta regulada por sinais químicos e hormonais, além de fatores externos como disponibilidade hídrica, teor de oxigênio e adubação nitrogenada. Ao mesmo tempo, ressalta-se que é um processo dispendioso em energia para a planta. Assim sugerem-se estudos sobre fisiologia da fixação e os fatores que a envolvem, técnicas de manejo, como a adubação nitrogenada e outras, com o intuito de buscar equilíbrio entre a adição de nitrogênio (N) e a fixação biológica, na presença de outros nutrientes, em vista da importância do volume financeiro envolvido no mercado de insumos de fertilizantes nitrogenados e no inoculante. A consorciação é a prática de associar numa mesma área o plantio de culturas diversas para aumentar o rendimento por unidade de área, enriquecer a vida biológica do solo e protegê-lo contra a erosão. Entretanto, o estabelecimento e manejo do consórcio devem ser priorizados, devido as leguminosas e gramíneas forrageiras tropicais apresentarem expressivas diferenças morfofisiológicas, sendo necessário um consórcio com resiliência e harmonia para o sucesso do sistema. Dentre os benefícios da fixação biológica de nitrogênio pela planta é necessário expandir conhecimento utilizando microrganismos solteiros ou em mistura tanto em leguminosas como em outros grupos de plantas, de forma direta ou indireta, buscando melhoria na qualidade de alimentos, preservação ou melhoramento das características do solo, com reflexos positivos na produtividade animal e vegetal e que seja de custo viável para a atividade agropecuária. Porém, alguns fatores implicam em limitações para adoção da consorciação, como a disponibilidade de um germoplasma adaptado, fatores eco-fisiológicos e agronômicos, bem como a falta de conhecimento sobre a técnica e aceitação do sistema. Também, a exemplo das leguminosas deve-se concentrar no aumento do conhecimento de fixação biológica de ni-

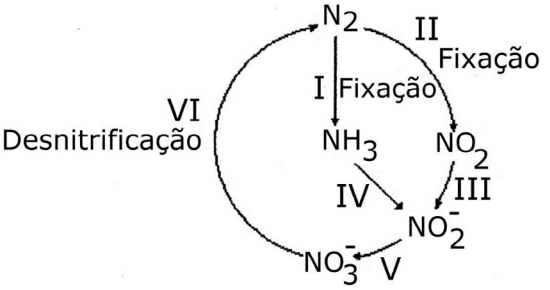
trogênio nas plantas não leguminosas, a exemplo do milho, cana, sorgo e forrageiras. Através dos estudos, tem-se observado bons resultados onde se verifica associações com bactérias, embora, não havendo a formação de nódulos como acontece nas leguminosas. Nestas plantas, ocorre a colonização da superfície e/ou no interior das raízes e interior da parte aérea por bactérias do solo que fixam nitrogênio do ar e o disponibilizam às plantas. Algum avanço tem sido observado em relação a variedades de plantas e estirpes de microrganismos eficientes na fixação de nitrogênio, adaptados a condições locais e observações e acompanhamento de culturas e cultivares regionais em situações de clima e manejo com o objetivo de recomendação de materiais em nível comercial. A fixação de nitrogênio pelas plantas é um processo que apresenta várias interações entre microrganismos e hospedeiros, ou seja, a planta, sendo regulado por sinais químicos e hormonais, além de fatores externos como disponibilidade hídrica, presença de oxigênio, acidez e correção do solo, técnicas de adubação e nutrição de plantas, uso de inoculantes e manejo apropriado.

Palavras-chave: Fisiologia de plantas. Hormônios e enzimas. Manejo de plantas e solo. Nutrição mineral de plantas. Plantas C3 e plantas C4. Relação solo planta atmosfera.

1. INTRODUÇÃO

A fixação biológica de nitrogênio é considerada o processo pelo qual o nitrogênio gasoso é convertido em amônia ($N_2 \rightarrow NH_3$), ou outra molécula semelhante, para então ser incorporado em uma molécula orgânica, tomando como exemplo os aminoácidos. Esse procedimento de fixação de nitrogênio é essencialmente efetivo principalmente nos ambientes naturais pobres neste nutriente, pois ele converte uma forma de nitrogênio inerte em outra disponível para assimilação por organismos vivos (Figura 1).

Figura 1 - Resumo do ciclo de nitrogênio em a natureza

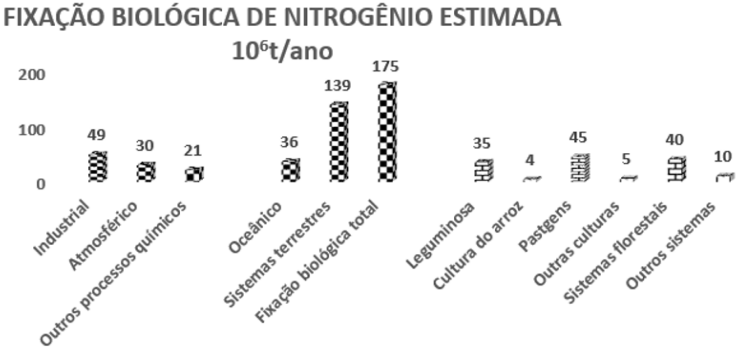


Fonte: Santos *et al*., 2013.

I – N_2=Nitrogênio encontrado na atmosfera; I – NH_3=forma do nitrogênio encontrada após a fixação biológica pelos microrganismos do solo, III e IV – Formação de nitrito NO_2- e V= Oxidação de nitrito para nitrato, forma que pode ser absorvido pela raiz da planta que também pode apresentar como NH4+

A fixação total de nitrogênio pode ter a origem de várias fontes incluindo industrial na fabricação de fertilizantes, proveniente diretamente da atmosfera, presentes nos oceanos e mares, sistemas terrestres cuja fixação ocorre sob ação das leguminosas, culturas de modo geral, pastagem, sistemas florestais e outros (Figura 2).

Figura 2 - Origem do nitrogênio potencial que pode ser fixado nos diversos ambientes naturais conhecidos



Fonte: Adaptado de Moreira e Sigueira (2006).

No estudo de fixação de nitrogênio pode ocorrer diretamente da absorção das fontes nitrogenadas provenientes dos solos após a absorção pelas raízes com pequena ou nenhuma colaboração dos microrganismos. Esse processo é caracterizado pelo encontro das raízes com as fontes de nitrogênio seja da matéria orgânica ou da solução do solo ocorrendo tanto pelo crescimento das raízes como pela movimentação do nitrogênio, que pela sua solubilidade, chega até as raízes transportadas através da solução do solo. Este tipo de atividade geralmente trata-se da agricultura que se caracteriza pelas características minerais sem se importar com a capacidade da planta hospedeira ou com o hospedeiro trabalhando livremente, sem ou com pequeno custo, para a produção de alimentos saudáveis.

A fixação de nitrogênio utilizando microrganismos de vida livre é importante quando o hospedeiro não apresenta o mecanismo de formação de nódulos. O nitrogênio na forma assimilável, produzida pelo microrganismo é deixado no solo, como NH_{4+}ou NO_{3-}, disponível para ser absorvido através do mecanismo de absorção da solução nutritiva natural, pelo mecanismo de absorção realizada pelas raízes. Embora tem-se observado mecanismos auxiliares de absorção de outras espécies além das leguminosas noduladas, de conhecimento generalizada, a absorção conhecida funciona como se tivesse grandes variações na absorção das espécies leguminosas com as demais não leguminosas.

A fixação simbiótica, também biológica de nitrogênio funciona na a absorção de N_2 gasoso da atmosfera por microrganismos especializados em fixação e o transforma nas formas solúveis (NH_3) ou seja, em amônia ou outra molécula semelhante que, em contato com a água resulta em $NH_4(OH)$, para ser incorporado em uma molécula como o aminoácido.

Em ambiente terrestre, não somente as bactérias diazotróficas são atuantes, fungos especializados e leveduras também podem realizar a fixação do nitrogênio não somente em leguminosas mas em diversas espécies de plantas (BALDANI *et al*., 2004, 1992). O processo mais conhecido é aquele que envolve bactérias do gênero *Rhizobium* em uma leguminosa da família das fabáceas ou leguminosas. As cianobactérias constituem os principais organismos fixadores do nitrogênio gasoso dissolvido na água do mar sendo o *Trichodesmium* o principal gênero de cianobactéria fixadora de nitrogênio no oceano.

Em ambientes terrestres, denominam as bactérias diazotrófícas aquelas que reduzem o N_2 (nitrogênio valência 0) a NH_3 (nitrogênio valência $^{-}3$), alguns fungos e leveduras podem realizar a fixação do nitrogênio. Contudo, os estudos realizados, até o momento têm concentrado principalmente na fixação simbiótica de nitrogênio onde envolve bactérias do gênero *Rhizobium* que vivem associadas simbioticamente às raízes de plantas leguminosas da família Fabaceae ou Leguminosae.

Também há evidências da associação de bactérias fixadoras de nitrogênio com gramíneas da família Poaceae. Neste caso, as bactérias não formam nódulos nas raízes da planta como ocorre com as leguminosas e fixam nitrogênio atmosférico somente quando não há acúmulo de oxigênio em seu entorno no ambiente de seu desenvolvimento.

As bactérias utilizam parte dos fotoassimilados da planta hospedeira, compostos considerados assimilados na presença da luz, para gerar a energia necessária para promover esse processo de fixação biológica de nitrogênio. Por outro lado, a planta beneficia-se do nitrogênio fixado pela bactéria para síntese de suas proteínas.

IR PARA SUMÁRIO ▲

A inoculação de bactérias diazotróficas em sementes de leguminosas é em alguma situação, uma tecnologia capaz de reduzir consideravelmente a adubação mineral nitrogenada e até mesmo substituir completamente a adubação, uma vez que o nitrogênio fixado biologicamente pode alcançar em média até 1500 kg por hectare e resulta em expressiva redução do custo de produção da cultura.

No oceano, as cianobactérias são os principais organismos fixadores do nitrogênio gasoso dissolvido na água do mar. Nesse ambiente aquoso, *Trichodesmium* é o principal gênero de cianobactéria fixadora de nitrogênio. A fixação do nitrogênio também tem um importante papel na agricultura e na indústria, tendo como destaque a indústria farmacêutica e bélica, sendo processo de fixação do nitrogênio empregado na fabricação de alguns explosivos.

Estas bactérias pertencem ao filo Cyanobacteria ou Cianobactérias, ou divisão Cyanophyta ou cianófitas, é um grupo de bactérias que obtêm energia por fotossíntese. O nome "cianobactéria" vem de sua cor azul também de algas azuis ou verde-azuladas, embora alguns autores considerem estes nomes inadequados, uma vez que cianobactérias são procariontes, e algas deveriam ser apenas eucariontes. No entanto, há outras definições de algas que abrangem também organismos procarióticos.

Procariontes, procariotes ou procariotos como, o *Deinococcus radiodurans* são organismos unicelulares na sua ampla maioria e não apresentam seu material genético delimitado por nenhuma membrana. Estes seres não possuem compartimentalização interna por membranas estando ausentes várias outras organelas, como as mitocôndrias ou cloroplastos, o Complexo de Golgi e não formam o fuso mitótico. Engloba todos os organismos dos domínios *Bacteriae archaea*. Tais células possuem

diversas outras diferenças em relação às células eucarióticas. As células procarióticas não possuem a maior parte das organelas, assim o ribossomo está presente.

Para entender a importância dos microrganismos é necessário conhecer princípios básicos de genética e melhoramento na utilização do potencial desses seres vivos. Por exemplo, o ácido desoxirribonucleico (DNA), é constituído de um único cromossoma, com um ou mais anéis, os plasmídeos, e forma circular, localizada na região chamada nucleotídeo no citoplasma. Não apresenta núcleo verdadeiro, é cíclico, e a fluidez de suas membranas são controladas apenas por fosfolipídios e não por esteróis e fosfolipídios como ocorrem em células eucarióticas. Estas células não se juntam formando organismos pluricelulares, já que não têm a capacidade de formar tecidos, dentre várias outras variações. Embora em algumas células procariontes quando observadas em microscópio eletrônico tem-se observados vestígios nucleares pouco visíveis. Os mesossomos ou invaginações são observados na membrana citoplasmática, dos procariotos.

Todas as informações sobre conhecimento de novos conceitos e utilidades dos microrganismos, muitas vezes mais simples de se estudar sistemas complicados, se encontra em a natureza, para emprego desses seres vivos para o bem-estar do homem.

2. MICRORGANISMOS FIXADORES DE NITROGÊNIO.

A pesquisa no sentido de estudar os recursos naturais tem sido orientada por pesquisadores e produtores objetivando agregar ao processo produtivo de alimentos como suporte para complementar as carências mundiais e cobrir as necessidades do homem e dos animais tanto qualitativa como quantitativamente. Na atualidade, a primeira opção de trabalho é dirigida aos microrganismos com vantagens por apresentarem uma in-

comensurável diversidade genética que desempenha funções específicas e necessárias para a manutenção de ecossistemas, como fatores fundamentais de cadeias alimentares e ciclos biogeoquímicos.

Baseado em estimativas, mesmo considerando a importância na manutenção da biosfera, menos de 10% dos microrganismos existentes em todo o planeta tenham sido caracterizados e descritos integralmente. Esse progresso deve ser depositado na conta dos avanços da biotecnologia moderna e agricultura derivado das descobertas atualizadas principalmente nas áreas de genética, fisiologia e metabolismo de microrganismos.

A heterogeneidade genética e metabólica dos microrganismos tem sido explorada há séculos visando a obtenção de produtos biotecnológicos. A medicina tem utilizado tais qualidades dessa microflora e fauna na produção de antibióticos como estreptomicina, penicilina, dentre outros; de alimentos como a especialização na produção de cogumelos e plantas ornamentais. A tecnologia de alimentos com o suporte da microbiologia coloca no mercado produtos de consumo como cogumelos, queijo, iogurte, vinagre, bebidas alcóolicas incluindo o vinho e acerveja. Ainda, de grande importância de uso drogas medicinais sobressai a produção de produtos intermediários como ácidos orgânicos considerando o cítrico e fumárico e outros. Na produção de fontes energéticas, com favorável retorno econômico sobressaem o álcool etanol e derivados, alimentos fermentados incluindo os molhos, como exemplo o de soja, tratamento ambiental ou de remediação do efeito de resíduos dos esgotos domésticos e lixo industrial.

Na agricultura e pecuária tem-se observado avanço na produção de fermentados na alimentação animal, fertilização de solos dirigindo principalmente na fixação biológica de nitrogênio

e controle biológico de pragas e doenças importantes dos principais produtos agrícolas de consumo na alimentação básica eliminando a lagarta da soja, da cigarrinha da cana de açúcar, da pastagem e de vários fitopatógenos relacionados com as culturas de campo. Muito ainda tem que se fazer no aproveitamento da energia produzida pelos microrganismos.

Do grupo das Bactérias e Archaea estima-se que pouco mais de 1% das bactérias de solos são trabalhadas. Contudo deve-se considerar que o reconhecimento de novas espécies de bactérias de solos vem crescendo nos últimos anos em virtude do desenvolvimento e uso processos e técnicas necessárias no estudo da biologia molecular que permitem maiores estudos de DNA a partir de material genômico extraído diretamente do solo.

Em relação aos fungos, somente 5% encontrados nos solos tenham sido descritos. Sua importância deve ser explorada considerando que estes microrganismos são envolvidos em relações mutualistas, amensais, comensais e competitivos com outros organismos do solo.

Estudos mais especializados têm sido realizados em relação à catalogação de fungos superiores, que formam sistemas de reprodução macroscópicos como a dos cogumelos. O mesmo não tem sido realizado com os micorrízicos que formam relações mutualistas com plantas, apenas são trabalhadas as espécies associadas às plantas de interesse agrícola, embora os fungos ectomicorrízicos apresentem um grau de especificidade superior aos arbusculares.

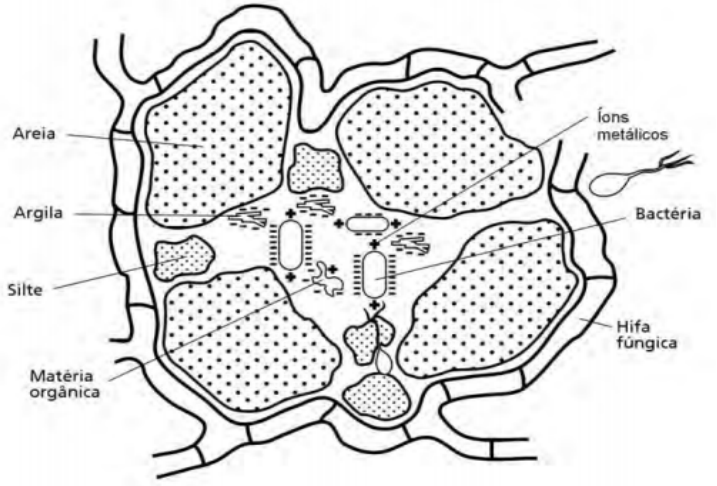
Outra necessidade de estudo que deve ser realizada refere-se aos protozoários e aos nematoides uma vez que apenas 10% dos protozoários do solo são conhecidos. A necessidade de estudos desses é importante considerando que protozoários e os nematoides, são predadores de microrganismos dos ecossistemas ter-

restres que poderiam modificar as condições de acidez do solo, além de provocar alterações na diversidade de protozoários relacionadas às mudanças nos processos ecológicos de ecossistemas. Tem-se conhecimento do efeito desses microrganismos na população de bactérias além de influenciar o efeito do abaixamento do pH. O estudo nesse campo pode trazer informações sobre a composição das populações de fungos e bactérias. As informações sobre a população de fungos, por sua vez, podem indicar a qualidade da matéria orgânica na decomposição no solo (GTT, 1998).

3. CONHECIMENTOS BÁSICOS SOBRE FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO

A ocorrência da fixação biológica de nitrogênio pode apresentar diferentes níveis de eficiência e por isso é necessário que se considere as condições físicas, químicas e biológicas do solo onde se envolve as reações relacionadas com as características do local, do clima, da planta e do ambiente que os cerca (Figura 3).

Figura 3 - Sítios de bactérias e fungos localizados entre as partículas do solo



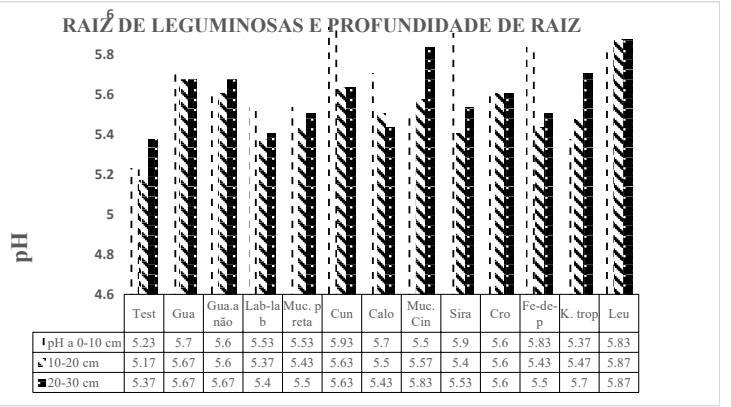
Fonte: Moreira; Siqueira, 2006.

Todos esses parâmetros podem ser melhorados quando se escolhe as espécies certas da planta e as estirpes do inoculante, seja bactéria, fungos, algas, micorrizas, dentre outros frequentes no solo (Figura 3), e também o conhecimento qualitativo e quantitativo das necessidades nutricionais de acordo com as recomendações e dos métodos e formas dos materiais de recomendação oficiais envolvendo corretivos e fertilizantes, no caso com ênfase em pastagens (COSTA *et al*., 2006; PEDREIRA 2000).

O solo é o ambiente ou o meio aonde os microrganismos vão se multiplicar, desenvolver e atuar, contudo, neste local deve haver um equilíbrio dentre os vários fatores, que contribuem para o sucesso do uso da tecnologia proposta. Considerando as características do solo, a carência em nutrientes com exceção dos solos de cerrado, formados em depósitos atribuídos ao derramamento basáltico que cobre parte do Triângulo Mineiro e sul de Goiás, são pobres em matéria orgânica, apresentam acidez

elevada, baixos teores de fósforo, cálcio, magnésio e zinco dentre outros. Nesse ambiente, o potencial integral desses microrganismos vai ocorrer depois que forem corrigidos, colocando todos os fatores ambientais em equilíbrio e condições para obter o sucesso da atividade dos fixadores que nas pastagens, o nitrogênio é o que mais exterioriza o potencial das atividades microbiológicas.

Figura 4 - Influência de diferentes leguminosas nas mudanças de pH ou da acidez dos perfis do solo



	Test	Gua	Gua.anão	Lab-lab	Muc. preta	Cun	Calo	Muc. Cin	Sira	Cro	Fe-de-p	K. trop	Leu
pH a 0-10 cm	5.23	5.7	5.6	5.53	5.53	5.93	5.7	5.5	5.9	5.6	5.83	5.37	5.83
10-20 cm	5.17	5.67	5.6	5.37	5.43	5.63	5.5	5.57	5.4	5.6	5.43	5.47	5.87
20-30 cm	5.37	5.67	5.67	5.4	5.5	5.63	5.43	5.83	5.53	5.6	5.5	5.7	5.87

Fonte: Adaptado de Nascimento *et al*., 2003.

Obs: Test = Testemunha, G=Guandu (*Cajanus* cajan L), Guandu anão (Cajanus cajan (L) Millsp), Lab-lab (*Dolichos lab lab* L), Siratro (*Macroptilium atropurpureum* L), Muc=mucuna preta (*Styzolobium aterrimum,* L) Cun=Cunhã (*Clitoria ernatea* L), Calo=Calopogônio (*Calopogonium mucunoides* L), Muc.cin=mucuna cinza (*Styzolobium cinereum* Piper e Tracy), Sira=Siratro (*Macroptilium atropurpureum*, L), Cro=Crotalária (*Crotalaria juncea* L), Fe-de-p=Feijão de porco (*Canavalia ensiforme* L), K.tro=kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides* L), Leu=Leucena (*Leucaena leucocephala* L).

IR PARA SUMÁRIO

Tabela 1 - Ácidos produzidos por microrganismo (M) do solo que solubilizam fosfatos (SF)

Microrganismos solubilizadores de fosfatos	**Ácidos produzidos**
Acinetobacter sp	G+O+B
Aspergillus niger	O+C+G+Gl+S
Aspergillus sp	G+M+O+C
Azospirillum brasilense	G
Azospirillum lipoferum	G
Azotobacter sp	O+G+S+T+F+L
Bacillus megaterium	L+mal
Bacillus atrophaeus	Ib+PS
Burkholderia cepaces	G+2KTG
Enterobacter intermedium	G+2KTG
Cireobacter sp.	G+A
Enterobacter intermedium	G+2KTG
Fusário oxysporum	L+Mal+M+S+T+C
Paenibacillus kribbensis	G+O+P
Penicillium sp	L+Gl
Pseudomonas cepacia	G
Pseudomonas currogata	2KTG
Pseudomonas sp	C+G
Rhizobium leguminosarum	2KTG
Serratia marcescen	G+C+S+L
Stenontrophomonas maltophilia	G

Fonte: Marra, 2012, citadas por Silva, 2014.

A=ácido acético, C=ácido cítrico, 2KTG=2-cetoglucônico, F=fumárico, Gl=glicólico, Ib=isobutírico, L=lático, Mal=maleico, M=málico, O=oxálico, P=propiônico, S=succínico, T=tartárico, B=butírico.

Mesmo que todos os parâmetros físicos e químicos tenham sido corrigidos (Figura 4) ainda pode ocorrer baixa atividade dos microrganismos devido ao natural comportamento biológico. Esses microrganismos comportam de acordo com as suas exigências que dentre vários fatores, que se encontram em maior ou intensiva atuação no solo e que não oferece condições para exercer sua habilidade em atuar nas condições existentes, na presença de seus concorrentes e com os vegetais presentes sejam encontrados naturalmente ou em cultura trabalhada (Tabela 1).

Como as atividades dos microrganismos são muito dinâmicas, o solo pode modificar suas condições originais em função dos compostos descartados produzidos pelas raízes da cultura. Também o manejo da cultura, em quaisquer condições de biomas variados deve ser observado, uma vez que nas condições de continente tem-se a vegetação, o clima e solo de todas as classes de seres vivos. Verifica-se na Tabela 1 os ácidos produzidos por diferentes microrganismos solubilizadores de diferentes fontes de fósforo.

Com os trabalhos progressivos da pesquisa, em nome da ciência e do progresso, tem-se aumentado os conhecimentos sobre milhares de organismos que realizam processos básicos fundamentais, benéficos ou maléficos, que podem ser usados para o bem-estar do homem. Com isso foi valorizada a utilidade do solo, considerado o fator mais complexo, heterogênico e dinâmico dos habitats microbianos existentes. Assim, o conhecimento da biodiversidade do solo e suas relações ecológicas e funcionais com o meio ambiente e sua relação com as plantas tem sido estudado, associando a atividade transformadora do solo, sempre procurando equilíbrio do potencial da capacidade multiplicadora de produção realizada com a fotossíntese, auxiliada pela adaptabilidade da planta e envolvimento da força criadora dos

microrganismos para transformar a produção agrícola em uma atividade sustentável (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Tabela 2 - Microrganismos solubilizadores de fosfato em potencial

Microrganismos	**Fosfatos**	**Cultura**
Bacillus firmus	Fosfato tricálcico	Arroz- Oryza sativa
Penicillium bilaji	Fosfato de cálcio	
Penicillium bilaji F	Fosfato de rocha idaho	
Glomus fasciculantum	Fosfato de ferro e Fosfato de ferro cristalino	Trevo (*Oxalis pescaprae*) e Azevém (*Lolium multiflorium*)
Penicillium bilaji	Fosfato de rocha Idaho	Trigo (*Triticum aestivum*)
Penicillium fuscum	Fosfato de Potássio	Trigo (*Triticum aestivum*)
Pseudomonas striata	Quaisquer fosfatos de rocha	Quaisquer tipos de arroz *Oryza sativa*
Bacillus polymyxa		
B, subtilis, B. circulans		
Aspergillus niger		
Bacillus firmus		
Mussoorie Aspergillus niger	Fluorapatita	Mussoorie (*Aspergillus niger)*
Pseudomonas		Alface (*Lactuca sativa*)
Enterobacter sp. Pseudomonas sp	Fosfato de potássio	Alface (*Lactuca sativa*)
Rhizopus sp;		
Bacillus megaterium	Fosfato tricálcico	
Glomus deserícola Fluor	Fluorapatita	
Penicillium pinophilum	Fosfato tricálcico	Grão de bico (*Cicer arietinum*) cevada (*Hordeum vulgar*)
Mesorhizobium mediterraneum		

Microrganismos	**Fosfatos**	**Cultura**
Glomo deserticola	Fluorapatita	Cultura
Aspergilus niger	Fosfato tricálcico	Trigo (*Triticum aestivum*)
A.fumigatus		Fava (*Vicia faba*)
Penicillium pinophilum	Fosfato tricálcio	Grão de bico (*Cicer arietmum*)
Mesorhizobium mediterraneum		Cevada (*Hordeum vulgar*)
Glomus deserticula	Fluorapatita	Cultura
B. megaterium var.phosphaticum	Fosfato de rocha Idaho Fosfato de rocha tricálcico	Cana de açúcar (*Sacharum officinarum)*; Rabanete (*Raphanus ativum)*; Jicama (Fachyrhizus erosus)
Penicillium sp. *Aspergillus sp. Acidithiobacillus*	Fosfato de rocha gafsa	
Bacillus megaterium (Wu), *Bacillus mucilaginous*	Fosfato de potassio	Milho (Zea mays)
Azotobacter chroococcum		
Aspergillus niger	Fosfato tricálcico	Trigo (*Triticum aestivum*)
A.fumigatus		Fava (*Vicia faba*)
B. megaterium phosphaticum	Fosfato de rocha Idaho Fosfato de rocha tricálcico	Cana de açúcar Rabanete Jicama
250 isolados de rizóbio (Billus pumilus)	Fosfato de Araxá	Milheto *Pennisetum glaucum*
	Fosfato de Itafós	

Fonte: organizado por Silva, 2014.

Esses microrganismos agilizam os estudos de fixação biológica de nitrogênio complementando as relações N:P de fontes de fósforo, testado em ambiente controlado, em várias culturas.

IR PARA SUMÁRIO

Em um sistema lavoura pecuária e floresta a relação solo planta e atmosfera devem atuar em equilíbrio, associando técnica e manejo de acordo com a capacidade do potencial ativo e produtivo de cada agente. Esse equilíbrio é dinâmico e varia de com os microrganismos existentes no solo, uma vez, que a ação e a produção de resíduos variam com cada aptidão da flora e fauna presentes em cada ambiente (Tabela 2).

O uso de fertilizantes e corretivos em culturas de grãos é importante na manutenção das reservas de nitrogênio (N) do solo. Alta produtividade com doses baixas de N, normalmente significa que a quantidade de N exportada com a colheita é maior do que a adicionada, o que contribui para o empobrecimento do solo.

Alves *et al*. (2003) encontraram balanços positivos de N, em um estudo com rotação de culturas, quando uma leguminosa de inverno estava presente, ou quando a produtividade foi baixa o suficiente para que a fertilização superasse a exportação de N nos grãos. Nesse estudo, no entanto, considerou-se uma recuperação de 100% do N do fertilizante no sistema solo-planta, o que certamente não é uma situação comum. Existem evidências de que alguns processos que levam à perda de nitrogênio ocorrem de forma mais intensa em áreas manejadas pelo plantio direto.

Quando se envolve microrganismos no ambiente, este deve ser propício ao desenvolvimento tanto do hospedeiro como do simbionte. Embora todos os nutrientes devem se encontrar em torno do nível crítico desejado no solo, deve haver uma relação ideal entre os níveis, por exemplo, de nitrogênio e fósforo. Por isso, os microrganismos solubilizadores de fósforo são importantes para o bom rendimento da fixação simbiótica de nitrogênio especialmente pela volatilização de amônia (LARA-CABEZAS *et al*., 1997). Um sistema agrícola, ambientalmente sustentável, permite que as reservas de nutrientes e matéria orgânica do

solo sejam preservadas ao longo dos anos (ICNAF, 1975). Essa reserva orgânica é importante uma vez que os conteúdos de carbono e de nitrogênio (N) do solo estão diretamente relacionados, variando numa relação entre 12:1 e 18:1, quando se considera a matéria orgânica estável do solo. Contudo no processo de rotações de culturas onde as perdas de nitrogênio (N) com a exportação de N nos órgãos colhidos, sejam maiores do que as entradas de N ocorrem perdas de carbono (C) do solo, ou matéria orgânica, que podem criar condições insustentáveis para a agricultura ao longo do tempo (ALVES *et al*., 2003; URQUIAGA *et al*., 2005a, b, c).

Na região dos Cerrados, a soja é a leguminosa de maior importância em termos de área plantada, e apresenta total dependência da fixação biológica de nitrogênio (FBN). Outras culturas, comumente plantadas em rotação com a soja, são milho e algodão (CRUZ *et al*., 2002).

Na chamada safrinha, plantam-se mais frequentemente gramíneas, e as doses de fertilizante nitrogenado são quantitativamente de nível mais baixo em comparação às da safra. Dessa forma, a manutenção dos estoques de nitrogênio (N) do solo; nessa condição, depende de um sistema simbiótico altamente eficiente para a cultura e do uso racional de fertilizantes nitrogenados pelas culturas em uso.

Ainda que muitas espécies de plantas possuam a capacidade natural de associação com bactérias fixadoras de nitrogênio, em maior ou menor grau, a eficiência da fixação do nitrogênio pode ser melhorada, embora os estudos de cientista e pesquisadores têm mostrado que bactérias tem potencial para alta capacidade de fixação de nitrogênio e, assim, elevar a produtividade das lavouras. Nesse sentido, trabalhos avançados têm sido realizados com cana, feijão e soja (URQUIAGA *et al*., 2005 a b, c). As bacté-

rias selecionadas são encontradas no comércio, quase sempre, apenas com o nome do inoculante, podendo ser ainda encontradas as sementes já inoculadas com espécies selecionadas de bactérias fixadoras de acordo com a sua potencialidade e o ambiente que vai ser desenvolvida. Em sistemas de produção trabalha-se objetivando aproveitar a capacidade desses microrganismos de importância produtiva para desenvolvimento de plantas importantes na alimentação do homem e dos animais.

Nesse sentido, considerando somente plantas, associadas aos microrganismos encontrados em a natureza como as bactérias, fungos, vírus leveduras, dentre outras formas, pode-se aferir a grande relevância da biodiversidade brasileira, conhecendo que cada espécie, no caso vegetal, possui um número médio de 300.000 genes, ponderando inclusive, o elevado grau de duplicação de genes e a prolixidade de sistemas alélicos ou das estruturas gênicas (VALOIS, 1998). Aproximadamente, pode avaliar em perspectiva para o uso de ferramentas biotecnológicas quanto à transformação de plantas via engenharia genética, pois, se conhece que no mundo, pouco mais de 20 genes encontram sendo usados para essa finalidade. Essa consideração cresce em forma de interesse nos pesquisadores dos fenômenos científicos (Tabela 3), sobre a pesquisa biológica molecular onde as leis de propriedade intelectual sobre as novas descobertas vão reforçar a importância do conhecimento do papel fundamental da informática e outros campos associadas à acurácia na avaliação dos resultados da pesquisa.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 3 - Isolamento de genes de microrganismos com capacidades diferenciais de atividades específicas de acordo com os microrganismos considerados

Microrganismos	**Gene ou plasmídeo = Moléculas circulares duplas**	**Característica**
Microrganismos	**Genes**	**Produto formado**
Ermínia herbicola	mps	Produz ácido glucônico. Provavelmente envolvido com a síntese de pirroloquinoliquinona (PQQ).
Pseudomonas cepacia	gabY	Produção de ácido glucônico. Nenhum homologia com PQQ.
Enterobacter agglomerans	pKKY	Solubiliza P em *E.coli* JM
Rhanella aquatitis	pK 1M10	Solubiliza P e produz ácido glucônico em *E. coli* EH5-alfa
Serratia mercescen	pKG3791	Produção de ácido glucônico e solubilização de P mineral

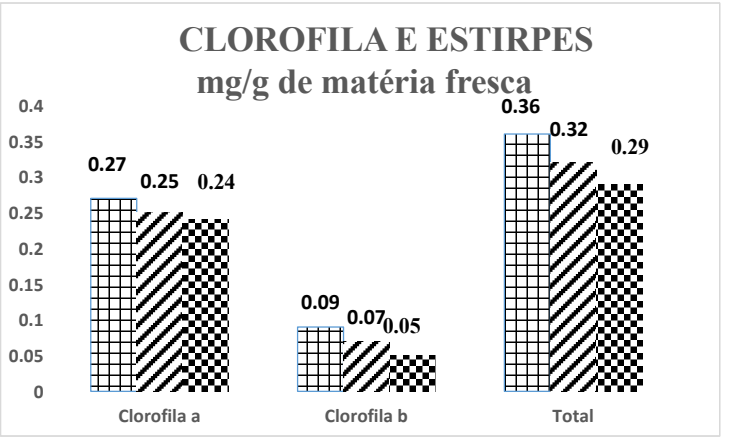
Fonte: Gomes *et al.*, 2002, citado por Silva *et al.*, 2014.

4. O NITROGÊNIO

O nitrogênio é o nutriente que mais responde à aplicação nas pastagens tanto para manutenção quanto para a produtividade das gramíneas, quando os outros nutrientes se encontram em concentrações na faixa crítica exigida pelas plantas, incluindo as forrageiras. Esses nutrientes são considerados essenciais na formação das proteínas, cloroplastos e outros compostos que participam ativamente na síntese dos compostos orgânicos constituintes da estrutura vegetal. Portanto, tem-se atribuído a estes nutrientes a responsabilidade da caracterização dos sintomas ligados ao porte da planta, no caso as forrageiras, tais como altura da planta, tamanho das folhas e colmo, formação e desenvolvimento dos perfilhos (PRADO, 2008).

O nitrogênio (N) é o elemento encontrado em maior concentração na atmosfera terrestre, chegando a 78% do ambiente gasoso. Atua ativamente nas várias reações biológicas e ainda ser constituinte da estrutura da clorofila, de enzimas e proteínas. Todo o processo de fotossíntese da cultura influencia na fixação biológica ou não biológica de nitrogênio. Embora considerado nutriente essencial para as plantas, a absorção de altas concentrações de nitrogênio afeta a formação de raízes, a fotossíntese.

Figura 5 - Teores de clorofila a, b e total, em plantas de soja cultivar BR-4, em associação simbiótica com diferentes estirpes de *Bradyrhizobium*, submetidas à inundação do sistema radicular por 21 dias



Fonte: Adaptado de Amarante *et al*., 2007.

A produção e translocação de foto assimilados (Figura 5). Assim o desbalanceamento entre a taxa de crescimento entre folhas e raízes, resulta em produção de plantas ostioladas quando ocorre excesso de plantas pouco desenvolvidas e quando falta nitrogênio em concentração suficiente para suprir as necessidades da planta (FAGAN *et al*., 2008; SPAEPEN *et al*., 2009; TAIZ; ZEIGER, 2004). Em ambas as condições, as forrageiras podem ter a produção de massa abaixo do seu potencial de produção.

Por ser um nutriente continuadamente exigido pelas plantas, as deficiências de nitrogênio se exteriorizam rapidamente caracterizando tanto nas leguminosas como nas gramíneas por um amarelecimento nas folhas.

O aproveitamento da fixação biológica do nitrogênio é muito importante uma vez que o nitrogênio de origem da matéria orgânica no solo não é suficiente para suprir as necessidades das gramíneas forrageiras em campo ocupado por animais. As alterações fisiológicas são caracterizadas pela redução no número, tamanho e peso, e número de perfilhos e folhas, alongamento do colmo que influenciam na produção de massa seca e valor nutritivo das plantas forrageiras e como consequência, mais tarde, redução dos índices zootécnicos (SILVA *et al*., 2017; MACEDO, 2009; KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003).

Silva *et al*. (2015) resumiram em revisão, que solo é um importante habitat para os microrganismos e estes desempenham atividades vitais para os vegetais em vários sistemas modificadores do solo desde a gênese e transformação dos componentes do solo, catalisando transformações únicas e indispensáveis no ciclo global do carbono e do nitrogênio. A população microbiana existente no campo terrestre representa a forma de vida mais abundante e diversificada no planeta, sendo a diversidade da microbiota do solo extremamente elevada. Considerando ainda a presença dos microrganismos do solo, nas diferentes partes da natureza desempenhando papel fundamental nos ecossistemas, justifica-se assim a intensificação dos estudos nesse campo para a perpetuação da existência do homem em condições favoráveis de vida.

5. BAIXA EFICIÊNCIA DA ADUBAÇÃO NITROGENADA

As forrageiras são importantes para a manutenção da reserva orgânica do solo, tanto para quebrar a força da água das pre-

cipitações climáticas como da aplicação de água tecnicamente incorreta. Ao mesmo tempo estas forrageiras produzem materiais mortos que se incorporam ao solo contribuindo com oferta de nutrientes, melhorando a física e produzindo energia para os microrganismos ocupantes naturais, dependentes da composição do meio onde sobrevivem. Esses microrganismos podem ser fixadores de nitrogênio, mas, dependendo da carência da composição mínima do ambiente necessita desse nutriente, muitas vezes em pequenas doses de fertilizantes nitrogenados apenas para incentivar o arranquio do crescimento inicial das plantas, ainda novas em estádio final de germinação e inicial de crescimento, mas ainda sem habilidade e capacidade de iniciar atividades fotossintéticas e de fixação.

A resposta das plantas forrageiras ao nitrogênio (N) varia com a espécie forrageira, dose e fonte do fertilizante, modo de aplicação, a forma de utilização de pastagem, número de cortes ou pastejo, o tipo e a textura do solo e com as condições de clima, temperatura e umidade, antes, durante e depois da aplicação de corretivos e fertilizantes. Diversos componentes de produção da planta, animal, reações do solo e atmosfera, bem como a interação entre eles determina a quantidade de forragem produzida (VILELA *et al*., 2008; MARTHA JUNIOR *et al*., 2002).

A deficiência deste nutriente, causada pela ausência de aplicação ou aplicação de baixas doses tem sido apontada como a principal causa para a redução da produtividade e degradação das pastagens com a redução na produção de massa seca (MS) e do teor de proteína, a partir da produção de carboidratos (MARTA JÚNIOR *et al*., 2003; 2007a e 2007b; 2008; HAVLIN *et al*., 2014; HAVLIN, 2005).

A eficiência baixa no uso de nitrogênio se deve aos processos de aplicação de baixas doses, fontes de fornecimento, forma de

parcelamento (Marta Junior *et al*., 2004), que resultam nas perdas significativas no ambiente o que torna a prática não econômica. Parte do nitrogênio introduzido no sistema de produção agrícola acaba sendo frequentemente perdido, o que reduz a eficiência do seu uso e, consequentemente, diminui a agregação de valores dos empreendimentos agropecuários baseados na alimentação do gado com plantas forrageiras (BONFIM-SILVA; MONTEIRO, 2006). Ao mesmo tempo, nem sempre, as condições de umidade controladas pelo sistema em irrigação ou curtos veranicos não são objetos da plantabilidade, ou seja, o cultivo não é realizado com as precisões totalmente controladas.

Em cultivos em consórcio do milheto (*Pennisetum americanum*) com crotalária (*Crotalaria juncea*) utilizando nitrogênio (N^{15}) marcado tem-se verificado até 60% do nitrogênio absorvido. Quando se cultiva crotalária e milheto consorciados, aproximadamente o rendimento da produção de massa da do consórcio pode reduzir à metade com redução da fixação biológica de nitrogênio (FBN). Quase sempre esse consórcio apresenta este resultado devido à dificuldade do controle não apenas do sombreamento, mas também das menores variações de temperatura local. Ao mesmo tempo observa-se aumento da umidade do solo como resultado do maior volume de resíduo vegetal incorporado ao solo bem como a produção de matéria orgânica de melhor qualidade.

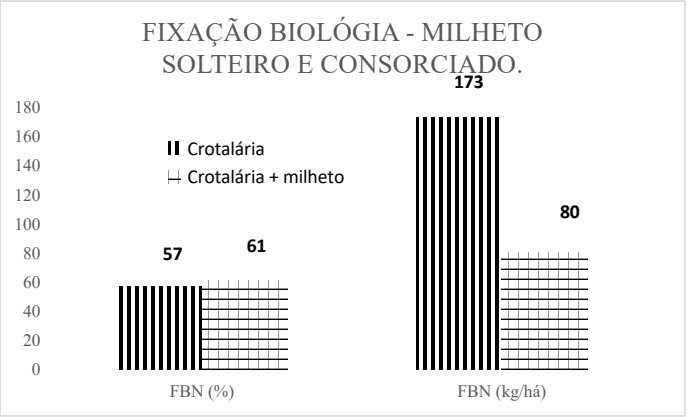
Geralmente, várias leguminosas apresentam produção mais elevadas quando se cultiva em lavouras solteiras, contudo quando se calcula bens agregados, os sistemas de culturas tomando como exemplo gramíneas e leguminosas, são invariavelmente mais sustentáveis. Tem-se explicado tal comportamento pela maior capacidade da gramínea em competir pelo nitrogênio (N) mineral do solo, proveniente da mineralização da matéria orgânica. A proporção do nitrogênio acumulado derivado da FBN, fixação

biológica do nitrogênio, é maior quando se compara os resultados obtidos entre os tratamentos da leguminosa pesquisada. As respostas de algumas pesquisas realizadas na presença e na ausência da crotalária (Figura 6), variam de acordo com a disponibilidade de nitrogênio mineral no solo. Ao mesmo tempo, as respostas variam também com a eficiência fixadora de N das estirpes de microrganismos, bactérias, fungos, leveduras e outros, introduzidas através da inoculação das sementes e/ou com a população dos microrganismos presentes, selvagem ou anteriormente utilizada no solo (SIMIONI 2017; 2014; PERIN *et al*., 2004).

Para um bom manejo da correção da acidez do solo, adubação e complementação de nutrientes exigidos pelas culturas, principalmente no sistema intensivo, torna-se importante conhecer a necessidade em nutrientes das forrageiras e, consequentemente, a sua capacidade de extração de nutrientes do solo pelas plantas.

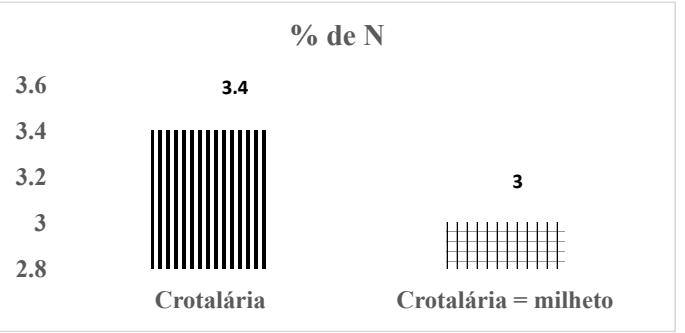
Primavesi *et al*. (2005) verificaram que o capim-marandu quando recebe doses elevadas de nitrogênio extrai grandes quantidades de nutrientes do solo, principalmente de potássio e fósforo. O manejo adequado da adubação nitrogenada na agricultura é fundamental desde que a cultura seja qualitativa e quantitativa responsiva para que não haja prejuízos na relação custo/benefício (Figura 7), no ambiente como acidificação do solo, liberação de gases do efeito estufa, eutrofização de lagoas e açudes, na nutrição de plantas e de animais e à saúde humana através da contaminação de mananciais hídricos por nitratos (COSTA *et al*., 2008; COSTA *et al*., 2006).

Figura 6 - Influência do tipo de cultivo na fixação biológica realizada pela crotalária (leguminosa) solteira e em consórcio com milheto (gramínea)



Fonte: Adaptado de Perin *et al*., 2004.

Figura 7 - Nitrogênio marcado avaliado na fixação biológica de nitrogênio em cultura de crotalária solteira (leguminosa) nas folhas e em consórcio de crotalária+milheto (gramínea)

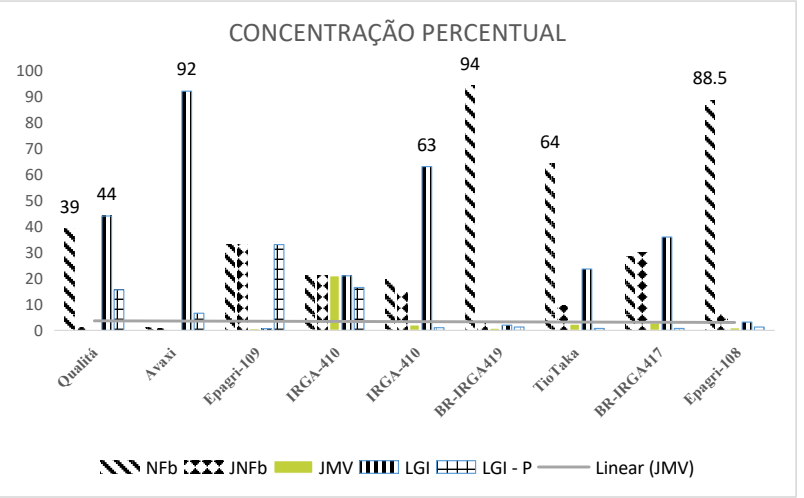


Fonte: Adaptado de Perin *et al*., (2004).

As culturas, dependendo da espécie, podem absorver o nitrogênio (N) nas formas de NH_{4+} ou de NO_{3-} ou através do N_2 atmosférico pela fixação biológica. As leguminosas que absorvem o nitrogênio (N) na forma de N_2 o transforma em NH_4 através do processo simbiótico com bactérias.

Pode ocorrer associação ou simbiose das leguminosas com bactérias dos gêneros *Rhyzobium, Bradyrhizobium, Azorizhobium, Photorizhobium, Sinorizhobium* (GALO, BASSO, 2013; TAIZ e ZEIGER, 2004). Comercialmente são colocadas no mercado estirpes para venda para uso dos agropecuaristas.

Figura 8 - Percentual médio aproximado do peso de bactéria diazotrópicas endofíticas (log_{10}), em cinco meios de cultura (JNFb, JMV, LGI, LGI-P, Linear JMV), associadas às raízes de cultivares de arroz



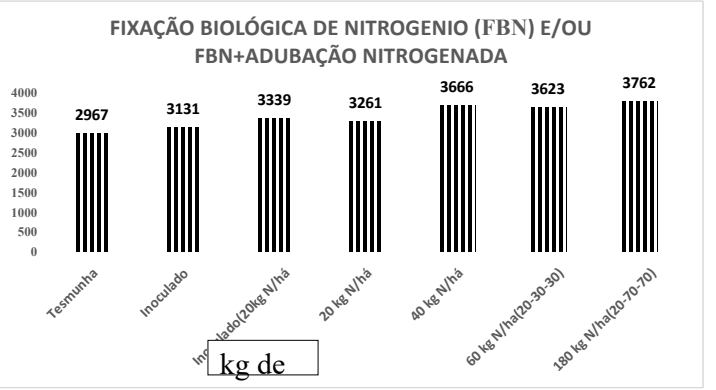
Fonte: Adaptado de Kuss *et al*., 2007.

Em relação ao processo de uso de nitrogênio, os produtores utilizam as técnicas de uso da fixação biológica de nitrogênio (FBN), na prática, aproximadamente apenas um equivalente a 6% do total nitrogênio usado na soja é utilizado pelos produtores brasileiros (DÖBEREINER *et al*., 1997).

Ao mesmo tempo, HUNGRIA *et al*. (2013) relatam que os feijões também têm demonstrado bons coeficientes de rendimento com os tratamentos de inoculantes. Considerando em termo de condições globais, a fixação biológica de nitrogênio (FBN) resulta em uma economia financeira de bilhões de dólares.

Justifica-se, de acordo com as respostas obtidas, defender a capacidade de fixação biológica de nitrogênio (N) pelos microrganismos, também de vida livre (Figura 8) à dinâmica do N no solo que é muito complexa e diferenciada em relação aos outros nutrientes. Esse nutriente possui grande mobilidade no solo, sofre inúmeras transformações mediadas por microrganismos, possui alta movimentação em profundidade, transforma-se em formas gasosas e se perde por volatilização e tem baixo efeito residual (AGUIAR e SILVA, 2005). Com isso, parte do nitrogênio (N) aplicado à pastagem é frequentemente perdida no sistema (Figura 9), o que reduz a eficiência de uso, principalmente porque os fertilizantes nitrogenados são normalmente aplicados em cobertura, sem incorporação ao solo (COSTA *et al*., 2006).

Figura 9 - Interação entre nitrogênio aplicado e nitrogênio fixado pelo processo biológico

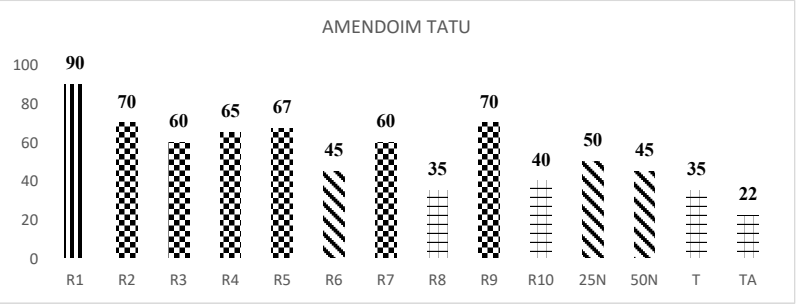


Ainda, tem-se incentivado a formação de pastos em sistemas envolvendo agricultura, pecuária e floresta intercalando culturas de leguminosas e forrageiras e ainda fazendo aplicação de sementes de forrageiras com as leguminosas na formação e recuperação das pastagens. Em ambas pode ser feito uso dos recursos naturais por baixo custo obtendo maior produtividade de massa por unidade de produção, ou seja, por hectare.

6. CONHECIMENTOS GERAIS SOBRE FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO

Conceitua-se fixação de nitrogênio o processo pelo qual o nitrogênio gasoso é convertido em amônia ($N_2 \rightarrow NH_3$), ou outra molécula semelhante, para então ser incorporado em uma molécula orgânica, por exemplo, aminoácido.

Tabela 10 - Número de nódulos do amendoim sob inoculação de diferentes estirpes de rizóbios (R) em relação a adubação nitrogenadas comparada com a testemunha (T) e testemunha absoluta (TA)



Fonte: Dobereiner, 1990.

Esse processo é importante em feijões, favas, ervilha, lentilha, grão-de-bico, soja, tremoço e amendoim (Figura 10), Estas são algumas das faboideas cultivadas pelas propriedades alimentícias de suas sementes, ricas em proteínas, ferro e carboidratos, ou em óleo, como a soja. O jacatupé ou feijão-batata (*Pachyrrhyzus bulbosus*), com raízes de até 15 kg, é talvez a maior fonte de proteína dos povos africanos. Outras, como a alfafa (*Medicago sativa*), amendoim forrageiro, amendoim granífero (*Arachis pintoi*), estilosantes (Stylosanthes *guianensis* cv. Mineirão), Campo Grande (*Stylosanthes capitata* e *Stylosanthes macrocephala*), desmódio (*Desmodium ovalifolium* cv. Itabela), puerária (*Pueraria phaseoloides*), calopogônio (*Calopogonio muconoides*) e leguminosas arbóreas/arbustivas, como a leucena *(Lecaena*

leucocephala), guandu (*Cajanus cajans*), gliricidia (*Gliricidia serpium*), lab-lab (*Lablab purpureus*), a crotalária (*Crotalária juncea, Crotalaria paulina*, *Crotalaria espectabilis*, *Crotalaria gratiana*) e a mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), mucuna-anã (*Mucuna deeringiana*) e diversos tipos de trevos, dentre outras, consideradas excelentes forrageiras.

Ambientes naturais carentes em nitrogênio devido à conversão de uma forma de nitrogênio inerte em outra disponível para assimilação por organismos vivos, ou seja, o hospedeiro também denominado simbionte.

Existe um acervo extenso e importante das leguminosas, com cerca de 15.000 espécies no mundo, muitas de importância econômica e outras de valor alimentar, incluindo plantas herbáceas, trepadeiras, arbustos, e até árvores gigantes. As plantas mais estudadas até o momento são aquelas que são consideradas alimentos e aquelas especificamente para produção e incorporação de nitrogênio para as culturas e pastagens.

As leguminosas são classificadas em três subfamílias:

Mimosóideas: Ingá (*Inga edulis*), de frutos doces e comestíveis; a algarobeira (*Prosopis algarobilla*), recentemente introduzida no nordeste brasileiro, utilizada como forragem e sombreamento das pastagens; e as acácias e cássias, com espécies de ampla distribuição geográfica, a dormideira (*Mimosa pudica*), leguminosa esta, classificada como erva rasteira conhecida pela suscetibilidade, suas folhas se fecham ao mais leve toque.

Cesalpinoídeas: Encerram 150 gêneros com cerca de 2.200 espécies dentre elas o pau-brasil (*Caesalpinia enchinata*), a tamarineira (*Tamarindus indica),* cujos frutos são usados no fabrico de bebidas e doces, o flamboyant (*Delonix regia*), árvore ornamental cultivada no mundo inteiro, a copaíba (*Copaifera langsdorfii*) e o jatobá (*Hymenae coubaril*), que produz boa ma-

deira, casca para curtume e resina para a fabricação de verniz, pau-brasil ou pau-de-pernambuco, arabutã, ibirapiranga, ibirapitá, ibirapitanga, orabutã, pau-de-tinta e pau-rosado. Essa planta é uma árvore leguminosa nativa da Mata Atlântica, no Brasil (*Paubrasilia echinata* Lam, antiga *Caesalpinia echinata* Lam.

Papilionoídea: Desta subfamília das papilionoídeas, ou faboídeas, fazem parte cerca de 9.000 espécies agrupadas em 400 gêneros, incluindo os jacarandás (*Machaerium, Dalbergia e Swartzia*), grandes árvores cuja madeira é usada pelas marcenarias, por sua beleza e durabilidade. Faboidea é ainda o xiquexique ou chocalho-de-cascavel (*Crotalaria striata*), os legumes secos, quando abatidos pelo vento, produzem um ruído semelhante ao chocalhar da cascavel.

Os trabalhos realizados com fixação biológica do nitrogênio, embora vários trabalhos de pesquisa se encontrem em atividade, principalmente com a soja e com o feijão, sendo ambos consideradas como culturas, as leguminosas mais trabalhadas para consumo alimentar para o homem, no caso do feijão e para ambos homem e animais. Para se trabalhar com essas plantas e outras leguminosas semelhantes torna-se necessários uma cultura, o sistema radicular e uma bactéria para a formação do nódulo e iniciar a fixação. Dentre as leguminosas se encontram plantas que formam nódulos nas folhas, no entanto ainda, não se tem informações sobre os seus processos de atividade a não ser algumas pesquisas embrionárias.

7. NODULAÇÃO: ALTERAÇÕES ANATÔMICAS E FISIOLÓGICAS

A fixação biológica do nitrogênio (N) envolve uma sequência de processos quando ocorre a adaptação da bactéria à planta que resulta na fixação do nitrogênio (N2) atmosférico. O contato da bactéria com as raízes, ou seja, a inoculação ocorre duas

horas depois do tempo do início da adaptação da bactéria (VINHAL-FREITAS; RODRIGUES, 2010)

Santos e Reis, (2008), citando relatório de Carvalho (1946) sobre fixação biológica do nitrogênio relatam que os nódulos primários, são formados, após a infecção da bactéria fixadora, preferencialmente nos locais de alongamento da raiz e nas zonas iniciais de formação de pequenos pelos radiculares.

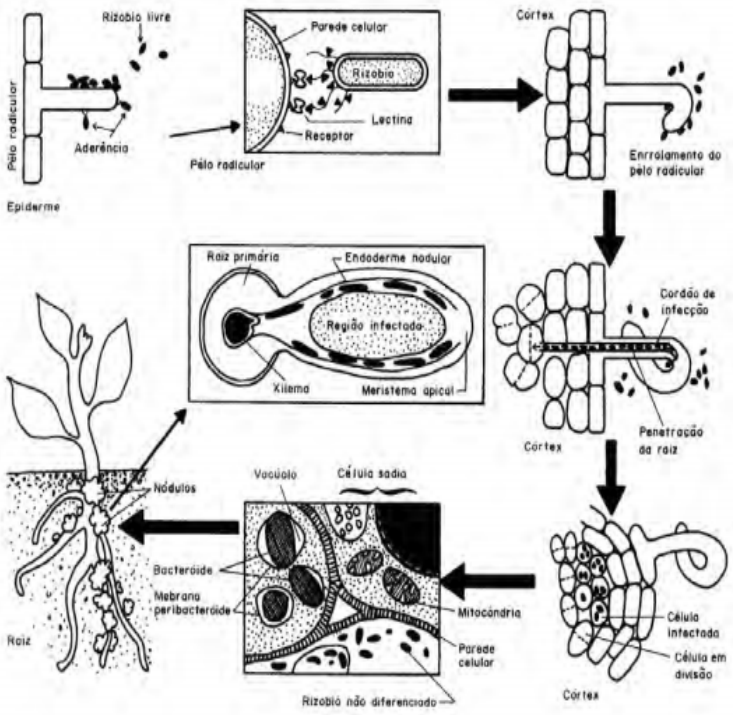
O processo de infecção pelo rizóbio pode ser acompanhado por ter o envolvimento de vários agentes sinalizadores diferenciados entre a planta e a bactéria (BALDANI e BALDANI. 2005; TAÍZ e ZIEGER, 2004).

Esse hospedeiro, a bactéria moduladora, através de uma atração quimiostática (TIMMERS *et al*., 1999) migra em direção às raízes da leguminosa (Figura 11). Esse processo é caracterizado por uma interação complexa e específica entre as bactérias do solo dos gêneros Rhizobium, *Sinorhizobium, Mesorhizobium, Phylorizobium, Bradyrhizobium* e *Azorhizobium*, chamados rizóbios e suas plantas hospedeiras que resultam no desenvolvimento dos nódulos radiculares. Conceitua-se nódulo como um novo órgão constituído principalmente de células infectadas das plantas com bacteroides que promovem a fixação do nitrogênio. As bactérias no nódulo assumem uma forma endossimbiótica, ou seja, os bacteroides são capazes de reduzir com eficiência o nitrogênio atmosférico a amônia (BROUGHTON *et al*., 2006).

A amônia não ionizada, ou seja, na forma de NH_3 é tóxica para a planta, então nesse complexo de reações, na presença da água (H_2O) é convertida em amidas (NH_4-), forma não tóxica) e/ou ureídos, alantoína e ácido alantoico, que nutrem a planta hospedeira.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 11 - Fases de Infecção de leguminosa por rizóbio através dos pelos radiculares



Fonte: Citadas e apresentadas por Moreira; Siqueria, 2006.

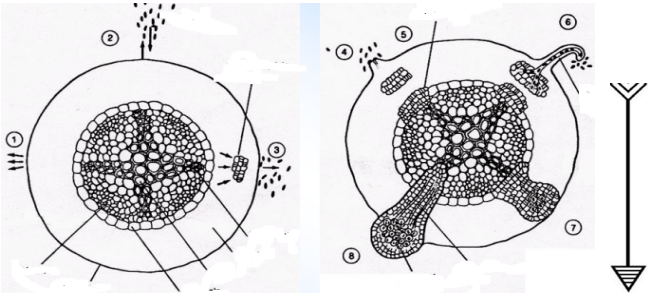
Formação de nódulos em raiz.

Nódulo primário do meristema — Nódulo secundário do meristema

Rizóbio

IR PARA SUMÁRIO

Figura 12 - Etapas de formação de nódulo radicular



Quimiotaxia e preferência das bactérias à raiz	**Multiplicação das células corticais e formação do cordão de infecção**	**Liberação das bactérias nas células, multiplicação e diferenciação em bacteroide**
1 - Solo	2 - Rizóbio	3 – Nódulo primário
F - Floema	E - Epiderme	P – Periciclo
X - Xilema	C - Cortex	PX – Polo do xilema
4 – liberação de rizóbio	5 – Desenvolvimento da epiderme	6 – Pelo radicular
PRI – Pelo radicular infectado	7 - bacterioide	TNV-Tecido do nódulo vascular
TI – Tecido infectado	8 - Nódulo	

Fonte: Adaptado de Fagan *et al.*, 2007 e Hopkins 2.000 citando Tays; Zeiger (1991).

As plantas fornecem açucares para as bactérias. Tais moléculas possuem a energia necessária para a fixação do nitrogênio. Por sua vez, as bactérias simbióticas fornecem à planta o nitrogênio logo depois de fixado. As relações simbióticas mais importantes ocorrem entre as plantas leguminosas é as bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradirhizobium*. Essas simbioses resultam na formação de nódulos nas raízes da planta, sendo o processo de nodulação das leguminosas essencial para o seu crescimento e desenvolvimento.

Essa resposta é decorrente da atração pelos isoflavonóides e betaínas secretadas pelas raízes, atrativos para as bactérias ativarem enzimas, as quais induzem a transcrição de genes nod. Estes genes codificam moléculas sinalizadoras de oligossacarídeos de lipoquitina. A planta hospedeira apresenta receptores que inicialmente parecem ser lecitinas especiais produzidas nos pelos radiculares.

Isoflavonas são compostos orgânicos naturais considerados como metabólitos secundários, de origem vegetal pouco distribuídos na natureza, presentes especialmente nas plantas da família Fabaceae ou Leguminosae, sendo abundantes na soja (*Glycine max* Merr.) e nos seus indivíduos geneticamente aparentados. Estruturalmente podem ser consideradas como derivadas da 3-fenilcromana, pertencem à classe dos flavonoides e podem ocorrer nas formas de aglicona e glicosilada, quando possui uma ose, açúcar, ligadas à posição 5 ou 7 do anel A. A forma glicosilada ocorre naturalmente nos grãos da soja; uma vez que os acetil-derivados e as agliconas são formados durante o processamento industrial da soja ou no metabolismo da soja no organismo.

O isolado proteico de soja possui maiores teores das formas agliconas. A genisteína é a isoflavona mais comumente encontrada na natureza.

Nas condições ambientais terrestres, ou seja, nos solos selecionadas. como áreas de cultivos, bactérias diazotróficas e alguns fungos e leveduras normalmente realizam a fixação do nitrogênio. Assim, como exemplo um padrão clássico, onde envolvem bactérias do gênero *Rhizobium* (Figura 12) que vivem associadas simbioticamente nas raízes de plantas leguminosas da família Fabaceae (CARDOSO; ANDREOTE, 2017).

Também há evidências da associação de bactérias fixadoras de nitrogênio com gramíneas da família Poaceae. Neste caso, as

bactérias não formam nódulos nas raízes da planta como ocorre com as leguminosas fixam nitrogênio atmosférico somente quando não há acúmulo de oxigênio em seu entorno. As bactérias utilizam parte das substâncias formadas da planta denominadas fotoassimilados da planta hospedeira para gerar a energia necessária para promover esse processo de fixação biológica de nitrogênio. Por outro lado, a planta beneficia-se do nitrogênio fixado pela bactéria para síntese de suas proteínas.

Durante o contato, as células dos pelos radiculares liberam fatores de nodulação (Nod) causando seus enrolamentos (Tabela 1). Com a evolução da infecção é formado uma passagem ou um canal dentro do pelo radicular, enquanto que no periciclo é iniciado o rearranjo do citoesqueleto microtubular, posteriormente acontece ativação das células na parte interna do córtex, as quais se dividem formando um primórdio. Logo após, nos pelos radiculares ocorre a infecção, localizada distanciadamente da área radicular ativada. A ativação celular se estende progressivamente para o meio e a parte mais externa do córtex de acordo com dois gradientes de diferenciação celular, resultando na formação de um primórdio nodular.

Para entender melhor como ocorre o crescimento e desenvolvimento do nódulo Fagan *et al*., 2007, citando Gerahty *et al*. (1992) explicam, de forma cronológica de desenvolvimento, como acontece a alteração anatômica ou no formato das raízes após a infecção, quando são iniciadas divisões celulares em locais interno e externo do córtex da raiz resultando os nódulos meristemáticos onde acontecem consecutivas divisões mitóticas.

Esses processos na soja foram explicados de forma cronológica através de estágios de crescimento e desenvolvimento nodular na raiz da planta (Figura 13a).

Figura 13a - Corte horizontal de uma raiz vegetal jovem

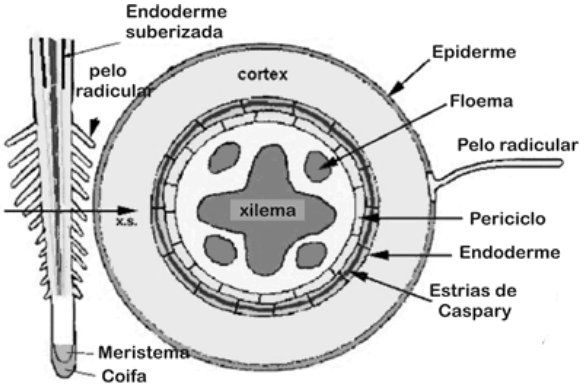
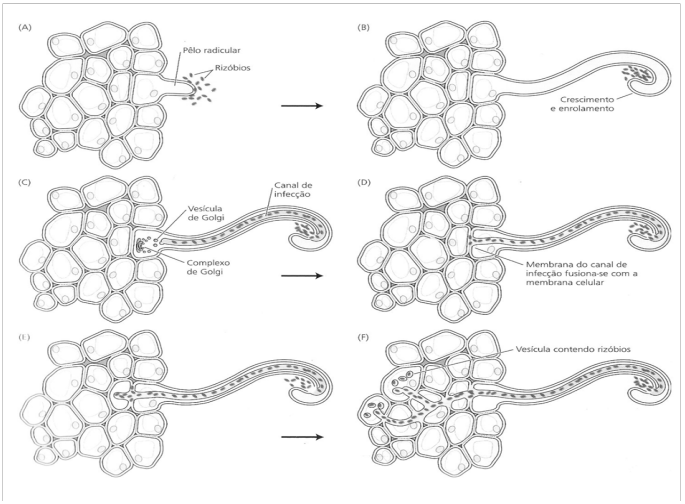


Figura 13b - Infecção dos pelos radiculares e desenvolvimento do nódulo em leguminosas



Fonte: Mota, 2018.

O estágio 0 corresponde à raiz não infectada, estágio I-início da infecção, estágio II - quando células corticais externas começam a se dividir, estágio III - a divisão é evidente no córtex interno e algumas células do córtex externo, estágio IV - as células são mais isodiamétricas e apresentam algumas divisões oblíquas externamente e internamente no córtex, formando um meristema nodular, estágio V - o meristema é aumentado e estágio VI - emergência do nódulo (Figura 13b).

No processo de crescimento normais do nódulo, as bactérias internalizadas são liberadas para produzir infecções no citoplasma, elas começam a se dividir e a membrana que as envolve aumenta em superfície para acomodar esse crescimento pela fusão com vesículas menores (FAGAN, *et al*., 2007; GERALHTY *et al*., 1992; TIMMERS *et al*., 1999).

No estágio de crescimento vegetativo da soja, ocorre controle na expansão do nódulo (Tabela 2), considerado um mecanismo de auto regulação, situação que conduz a maturidade do nódulo. Nesse momento as bactérias param de se dividir e começam a aumentar em tamanho e a se diferenciar em organelas endossimbióticas fixadoras de nitrogênio (N) denominadas de bacteroides, na soja ocorre no estágio VI (Tabela 2). A membrana que envolve o bacteroide chama-se de peribacteroide, que desenvolve sistema vascular semelhante ao das plantas, que facilita a troca de N fixado pelos bacteroides por nutrientes disponibilizados pela planta (TAÍZ; ZEIGER, 2004).

8. HORMÔNIOS E MECANISMOS DE CONTROLE

O mecanismo de divisão e expansão celular, no processo de nodulação nas leguminosas é controlado pelos níveis de hormônios incluindo as auxinas, ácido indol acético (AIA); são hormônios de crescimento da parte aérea enquanto que as citocininas estimulam a divisão celular ou citocinese, produzidas nas raízes e transportadas através do xilema para todas as partes da planta embora os embriões e frutos também produzem as citocininas mas agem junto com as auxinas, e etileno que ocorre na senescência provocando a queda de folhas e amadurecimento de frutos (FAGAN *et al*., 2007; TAYZ, ZEIGER, 2007a,b,c; NUKUI *et al*., 2000; FEI; VESSEY, 2004).

Conceitua-se senescência como o processo ao nível celular ou o conjunto de fenômenos associados a este processo classificado como metabólico ativo que ocorre à medida que o tecido naturalmente envelhece. Acontece como uma programação genética que envolve redução do tamanho dos telômeros com ativação de genes de supressão do potencial da célula na formação tumoral. Os telômeros são estruturas formadas por fileiras repetidas de proteínas e DNA não codificantes que formam as extremidades dos cromossomos. Sua função essencial é evitar o desgaste do material genético e manter a estabilidade estrutural do cromossoma. As células que entram em senescência ou envelhecimento perdem a capacidade proliferativa, multiplicativa, após um determinado número de divisões celulares. O envelhecimento do organismo como um todo está relacionado com o fato das células somáticas do corpo irem morrendo e não serem substituídas por novas como acontece na fase jovem. São denominadas células haploides aquelas que apresentam somente um cromossomo de cada tipo, responsável pela herança masculina ou feminina em seu núcleo que influencia a. vários protistas e fungos apresentam todas as células somáticas haploides (n), enquanto que dos animais e plantas vasculares, cujas células não reprodutivas são normalmente diploides (2n). Nestes organismos, apenas as células sexuais, os gametas, têm um único complemento cromossômico, uma vez que são geradas por meiose e não por mitose.

Um cromossomo é uma longa sequência de DNA, que contém vários genes, e outras sequências de nucleotídeos com funções específicas nas células dos seres vivos. Nos cromossomas dos eucariontes, o DNA encontra-se numa forma semi-ordenada dentro do núcleo celular, agregado â proteínas estruturais, as histonas, e toma a designação de cromatina. Os procariontes não

possuem histonas nem núcleo. Na sua forma não condensada o DNA pode sofrer transcrição, regulação e replicação.

Em células eucarióticas, eucariontes ou eucélulas complexas em relação as procarióticas, uma vez que possuem membrana nuclear individualizada e vários tipos de organelas plasmáticas. Possui núcleo verdadeiro, denominada assim por possui um envoltório nuclear que protege o material genético; contém um ou mais nucléolos, encontrada nos animais e vegetais superiores. Tem-se conhecimento que as células eucarióticas surgiram a partir das procarióticas, que são células relativamente mais simples encontradas nos seres vivos. Encontram-se representadas em quase todos os grupos de seres vivos, desde as formas de vida mais complexas a seres unicelulares. Existem em células tanto vegetais como animais presentam dois tipos de células eucarióticas, distinguem-se com base na presença ou ausência de certas organelas. A parede celular, os plastos e os vacúolos, por exemplo, são organelas que se encontram nas células vegetais, mas são ausentes nas células animais. Os centríolos surgem apenas nas células animais incluindo protozoários, fungos, vegetais e algas. As células procarióticas são relativamente simples quando se compara com às eucarióticas, unicelulares, e são as que se encontram nas bactérias e cianófitas denominadas “algas” azuis ou cianobactérias.

Gene, na definição da genética tradicional clássica, é considerado por todos geneticistas como a unidade fundamental da hereditariedade, formado por uma cadeia específica de ácidos nucleicos. As biomoléculas mais importantes do controle celular são aquelas que contêm informação genética, os ácidos nucléicos, o ácido desoxirribonucleico (DNA) e o ácido ribonucléico (RNA). Durante a mitose, divisão celular, os cromossomos ou portadores dos genes encontram-se condensados e têm o

nome de cromossomos metafásicos e, é a única ocasião em que se pode ser observados com um microscópio ótico. A mitose é o processo de divisão celular pelo qual uma célula eucarionte origina, em sequência ordenada de etapas, duas células-filhas cromossômica e geneticamente idênticas.

Todos esses processos que envolvem o mecanismo de fixação, são influenciados pelos fito-hormônios e inibidores da parte aérea (FAGAN *et al*., 2007; USP/IFSC, 2001; ANOLLÉS, 1997).

Durante a infecção, o rizóbio promove inibição temporária do transporte de auxina, dirigindo seu acúmulo para a região dos nódulos. As lipoquitinas e oligossacarídeos fazem as regulagens induzidas pela ação deste fitohormônio. Essas substâncias controlam o fluxo da auxina na raiz durante o início da nodulação, fluxo que seria mediado por flavonoides endógenos (FAGAN *et al.*, 2007).

Elevados níveis de citocinina estão associados com aumento na nodulação, enquanto que baixos níveis são correlacionados com aumento de nitrogênio (N) no solo. Entretanto os níveis de auxinas mostram declínio após o início da nodulação, mas com incremento subsequente (GIRIO *et al*., 2015; FEI, VESSEY 2004).

O etileno é sintetizado na região do periciclo da raiz difundindo-se para o córtex, onde bloqueia a divisão celular no lado oposto do floema da raiz (SCHIMIDT *et al*., 1999; NUKUI *et al*., 2000; TAÍZ, ZEIGER, 2004). Em função das diferentes respostas de algumas espécies de leguminosas ao etileno, tem-se sugerido uma classificação em dois grupos: as espécies em que a nodulação é inibida pelo etileno como a alfafa-*Medicago sativa* e ervilha-*Pisum sativum*) e as insensíveis ao etileno as quais incluem a soja. O etileno tem a função de regulador da nodulação de trevina-*Lotus japonicus* e siratro-*Macroptilium atropurpureum*, onde o aumento da concentração de etileno na bainha vascular inibe

a formação de nódulos. A habilidade da bactéria em produzir um inibidor da síntese de etileno permite maior nodulação nestas espécies de leguminosas. Por outro lado, estudos em planta de soja – *Glycine max*, tem sido observado que o etileno não apresenta correlação com a produção de nódulo.

O efeito da parte aérea e sistema radicular sobre a nodulação das culturas, a folha é o órgão oficial que regula a produção de sinal para nodulação, sendo que, durante o crescimento vegetativo inicial, o número de nódulos não tem ação de vários fatores sobre os outros órgãos da planta. Por isso tem-se sugerido haver dois tipos de sinais, um inibidor e o outro promotor, que podem estar envolvidos no número de nódulos da planta mediante processo de feedback, onde a comunicação de sinal pode ocorrer entre raiz e parte aérea (FAGAN *et al*., 2007; SHENG, HARPER (1997).

King; Purcell (2005) relatam que o acúmulo de ureídeos e aspartatos localizados nas folhas são os principais fatores responsáveis pelo mecanismo inibitório na parte aérea. Neste caso ocorre a inibição na fixação de nitrogênio no nódulo, uma vez que ureídeos e aspartatos não são exportados para as raízes.

9. MICRORGANISMOS QUE REALIZAM A FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO.

A interação pesquisa científica e produção industrial na fixação de nitrogênio foi técnica e economicamente viável graças aos estudos de Haber-Bosch. O processo foi possível, após muitos estudos a partir do conhecimento da passagem do nitrogênio atmosférico a uma temperatura entre 400 e 600º C, pressão entre 100 e 200 atmosferas e emprego de energia na forma de ATP, apresentado pela equação:

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

Outra corrente enquadrando biólogos e conservacionistas criaram sistemas de obtenção de nitrogênio baseado na nitrogenase, uma enzima encontrada nos vegetais e microrganismos captando o nitrogênio diretamente da atmosfera e transformando em outros compostos nitrogenados como a amônia solúvel e nitrato.

O processo ocorre pela ação de microrganismos, podendo ou não ser realizado em simbiose planta-microrganismos ou por organismos de vida livre. Quando se usa as bactérias fixadoras simbioticamente o processo é realizado em ambiente que não esteja saturado por oxigênio. Em condições de vida livre, os microrganismos que fixam nitrogênio através de fixação não simbiótica de nitrogênio liberam o nitrogênio para o ambiente, solo ou água, e que pode ser aproveitado por quaisquer seres vivos independentemente.

Esses microrganismos que trabalham com simbiose utilizam dos produtos da fotossíntese vegetal como fonte de energia. Por outro lado, a planta se beneficia do nitrogênio fixado para formar as proteínas. Existem casos especiais conhecidos como o das algas azuis e as bactérias fixadoras de nitrogênio que podem capturar e transformar o nitrogênio atmosférico em uma substância que pode ser absorvida por plantas e animais.

A fixação biológica do nitrogênio pode transformar em um processo concorrente com o mercado de fertilizante mineral de nitrogênio. Por ser de preço relativamente baixo torna a cultura de grãos de leguminosa mais sustentável. Através do uso desta fonte de nitrogênio simbiótico minimiza problemas de agressão ao meio ambiente causada pelo fertilizante nitrogenado mineral, facilita o aproveitamento de solos pobres em matéria orgânica e nitrogênio simultaneamente, reduz o movimento de máquinas e implementos usados na aplicação e indiretamente acentua no agropecuarista o hábito de usar melhor o manejo das culturas

com o uso de leguminosas seja como cultura oficial, seja em consórcio ou na cultura de forrageira para enterrio na entressafra.

9.1 - Grupos de microrganismos fixadores de nitrogênio

Tem-se a ideia, até mesmo após os progressos da microbiologia, que apenas os microrganismos pertencentes ao gênero *Rhizobium* atuam na fixação biológica ou simbiótica de nitrogênio. Na realidade, outros gêneros, menos estudados, são importantes. Ainda, vários outros sistemas de cultivos devem ser explorados e com potencial de aproveitamento que pode suplantar o que até hoje foi realizado e evoluir os estudos microbiológicos. A intensificação dos estudos da soja teoricamente suplantou os estudos de várias outras modalidades principalmente quando se tem carência financeira para projetos científicos. Com os estudos realizados com gramíneas e novos sistemas de uso da terra, novos objetivos e novas metas devem ser estudadas e conhecidas para evolução do emprego da tecnologia cientificamente estudada. Ainda, deve-se considerar que o estudo de adaptação de cultivares tem acenado como um ramo novo da ciência onde novos materiais, muitos dos quais, associados às gramíneas e outras forrageiras, têm apresentado comportamentos diferenciados das espécies originais que lhe deram origem em ambientes que exigem mudança no manejo das culturas tradicionais conhecidas.

a) Microrganismos de vida livre

A maioria das bactérias diazotróficas de vida livre são heterotróficas, requerendo ecossistemas capazes de prover uma fonte de carbono utilizável, necessário para a fixação de nitrogênio. Contudo existem as bactérias diazotróficas fotossintéticas e as cianobactérias, também de vida livre que são capazes de fixar nitrogênio.

Em relatos da revisão de Marin *et al*. (2018) tem-se conhecimento do potencial de associação das bactérias diazotróficas de vida livre que foi reconhecido primordialmente nas bactérias *Beijerinkia fluminensis* e *Beijerinkia indica* isoladas na área do sistema radicular, ou seja, na rizosfera, da cana de açúcar onde se encontram os açúcares dos exsudados.

Bactérias do gênero *Beijerinkia* são aeróbicos, quimio-heterotróficos, podendo crescer em solos ácidos (pH 3,0 e 4,0) tendo a eficiência da fixação biológica de nitrogênio entre 10 e 13% FBN neste grupo de diazotrofos é geralmente 10-13 mg N/g glicose consumida em um meio livre de nitrogênio contendo 1 ou 2% de carboidrato (BECKING, 1991).

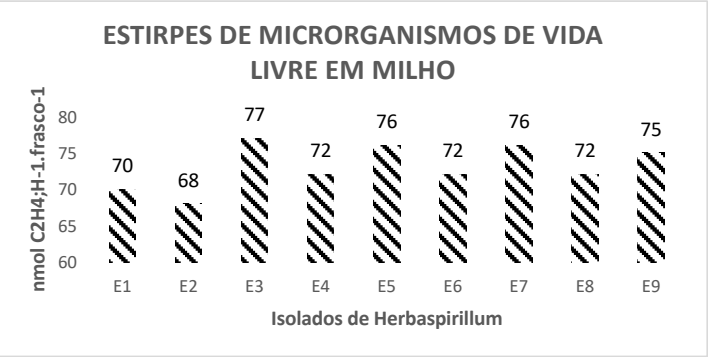
As bactérias do gênero *Klebsiella* e *Enterobacter* da família Enterobacteriaceae são anaeróbicas facultativas que fixam nitrogênio, porém requerem compostos nitrogenados para crescer sob condições estritamente anaeróbicas. Porém indivíduos da espécie *K. pneumoniae* exigem nitrato como aceptor final da cadeia respiratória para a geração de energia suficiente para o processo de fixação biológica de nitrogênio.

Os gêneros *Azotobacte*r e *Azomonas* da família Azotobacteraceae é representada por dois gêneros, os indivíduos do gênero *Azotobacter* são todos aeróbicos, heterotróficos e fixadores de nitrogênio. Dentre as espécies das espécies do gênero *Azotobacte*r mais conhecidas são *azoto chroococcum*, *azoto vinelandii* e *azoto paspali*. *Azomonas* spp. têm sido encontradas em habitats de água corrente e raramente em solo. *A. macrocytogenes*, diferem das outras espécies por utilizar como fonte de carbono manitol e maltose e por não utilizar malonato.

As evidências de que a função das bactérias de vida livre (Figura 14) na associação com as gramíneas mais estudadas, requerem ainda esclarecimentos, contudo há forte evidência de que

um diazótrofo de vida livre *Azotobacter paspali*, contribua para a acumulação de nitrogênio na planta. *Paspalum notatum* cv. Batatais, cerca de 20 kg de N acumulado.ha^{-1}.ano^{-1} tem sido derivado da fixação biológica de nitrogênio, devido a associação específica desta gramínea com o diazótrofo rizosférico *Azoto paspali*. O *Azospirillum* penetra nos tecidos dos hospedeiros casualizado. *Herbaspirillum*, *Azotobacter* em solos ácidos, *Azoto paspali e Paspalum notatum*. Outras espécies do gênero *Paspalum - Paspalum plicatum, Paspalum dilatatum, Paspalum vergatum* onde se pode verificar a estreita associação com a espécie *Paspalum notatum.*

Figura 14 - Seleção de estirpes para fixação biológica de nitrogênio pelo milho. E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9 se equivalem às estirpes HIII311b, HIII313a, HIII206b HIII313b, HIII311a, HIII313c, HIII206a, HIV206, HIV301a, respectivamente

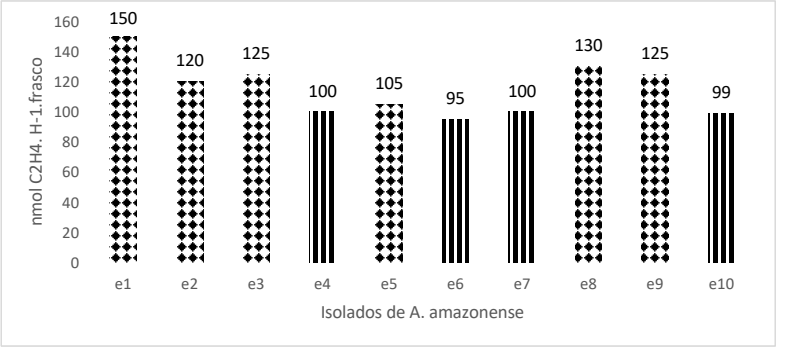


Fonte: Adaptado de Reis Junior *et al*., 2008 citando Han; New 1998.

Como todos os estudos científicos estão sendo levados à realidade da produção, devido à importância social, econômica e cultural de milho para consumo interno e exportação esta cultura ocupa aproximadamente 12 milhões de hectares, cultivado preferencialmente por pequenos e médios agricultores. Problemas de baixa fertilidade dos solos existem para as culturas, expressando as deficiências de nitrogênio (N) pelo tamanho da

planta, sintomas foliares de deficiência, redução do rendimento de grãos em até 80 % do seu potencial produtivo. Assim, a identificação, a seleção e o uso de genótipos de milho tolerantes à deficiência de N e eficientes na absorção deste nutriente constituem estratégias importantes para estabilizar a produtividade. Nesse sentido, deve ser considerada a busca por genótipos que formem associações mais eficientes com bactérias diazotróficas e, ou, promotoras de crescimento. Sabe-se que existem interações positivas entre o N e essas bactérias na assimilação e utilização de nitrogênio pelas plantas. Bactérias do gênero *Azospirillum* podem mitigar o efeito da carência do nitrogênio por meio da redução do NO_3 no entorno do sistema radicular do milho. Tem-se relatado que tais bactérias podem exercer influência na atividade da enzima glutamina sintetase em raízes de plantas de milho. Em relação à contribuição da fixação biológica de N_2, algumas variedades de milho podem fixar quantidades de N em torno de 60%, quando inoculadas com *Azospirillum*.

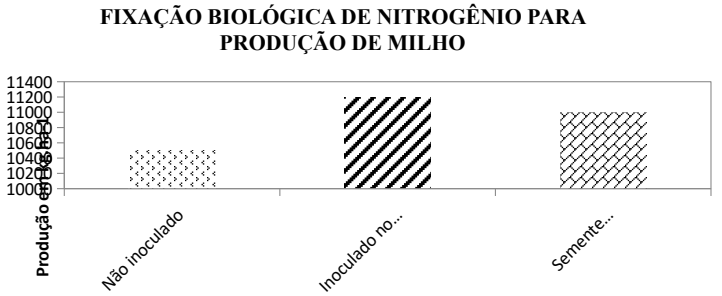
Figura 15 - Seleção de estirpes para fixação biológica de nitrogênio pelo milho observado na formação de etileno



Fonte: Adaptado de Reis Junior *et al*., 2008 citando Han; New 1998.

As estirpes e1, e2, e3, e4, e5, e6, e7, e8, e9, e10 se equivalem as estirpes LIV105, LIV205, LIII112a, LIV308a, xxxxxLIV311, LIV211, LIV102b, LIV111a, LIV101, LIII313.

Figura 16 - Inoculação de *Azospirilum brasilense* na produção de milho



Não apenas indivíduos de bactéria do gênero *Azospirillum* (Figuras 15 e 16) podem contribuir com a fixação biológica de nitrogênio associando a plantas da família Poaceae nos gêneros *Axonopus affinis, Paspalum aplicatulum* e *Paspalum dilatatum e Paspalum. urvillei* nativa dos campos sulinos.

Os subgrupos de actinomicetos importantes que podem ser encontrados no solo (Tabela 4), segundo The Prokariotes (1991), citado por Moreira e Siqueira (2002) são:

- Nocardiaceae: decompositores da matéria orgânica e patógenos;

- Frankiaceae: formadores de nódulos radiculares;

- Micromonosporaceae: são esporos formados em micélio no substrato, o seu crescimento ocorre entre 20°C e -40°C;

b) Fungos micorrízicos.

Tabela 4 - Características do sistema radicular correlacionados com dependência micorrízica

Características	Decadência micorrizica	
	Baixa	Baixa
Área de absorção superficial das raízes	Baixa	Alta
Relação comprimento/biomassa radicular	Baixa	Alta
Ramificação de raízes laterais	Pouco	Mais
Frequência de ramificação	Espaçado	Frequentes
Pelos radiculares/comprimento	Poucos/curtos	Muitos/longos
Atividade do sistema radicular	Baixa	Alta
Crescimento das raízes	Baixo	Rápido
Capacidade de respostas[1]	Baixa	Alta
Formação de micorriza	Bem regulada	Pode ser inibida

Fonte: Brundrett, 1991.

Adubação localizada. Obs.- A espécie de fungo *Acaulospora laevis* e favorecida por calagem e pode apresentar variação de resultados.

- Streptomicetaceae: crescem bem em entre 25°C e 35°C, produzem pigmentos e/ou antibióticos e são encontrados de forma abundante no solo;

- Thermosporaceae: o seu crescimento ideal é na faixa de 37°C-50°C aparece em estercos, compostos e folhas apodrecidas e excretam diversas enzimas extracelulares termoestáveis;

- Cellulomonadaceae: degradam a celulose;

- Arthrobacter: ocorrem em temperatura de 25°C a 30°C, são abundantes no solo, versáteis nutricionalmente, pois degradam herbicidas, pesticidas e outras moléculas sintéticas, sendo que algumas moléculas geram fitohormônio.

Esses fungos atuam na formação de húmus, pela decomposição dos resíduos orgânicos. Dentre estes, cita-se: *Alternaria, Aspergillus, Cladosporium, Helminthosporium, Metrharrizum*, que sintetizam substâncias lignosas (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002); FREIRE, 2007;

c) Microrganismos celulíticos

A decomposição em ambiente aeróbio produz CO_2 e substância celular, com o auxílio dos microrganismos, sendo os fungos os principais agentes responsáveis pela degradação. Dentre estes, destacam-se a *Alternaria, Aspergillus, Fusarium, Penicilium* e *Rhisopus* (ALEXANDER, 1980).

d) Microrganismos solubilizadores de fosfatos

A Importância desses microrganismos, especificamente, está relacionada com a solubilização de um nutriente essencial ás plantas, de difícil disponibilização como o fósforo em solos ácidos, além de se encontrar diretamente relacionado com a absorção de nitrogênio e se constituir uma fonte energética que após absorvido, participa de várias reações vitais para o desenvolvimento dos vegetais e animais.

Bactérias: *Bacillus pulvitaciens, Bacillus megaterium, Bacillus circulans, Bacillus subtilis, Bacillus mycoides, Bacillus mesenterieus, Bacillus fluorescens, Bacillus polymixa, Pseudomonas putida, Pseudomonas straita, Pseudomonas putida calcis, Pseudomonas putida liquifaciens, Pseudomonas putida rathonia, Escherichia freundii, Escherichia intermedia, Xanthomonas sp., Thiobacillus thioxidans,* Srratia sp., *Achromabacter* sp., *Aerobacter aerogens* e *Nitrosomona*s sp.

Fungos: *Aspergillus niger, Aspergillus flavus, Aspergillus fumigatus, Aspergillus terreus, Penicillium lilacium, Penicillium digitatum, Fusarium oxysporum, Curvularia lunata*, *Humicola* sp., *Pythium* sp., *Acrothecium* sp., *Mortierella* sp., *Rhizoctonia* sp., *Cunnighamella* sp., *Cladosporium* sp. Actinomicetos: *Streptomyces* sp.

IR PARA SUMÁRIO ▲

10. Ocorrência e Distribuição Espacial dos Microrganismos no Solo

A decomposição da celulose no solo é feita por enzimas (celulases) elaborada pelos fungos, sobretudo pelos gêneros *Trichoderma, Chaetomium, Penicillium, Aspergilus, Fusarium* e *Phoma*, além de bactérias aeróbicas e anaeróbicas, tais como:

a) Anaeróbias/aeróbias facultativas: *Acetovibrio, Bacteroides, Butyrivibrio, Caldocellum, Clostridium, Erwinia, Eubacterium, Micromonospora, Pseudonocardia, Ruminococus* e *Thermoanaerobacter*;

b) Aeróbios/anaeróbios facultativos: *Acidothermus, Actinoplanes, Actinopolyspora, Archangium, Arthrobacter, Bacillus, Cellulomonas, Celvibrio, Corynebacterium, Cytophaga, Frankia, Herpetosiphon, Micromonospora, Polyangiu, Pseudomonas, Serratia, Sorangium, Sporocytophaga, Staphylococus, Streptomyces, Thermoactinomyces, Thermonospora* e *Xanthomonas*.

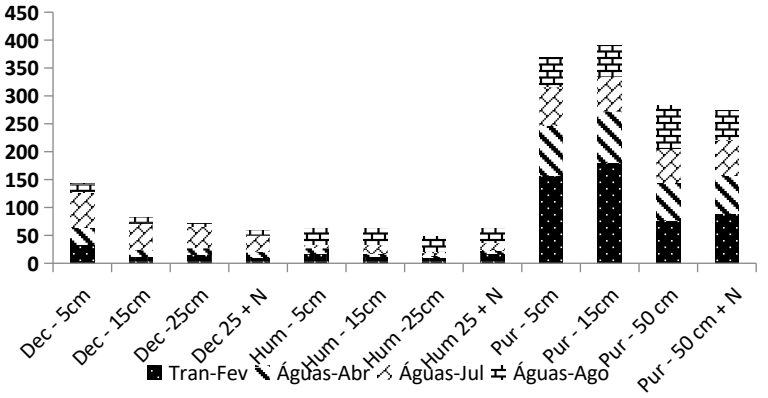
Também os fungos que causam a podridão parda, por não conseguirem metabolizar anéis aromáticos, ou seus produtos alifáticos, são bastante eficientes na degradação da celulose e hemicelulose.

A nitrificação é a oxidação de amônio a nitrato, mediada por microrganismos que podem ser quimiolitotróficos (*Nitrosomonas europaea*, *Nitrosospira briensis, Nitrosolobus multiformis, Nitrosovibrio tenuis, Nitrobacter winogradsyi* e *Nitrobacter agilis*), quimiorganotróficos (bactérias dos gêneros *Pseudomonas, Bacillus, Corynebacterium e Achromobacter*) e actinomicetos (*Streptomyces* sp).

Variando entre espécies, gênero e indivíduos (Tabela 5), os microrganismos exigem faixas específicas de temperatura, umidade, arejamento, acidez e fertilidade do solo tanto da família

das leguminosas como das gramíneas como as forrageiras (Figura 17). Tem-se utilizado atualmente aqueles mais tolerantes às diversidades ambientais até o ponto em que apresentam potencial para sobreviver às maiores variações ambientais.

Figura 17 - Produção de matéria seca em kg/ha das forrageiras *Brachiaria decumbens* (Dec), *Brachiaria humidicula* (Hum) e *Pennisetum purpureum* (Pur-capim elefante) em época de transição do período seco (Fev) para período chuvoso da região trabalhada (Abr, Jul e Ago), com diferentes alturas de corte



Fonte: Adaptado de Silva *et al*., 2010.

Tanto a falta como o excesso de umidade inibem a nodulação e FBN, que de acordo com Ta Liao; Ho Lin (2001), a composição e quantidade de proteínas e aminoácidos e as atividades de certas enzimas são essenciais no processo de fixação biológica de nitrogênio (Figuras 18 e 18a). Em particular a nitrato redutase e a glutamina sintetase são as duas enzimas chaves na redução do nitrato e assimilação de amônia que influenciam o balanço de nitrogênio e são drasticamente afetadas por este tipo de estresse.

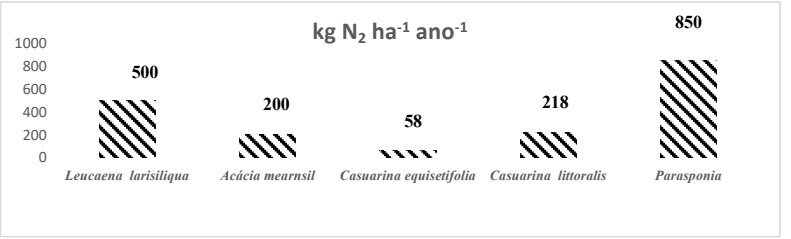
IR PARA SUMÁRIO

Tabela 5 - Diversidade das comunidades de bactérias, fungos e leveduras a partir das bandas do DGGE (denaturing gradient gel electrophoresis), diversidade microbiologia do solo observado pelo método de eletroforese em gel gradiente, do Cerrado de Minas Gerais, após o sequenciamento, encontradas no solo das regiões amostradas de Passos, e Arcos durantes as estações chuvosas e seca do Cerrado de Minas Gerais

Municípios	Estações	Bactérias	Leveduras	Fungos
Passos	Chuvosa	*Bacillus macerans* Bacillus subtillis Enterobacter cowanni Klebsioella pneumoniae Pantoea aggloerans	Candida sp. Lachancea meyerscii Zygosaccaromyces sp.	Cladosporim oxysporium
	Seca	Bacillus subtillis Escherichia coli Enterobacter cowanni Enterobacter sp Leuconostoc mesenteroides Leuconostoc mesenteroides Pantoea aggloerans	Candida sp. Lachancea meyerscii Zygosaccaromyces sp	
uminárias	Chuvosa	*Bacillus macerans* Bacillus subtillis Enterobacter cowanni Enterobacter sp Escherichia coli Klebsioella pneumoniae Leuconostoc mesenteroides	Candida sp. Lachancea meyerscii Zygosaccaromyces sp	
	Seca	Bacillus macerans Bacillus subtillis Enterobacter cowanni Enterobacter sp Escherichia coli Klebsioella pneumoniae Leuconostoc mesenteroides	Candida sp. Lachancea meyerscii Zygosaccaromyces sp	
Arcos	Chuvosa	*Bacillus macerans* Bacillus subtillis Enterobacter cowanni Enterobacter sp Escherichia coli Klebsiella pseumoniae Leuconostoc mesenteroides	Candida sp. Lachancea meyerscii Zygosaccaromyces sp.	ladosporium sp.
	Seca	Bacillus subtillis Enterobacter cowanni Leuconostoc mesenteroides Klebsiella pseumoniae	Candida sp. Lachancea meyerscii Zygosaccaromyces sp.	Cladosporium sp.

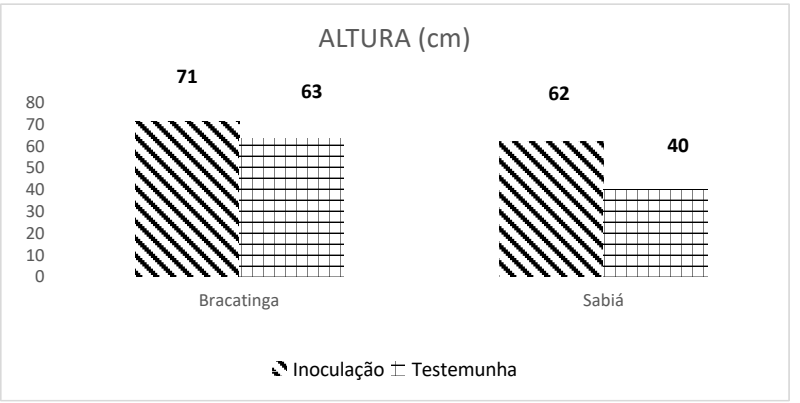
Fonte: Mesquita, 2000.

Figura 18 - Estimativa de fixação de nitrogênio em quilograma por hectare de árvores tropicais



Fonte: Adaptado de Domingues 1982 por Dobereiner, 1984.

Figura18a - Efeito da inoculação das plantas de Bracatinga (*Mimosa scabrella*) e sabiá (*Mimosa caesalpiniae*) na altura da planta leguminosa



Fonte: Adaptado de Dobereiner 1984.

11. HORMÔNIOS E MECANISMOS DE CONTROLE

Os hormônios têm a função de mensageiro químico produzido regularmente para atender necessidades fisiológicas dos organismos e são carregados do órgão em que são produzidos para o órgão de destino por uma corrente de fluxo líquido. Sempre que a célula necessita de se desenvolver ocorre a transdução de sinal que se refere a qualquer processo através

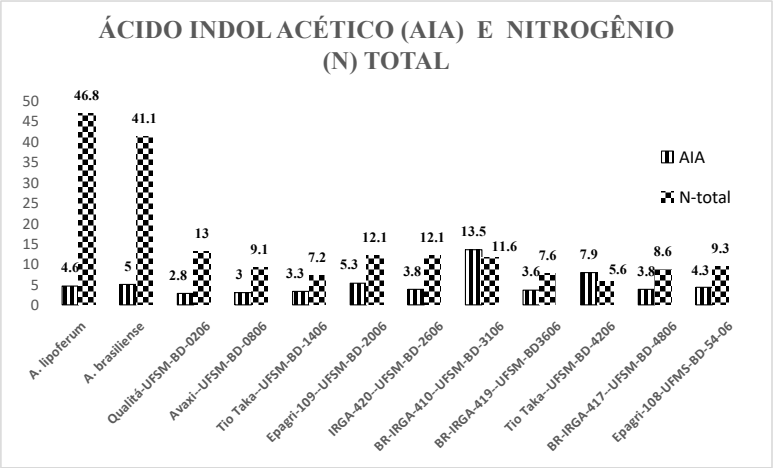
do qual uma célula converte um tipo de sinal ou estímulo em outro. A maioria dos processos de transdução de sinal envolvem sequências ordenadas, denominada também de cascatas de reações bioquímicas dentro da célula, que completam sua missão através das enzimas ativadas por mensageiros secundários, resultando numa via de transdução de sinal. Tais processos são habitualmente rápidos, levando cerca de milissegundos a se realizarem, no caso do fluxo de íons, ou minutos para a ativação de cascatas de quinases mediadas por proteínas e lipídeos, mas podem durar horas, e mesmo dias, a completar. As proteínas e outras moléculas participantes nestas ocorrências envolvendo transdução de sinal e que aumentam à medida que o processo deriva do estímulo inicial, resultando numa cascata de sinal, começando com um relativo pequeno estímulo que desenvolve uma grande resposta. Isto é referido como amplificação de sinal.

Controlam o mecanismo de divisão e expansão celular, influenciando, dentre vários, o processo de nodulação conhecido nas leguminosas mais estudadas. Esses hormônios são produzidos de acordo com a necessidade da planta em utilizar os componentes básicos em todas as fases de crescimentos ora ativando ora reduzindo, os níveis de hormônios.

Dentre eles incluem as auxinas, ácido indol acético (AIA – Figura 19), são hormônios de crescimento da parte aérea, as citocininas que estimulam a divisão celular ou citocinese produzidas nas raízes que são transportadas através do xilema para todas as partes da planta embora os embriões e frutos também produzem as citocininas (FEI; VESSEY, 2004).

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 19 - Produção de ácido indolacético (AIA) e valores de nitrogênio total, obtidos em meio de cultura com inoculação de bactérias diazotróficas endofíticas, isoladas de cultivares de arroz irrigado, após 72 horas de crescimento



Fonte: Adaptado de Kuss *et al.*, 2007.

Auxinas são hormônios responsáveis pelos tropismos, fototropismo e geotropismo, desenvolvimento dos frutos, alongamento celular radicular e caulinar. Esse fito-hormônio é produzido no meristema apical do caule, primórdios foliares, flores, frutos e sementes. É transportado pela extensão do vegetal através dos vasos xilema e floema.

O nitrogênio, na atmosfera, encontra-se na forma gasosa a uma concentração equivalente a aproximadamente 80% do volume dos gases na atmosfera. Considerado elemento limitante na manutenção de qualquer forma de vida, contudo alguns seres vivos são eficientes na conversão de nitrogênio atmosférico que apresentam alta diversidade fisiológica, morfológica, biológica e filogenética. Esses microrganismos transformam o nitrogênio gasoso na forma inorgânica através do processo denominado fixação biológica do nitrogênio (FBN). Ainda, através das

descargas elétricas utilizam outro processo artificialmente na produção de fertilizantes nitrogenados (MOREIRA, SIQUEIRA, 2006; REIS, TEIXEIRA, 2005).

Os mecanismos da Fixação Biológica do Nitrogênio são controlados pelos fitohormônios e inibidores da parte aérea. Ocorre naturalmente uma inibição temporária do transporte da auxina durante o processo de infecção do rizóbio, observando o acúmulo desse hormônio na região do nódulo.

A regulação induzida do fitohormônio é realizada pelas lipoquitinas e flavonoides endógenos (TAIZ; ZEIGER, 2013, 2004; MATHESIUS *et al*., 1998).

Lipoquitina são oligossarídeos também chamados por hidratos de carbono que resultam da ligação glicosídica de dois a dez monossacarídeos, açúcares sinalizadores da nodulação produzidos pelas bactérias para iniciação da simbiose. Os monossacarídeos são carboidratos não polimerizados, por isso, não sofrem hidrólise possuem em geral entre três e sete átomos de carbono, incluindo aldoses, cetoses, e vários derivados, por oxidação, desoxigenação, introdução de outros grupos substituintes, alquilação ou acilação das hidroxilas e ramificações. Alquilação é definido como introdução de grupos alquil ou aril (-R) por substituição ou adição, em compostos orgânicos como a substituição de um hidrogênio em um grupo hidroxi de álcoois ou fenóis. O termo acilação compreende todas as reações que resultem na introdução de um grupo acila em um composto orgânico. As raízes das plantas hospedeiras, leguminosas e outras, produzem a lecitinas exclusivas que distinguem a lipoquitina para início do processo de formação do rizóbio e início da fixação de nitrogênio. A lecitina é um nutriente retirado do grão de soja que auxilia na dissolução dos depósitos de gordura ruim e, portanto, controla o colesterol, evita ataques cardíacos e infarto e ainda ajuda a emagrecer. Com-

posta de uma mistura de glicolípidos, triglicéridos e fosfolipídios tendo como exemplo a fosfatidilcolina, a fosfatidiletanolamina e a fosfatidilinositol. Contudo, em bioquímica, o termo lecitina é, usualmente, utilizado como sinônimo de fosfatidilcolina pura que é um fosfolípidos que constitui o principal componente da fração fosfatada que se obtém da gema de ovo, de onde deriva o nome do composto ou de grãos de soja, de onde é extraída.

Aumentos de nodulação podem ser observados quando os níveis de citocininas e que reduzem a nodulação com aumento de nitrogênio na região da raiz no solo. As citocininas são hormônios responsáveis pelo retardamento do envelhecimento das plantas, estimula as divisões celulares e desenvolvimento das gemas laterais. É produzido nas raízes e transportado para a planta através do xilema.

Uma redução da ação da auxina no início da nodulação, contudo, em seguida verifica-se um aumento de produção desse fitohormônio (FEI; VESSEY 2004).

O etileno, sintetizado na região do periciclo da raiz se difunde para o córtex, onde bloqueia a divisão celular no lado oposto do floema da raiz (SCHIMIDT *et al*., 1999; NUKUI *et al*., 2000; TAÍZ, ZIEGER, 2004). O aumento de sua concentração influencia o amadurecimento dos frutos e indução da abscisão foliar. Esse gás é produzido em diversos locais da planta, difundindo-se entre as células. Efeito semelhante pode ser observado pelas giberelinas que atuam na floração, promove a germinação e desenvolvimento dos frutos. É sintetizado no meristema de sementes e frutos, transportado pelo xilema. Ainda, o hormônio classificado como ácido abscísico provoca indução do fechamento dos estômatos, envelhecimento de folhas, dormência de sementes e gemas, que ao mesmo tempo inibe o crescimento das plantas. Sua produção ocorre em diversos órgãos da planta: caule, folhas

e extremidade da raiz, a coifa. A difusão desse hormônio ocorre através dos vasos condutores de seiva.

Em função das diferentes respostas de algumas espécies de leguminosas ao etileno, tem-se sugerido uma classificação em dois grupos: as espécies em que a nodulação é inibida pelo etileno (*Medicago sativa* - alfafa eluzerna e *Pisum sativum*-ervilha) e as insensíveis ao etileno as quais incluem a soja. Enquanto NUKUI *et al*. (2000) observaram que o etileno serve como regulador na nodulação de *Lotus japonicus* (trevina) e *Macroptilium atropurpureum* (siratro), onde o aumento da concentração de etileno na bainha vascular inibe a formação de nódulos. A habilidade da bactéria em produzir um inibidor da síntese de etileno permite maior nodulação em muitas espécies de leguminosas. Ao contrário para a soja, o crescente fluxo da produção de etileno favorece à nodulação, comprovando o comportamento inverso às demais espécies.

A produção de etileno em plantas de soja inoculadas com rizóbio aumenta, embora o etileno produzido não esteja correlacionado com a produção de nódulos pela planta (BODDEY *et al*., 2007).

Comparando o efeito da parte aérea e sistema radicular, em vários experimentos, sobre a nodulação de soja, as folhas são órgãos que dominam a regulação da produção de sinal para nodulação em soja, sendo que, durante o crescimento vegetativo inicial, o número de nódulos não sofre ação desses fatores. Tem-se sugerido haver dois tipos de sinais, um inibidor e o outro promotor, que podem estar envolvidos no número de nódulos por planta mediante processo de feedback, onde a comunicação de sinal pode ocorrer entre raiz e parte aérea (BARBARO *et al*., 2017; KING, PURCELL (2005) relatam que o acúmulo de ureídeos e aspartatos localizados nas folhas são os principais fatores responsáveis pelo mecanismo inibitório na parte aérea. Neste

caso ocorre a inibição na fixação de nitrogênio no nódulo, uma vez que ureídeos e aspartatos não são exportados para as raízes.

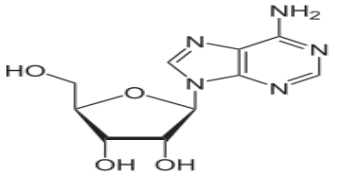
12. FIXAÇÃO DO NITROGÊNIO NO NÓDULO

Na fixação biológica, o nitrogênio na forma gasosa ($N_{2)}$ do ambiente é transformado em NH_3 (Figura 20) tendo como suporte de energia da planta ou seja, equivalente à produção de ATP, adenosina tri fosfatada (BURRIS, 1999; TAÍZ; ZIEGER, 2004).

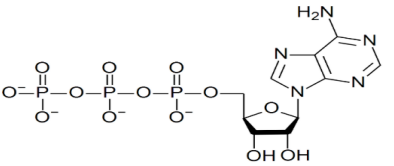
$$\mathbf{energia + ADP + Pi \leftrightharpoons ATP + H_2O}$$

$$\mathbf{2\ NH_3 + H_2 + 16ADP + 16Pi \rightarrow N_2 + 8e^- + 8H^+ + 16ATP}$$

Figura 20 - Fontes de energia para a realização da fixação de nitrogênio



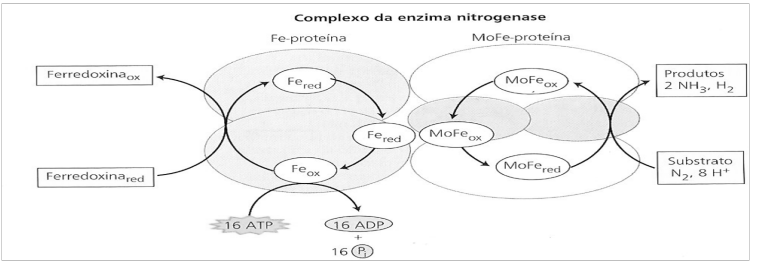
Adenina+açúcar (ribose)= adenosina



ATP – Adenosina trifosfatada

O complexo enzima nitrogenase formado por duas unidades proteicas, a Ferro-proteína (Fe-proteína) e a Molibdênio-Ferro--proteína (MoFe-proteína) (Figura 20 a) são responsáveis pela fixação de nitrogênio no nódulo (BURRIS, 1999; MYLONA *et al.*, 1995; TAÍZ, ZEIGER, 2004).

Figura 20a - Complexo enzimática da fixação biológica

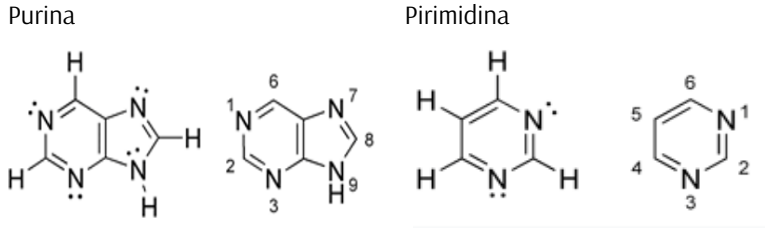


OBS: N_2 = nitrogênio do ambiente, H = hidrogênio. NH4 = nitrogênio amoniacal, H_2 = hidrogênio, ADP = adenosina difosfatada, Pi = fósforo inorgânico.

Trifosfato de adenosina, adenosina, adenosina trifosfatada ou ATP, é um nucleotídeo responsável pelo armazenamento de energia em suas ligações químicas. Essa substância é constituída por adenosina, Figura 20, um nucleosídeo (açúcar), associado a três radicais fosfato conectados em cadeia. A energia é armazenada nas ligações entre os fosfatos. Denomina-se nucleosídeo o composto constituído por uma base azotada ou nitrogenada (citosina, adenina, guanina, timina ou uracila) e por uma pentose, a ribose (no caso do RNA) ou a desoxirribose no caso do DNA. Um nucleosídeo é um nucleotídeo sem o agrupamento fosfato. São produtos de hidrólise química ou enzimática, ocorrem em quantidade muito pequena na célula. Nucleotídeos, em bioquímica, são os blocos construtores dos ácidos nucleicos, o DNA e o RNA. Os nucleotídeos são formados pela reação de esterificação ou formação dos ésteres entre o ácido fosfórico e os nucleosídeos, que entram na reação como o álcool, reagindo com a hidroxila na posição 3 ou 5. Os nucleosídeos (Figura 21) são derivados de bases azotadas ou nitrogenadas, tendo como bloco a purina ou a pirimidina, em que um grupo ribosil, derivado da ribose, desoxirribosil, derivado da desoxirribose ou, mais raramente

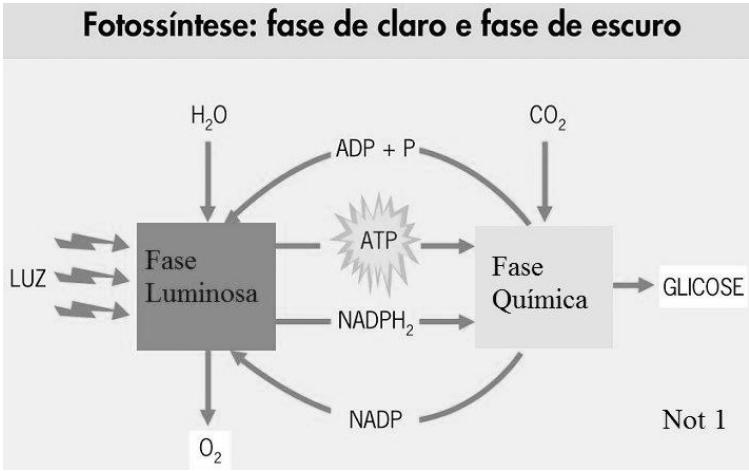
outros derivados de açúcares, que se ligam a um grupo amina da base azotada.

Figura 21 - Purina e pirimidina de bases azotadas ou nitrogenadas que contituem os nucleosídeos



Assim, um nucleotídeo pode ser analiticamente considerado como tendo três partes: o ácido fosfórico, um açúcar (ribose, desoxirribose ou outros e uma base azotada principalmente a citosina, a adenina, a guanina, timina ou a uracila.

Figura 22 – Representação resumida da fotossíntese e suas reações



Equação simplificada da fase fotoquímica:

$$12H_2O + 12NADP + 18ADP + 18P \text{ -(luz)}\rightarrow 18ATP + 12NADPH_2 + 6O_{2AÇ}$$

$$2H_2O \text{ à } 4H^+ + 4\bar{e} + O_2$$

Equação simplificada da fase química:

$$6CO_2 + 12NADPH_2 + 18ATP \text{ -(enzimas)}\rightarrow 12NADP + 18ADP + 18P + 6H_2O + C_6H_{12}O_6$$

Somando-as e simplificando, obtém-se a equação geral da fotossíntese:

$$12H_2O + 6CO_2 \rightarrow 6O_2 + C_6H_{12}O_6 + 6H_2O$$

A molécula ATP armazena energia proveniente da respiração celular e da fotossíntese (Figura 22), para consumo imediato. A molécula atua como uma moeda celular, ou seja, é uma forma conveniente da transformação da energia. Esta energia pode ser utilizada em diversos processos biológicos, tais como o transporte ativo de moléculas, síntese e secreção de substâncias, locomoção e divisão celular, entre outros. Não pode ser estocada, seu uso é imediato, a energia pode ser estocada na forma de carboidratos e lipídios.

As principais formas de produção do ATP são a fosforilação oxidativa e a foto fosforilação. Um radical fosfato inorgânico (Pi) é adicionado a uma molécula de ADP (adenosina difosfato), utilizando energia proveniente da decomposição da glicose na fosforilação oxidativa ou da luz na fotofosforilação.

Existem enzimas especializadas no rompimento desta mesma ligação, liberando fosfato e energia, usada nos processos celulares, gerando novamente moléculas de ADP. Em certas ocasiões, o ATP é degradado até sua forma mais simples, o AMP,

adenosina monofosfato, liberando três fosfatos e uma quantidade maior de energia.

Se a energia gerada na queima da glicose não fosse armazenada em moléculas de ATP, provavelmente as células seriam rapidamente destruídas pelo calor gerado.

Para ocorrer a fixação biológica de nitrogênio é necessário que a nitrogenase se encontre em condições anaeróbicas. Os nódulos possuem uma heme proteína chamada leghemoglobina que se liga ao oxigênio e que está presente em elevadas concentrações nos nódulos. As plantas produzem a porção globina em resposta à infecção da bactéria, tendo esta proteína uma alta afinidade por O_2. Tanto a leghemoglobina como a barreira de difusão de oxigênio no nódulo são reguladores da tensão de oxigênio no nódulo protegendo o complexo enzima-nitrogenase que é irreversivelmente inativado pelo oxigênio (MYLONA *et al*., 1995).

A leghemoglobina é um importante transportador de oxigênio para as células bacterianas, sendo capaz de armazenar O_2 suficiente para a manutenção da respiração celular por alguns segundos (DENINSON; HARTER, 1995).

O suprimento de nitrogênio causa inibição da nitrogenase devido ao decréscimo da permeabilidade da membrana dos nódulos ao oxigênio e pela redução da afinidade da leghemoglobina pelo oxigênio. Na reação de redução do N_2, a nitrogenase é auxiliada por uma enzima transportadora de elétrons, a ferredoxina, originária do fotossistema I da fase fotoquímica da fotossíntese.

A leghemoglobina é uma hemoproteína fixadora de oxigênio ou nitrogênio e está presente nas Fabáceas ou Leguminosas. Apresenta uma estrutura e função muito semelhantes às das mioglobinas e da hemoglobina dos vertebrados específicos. Ela é sintetizada nas nodosidades da raiz das plantas, onde pode representar até 40 % das proteínas presentes durante a fixação

de nitrogênio molecular (N_2) por simbiose bacteriana. A parte globina é sintetizada pela planta hospedeira, essencialmente as leguminosas e o hemo é produzido pela bactéria. Essa proteína permite proteger o complexo enzimático englobando a relação nitrogenase/hidrogenase desviando o sistema do dioxigênio (N_2) que o desativa. De cor vermelha, a leghemoglobina confere, na prática, às nodosidades uma cor rosada característica indicadora se a fixação biológica de nitrogênio está ativa na planta.

Na fixação biológica do nitrogênio a Ferro-proteína e a Molibdênio-Ferro-Proteína comandam as reações. A Ferro-proteína frequentemente é reduzida por um doador de elétrons, a ferredoxina reduzida (Fd). A Ferro-proteína reduzida se liga com o magnésio ATP (Mg-ATP) que recebe elétrons, estes são passados para outra enzima a molibdênio ATP (Mo ATP) e desta os elétrons são passados para o nitrogênio, transformando-o em NH3, este é liberado por difusão do bacteroide para o citosol da célula infectada (BURRIS, 1999; TAIZ; ZEIGER, 2004).

Depois de formado, o NH3 em contato com o substrato aquoso do citoplasma dos bacteroides é transformado em NH_4 (TAIZ e ZEIGER, 2004) = desta forma ele é transportado para interior da célula hospedeira, no centro do nódulo.

$$N_2 + 8e^- + 8H^+ + 16ATP \rightarrow 2\,NH_3 + H_2 + 16ADP + 16Pi$$

N_2 = nitrogênio do ambiente, e = elétrons, ATP = adenosina trifosfatada, H = hidrogênio, ADP = adenosina difosfatada, Pi – fósforo inorgânico.

Como o NH4 também é prejudicial a célula devido a diminuição na formação do ATP e do transporte de elétrons na cadeia respiratória, ele é incorporado em moléculas que não possuam efeito tóxico.

As enzimas glutamina sintetase (GS) e a glutamato sintase (GOGAT) convertem o $NH4^+$ em aminoácidos. A atividade destas enzimas aumenta durante o desenvolvimento dos nódulos e com

o aumento na disponibilidade de energia (ATP) no ambiente de reação (SILVA, 1998; BURRIS, 1999). O principal meio de transporte de nitrogênio da soja dos nódulos para a parte aérea é na forma de ureídeos, além da aspargina (KING; PURCELL, 2005).

13. CUSTO ENERGÉTICO PARA FIXAÇÃO BIOLÓGICA

De acordo com os estudos sobre fixação biológica do nitrogênio no custo respiratório da soja, feijão e trevo tem-se concluído que o processo de fixação biológica de nitrogênio é muito dispendioso. Exige muito do potencial de produção das plantas com gasto energético elevado em relação ao ciclo natural do período de desenvolvimento natural da planta. Taíz, Zieger 2004; Dobereiner *et al*.,1987; Rayle *et al*., 1979 reportam que para cada elétron transferido da Fe-proteína para MoFe-proteína são consumidos dois ATPs. De acordo com as reações bioquímicas para reduzir uma molécula de N_2 são necessários oito elétrons ou seja 16 ATPs.

O aumento da respiração radicular ocorre paralelamente com a intensificação da atividade de fixação do nitrogênio que atinge o máximo na fase plena de maturação até ser reduzido nas fases posteriores de crescimento da planta. Para isso, são necessários carbonos, que no caso são provenientes do carbono fixado por dia em proporção de 11 a 13% a mais na respiração em comparação com as plantas que recebem fertilizantes nitrogenados.

Além disso, o processo de liberação de átomos de hidrogênio ocorre simultaneamente considerado uma perda de energia, os quais poderiam ser utilizados para a produção de amônia. Além da energia necessária para a redução do nitrogênio é necessário o fornecimento de esqueletos carbônicos para a bactéria fixadora, constando assim de um gasto extra de energia metabólica. A sacarose produzida na fotossíntese é transportada até o nódu-

lo radicular, ao entrar na célula sofre glicólise até a forma de fosfoenolpiruvato (PEP), que é transformado em oxalacetato pela a enzima PEP carboxilase. Este composto pode seguir várias rotas metabólicas. Uma das rotas é sua transformação em malato, que entra no ciclo de Krebs formando energia e α-ceto ácidos que são esqueletos carbônicos para formação de aminoácidos através da assimilação do NH_4+ produzido pela nitrogenase, além da formação de aminoácidos estes esqueletos carbônicos são utilizados pela nitrogenase para seu metabolismo (COKER, SCHUBERT, 1981; BROWN, ADJEI, 1995).

Figura 23 - As associações simbióticas da fixação de nitrogênio são facilitadas pelos rizóbios, bactérias que fixam Nitrogênio e pelas micorrizas que são associações de fungos ao sistema radicular sendo que 83% das dicotiledôneas apresentam, 79% das monocotiledôneas e todas as gimnospermas

O oxalacetato pode seguir outra rota onde este se liga ao glutamato pela ação da enzima glutamato desidrogenase (GDH) formando o aspartato que reage com a glutamina produzida pela assimilação do NH_4+ resultando na formação da aspargina, as custas de ATP como uma forma de energia.

De acordo com Fagan *et al*. (2007), a entrada e saída de produtos no bacteroide ocorrem via apoplasto através de células do periciclo adjacente ou simplasto através de plasmodesmos (Figura 23).

O trabalho desses microrganismos é melhorar a capacidade das raízes de absorver nutrientes, porque as hifas externas dos fungos são mais finas que as raízes e podem alcançar o nitrogênio além das áreas do solo esgotadas em nutrientes próximas às raízes. Em solução esses nutrientes podem ser carreados através do apoplasto, isto é, através da parede celular entre as células do vegetal. Ainda esse nitrogênio pode chegar até o sistema através do simplasto passando de célula a célula através dos plasmodesmos. Os plasmodesmos constituem um tipo de interligação entre membranas de células vizinhas que criam pontes citoplasmáticas. Ocorrem somente em células vegetais. Os micro túbulos membranosos atravessam as paredes celulares por poros em que não há nenhum tipo de material. São a única via de translado de substâncias e estímulos, alimentação da célula, que são conexões citoplasmáticas que atravessam a parede celular entre células contíguas.

14. RELAÇÃO ENTRE FISIOLOGIA, FENOLOGIA E FIXAÇÃO DE NITROGÊNIO

O processo de nodulação da soja inicia no estádio jovem de crescimento (V2) equivalente a emergência do terceiro trifólio. A eficiência plena de fixação ocorre no estágio reprodutivo (R2) quando a planta se encontra em pleno florescimento para depois decrescer (LAWN, BRUN 1974; RYLE *et al*., 1979) A partir deste estádio inicia processo de remobilização do nitrogênio (N) das partes vegetativas (V) para os órgãos reprodutivos (R).

No processo de maturação da planta ocorre uma competição na planta para o nitrogênio (N) quando a atividade da nitrogenase decresce no início da frutificação devido a competição por fotoassimilados com as vagens e sementes (LAWN, BRUN (1974). Nesta fase ocorre um decréscimo no crescimento da planta re-

duzindo a disponibilidade de nitrogênio necessário para crescimento de grãos, devido à redução no suprimento de fotoassimilados para os nódulos IMSANDE; SCHMDT (1998). Contudo, ocorre decréscimo da concentração de N na fração vegetativa quando o N é carreado para os grãos e vagem, ao mesmo tempo ocorre a redução no processo de fixação biológica. As células nodulares são degradadas no final do ciclo da soja remobilizando as moléculas orgânicas para outras partes da planta. As membranas dos bacteroides são degradadas com o aumento da enzima isocitrato liase e malato sintetase. O ciclo do glioxilato é a forma usada pelas plantas para remobilizar o carbono obtido pela fotossíntese para outras partes da planta, que ainda se encontram em crescimento (FARGEIX *et al*., 2004).

14.1 - ADUBAÇÃO NITROGENADA E NODULAÇÃO

A adição de adubos nitrogenados em leguminosas tem efeito adverso na fixação biológica devido à redução de disponibilidade de oxigênio na respiração do nódulo (DENINSON; HARTER, 1995) ocorrendo limitação de carboidratos essenciais ao metabolismo do nódulo (STEFENS; NEYRA (1983). A adição de nitrogênio às plantas de soja na forma de KNO_3 (nitrato de potássio) influencia negativamente a atividade da nitrogenase reduzindo o processo de fixação em mais que a metade. Atribui-se esta ocorrência às concentrações de nitrato e o nitrito acumulados a nível nodular com a inibição da fixação de nitrogênio (N) devido à redução da disponibilidade de energia essencial ao bacteroide. Em contrapartida, se a planta apresentar um suprimento de sacarose para os nódulos, a atividade da nitrogenase é acelerada devido ao decréscimo no nível de nitrito acumulado nos mesmos.

Em estudos fenológicos com soja e feijão foi observado que em média, o tratamento com adubação nitrogenada pode atra-

sar até dez dias o ciclo da planta e por isso uma ligeira falta de N (nitrogênio) acelera a maturação das leguminosas. Em relação ao acúmulo de fitomassa seca, o suprimento nitrogenado pode aumentar até 30% em estágio específicos de crescimento das plantas e a produção pode aumentar em até 40% nas plantas inoculadas em relação a testemunha. Contudo pode ocorrer redução de até 15% em plantas não adubadas com nitrogênio. A redução da produção, em função da não aplicação de nitrogênio (N) pode ser atribuída à maior necessidade de energia, no caso ATP (denosina trifosfato), requerida pela fixação biológica quando ocorre aumento também de até 15% da respiração da planta (SANTOS, 2018); (RYLE *et al*., 1979); (THIES *et al*., 1995).

14.2 - NITROGÊNIO E REDUÇÃO DE FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO

Adubações nitrogenadas reduzem a atividade das bactérias no processo de fixação biológica do nitrogênio. Sua comprovação pode ser vista pelas taxas de redução de acetileno que são mais elevadas quando se reduz a disponibilidade de nitrogênio no solo, mostrando declínio da atividade biológica de fixação de nitrogênio (ZAHRAN, 1999).

Ao mesmo tempo observa-se que os teores de proteína dos grãos e a produção são aumentadas com a adição de nitrogênio, isto pode ser interpretado como o nódulo, na ausência de nitrogênio disponível funciona como um eficiente dreno para a planta (IMANSADE e SCHMIDT 1998).

15. FIXAÇÃO DE NITROGÊNIO E PROTEÍNA NA PLANTA

Também devido ser encontrado efeito positivo da adição de nitrogênio (N) na produção de grãos e consideram importante a adição de nitrogênio (N) ou formas de manejo que proporcio-

nem maior disponibilidade de N no subperíodo pré-desenvolvimento da planta. Embora essas observações sejam discutíveis (KOUTROUBAS *et al*., 1998) alguns autores relatam que plantas inoculadas acumulam fitomassa seca nos estágios vegetativos até as fases reprodutivas envolvendo fase de florescimento e enchimento de grãos, quando recebem adubação nitrogenada, fases de maior intensidade metabólica e bem supridas de nitrogênio e fotoassimilados. O nitrogênio fixado pela nitrogenase é incorporado com maior rapidez aos compostos orgânicos sendo mais rapidamente disponível à planta, e mais lentamente no processo de fixação via nitrato redutase devido ao gasto maior de energia para reduzir o nitrogênio N_2 a NH_3.

15.1 - ATIVIDADE DA NITRATO REDUTASE NOS NÓDULOS

A nitrato redutase (NR), a enzima encontrada nas raízes e folhas da cultura da soja e que auxilia na assimilação do nitrogênio, responsável pela redução do nitrato absorvido do solo à nitrito.

$$NO_{3^-} + NADP(H) + H^+ + 2e^- \rightarrow NO_{2^-} + NAD(P) + H2O$$

Em continuidade do processo de fixação biológica de nitrogênio verifica-se a ação da enzima nitrito desidrogenase, que reduz o nitrito em

$$NO2^- + 6Fdred + 8H^+ + 6e^- \rightarrow NH4^+ + 6Fdox + 2H2O$$

O $NH4^+$ que é incorporado em esqueletos carbônicos para formação de aminoácidos (TAÍZ, ZIEGER, 2004; HUNTER, 1983).

Encontrada no interior do bacteroide a enzima nitrato redutase auxilia na redução do nitrato. Através do sistema redutase (BURRIS, 1999; TAÍZ; ZIEGER, 2004) ocorre a assimilação extra de nitrogênio pelas leguminosas. Em cultivo hidropônico, a soja Cv. Tracy com inoculação de sementes por *Rizhobium japonicum,*

com e sem adição de nitrato na solução nutritiva, verificou-se que os nódulos contêm grande quantidade da enzima nitrato redutase, semelhante à quantidade encontrada nas outras regiões das raízes (HUNTER 1983). Entretanto, a redução de nitrato no nódulo é menor que a quantidade de nitrato reduzido em outras partes da raiz e na parte aérea, mostrando que o nódulo radicular não é o principal local de redução do nitrato na soja. A presença da enzima nitrato redutase nos nódulos pode ser considerada como um fator importante no sentido da adubação nitrogenada. Usado como complemento de nitrogênio (N) à planta em períodos onde a atividade da nitrogenase é baixa, como o início da nodulação e subperíodo de florescimento e frutificação, promovendo aumento de produtividade (LAW, BRUN (1974); TONIN, 1988; SCHIMDT, IMANSADE (1998).

15.2 - ATIVIDADE DA NITROGENASE E NODULAÇÃO

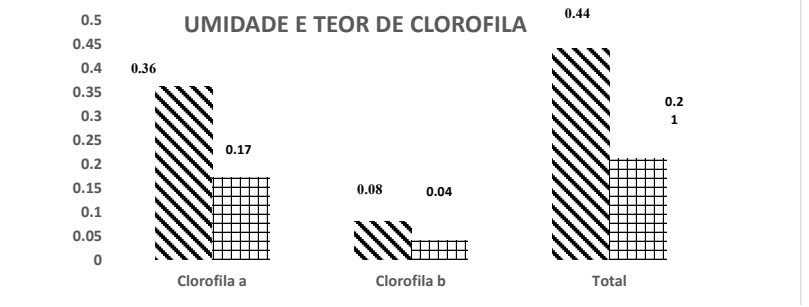
Vários fatores são determinantes na nodulação ou fixação biológica do nitrogênio (N_2), atuando isolados ou em conjunto, como a tensão da água, teor de oxigênio (O_2) no nódulo, temperatura e pH do solo, salinidade, toxinas e predadores os principais podem atuar junto à longa variedade de estirpes de rizóbios que se encontram no solo (FAGAN *et al*., 2007; DOBEREINER *et al*., 2000; KAMICKER, BRILL, 1986).

O nódulo é formado por uma região cortical da raiz infectada, envolvida por células também corticais que apresentam uma rede vascularizada. A camada vascular é caracterizada por uma rede de esclerideos que serve de sustentação e proteção e que está associada com as células parenquimáticas (WALSH, 1995). No entanto, esta camada de esclereídeos pode limitar o movimento de água entre o solo e o nódulo cortical. A fronteira vascular é isolada pelo apoplasto do nódulo cortical via estria de

Kaspary. Esta camada possui poucos plasmodesmos e representa restrição do fluxo via simplasto. Contudo as células corticais podem secretar glicoproteínas para o apoplasto diminuindo o potencial osmótico e incrementando a absorção de água. Observa-se ainda o efeito da disponibilidade hídrica no transporte de sacarose e compostos nitrogenados.

O sistema vascular desenvolve turgidez positiva essencial (Figura 24) para o transporte de compostos nitrogenados via fluxo de massa, requerendo água indispensável neste fluxo, uma vez que a água transporta a sacarose, via floema, que absorvida pelo nódulo, e de volta, carrega os solutos nitrogenados. Portanto, o balanço de água via transporte simplasto, transporte livre, e apoplasto, exige energia para transporte, altera a pressão do meio turgido das células, influenciando na permeabilidade da membrana do nódulo a gases, principalmente o oxigênio (SALAMONI, 2008; WALSH (1995).

Figura 24 - Teores de clorofila a, b e total, em plantas de soja cultivar BR-4, em associação simbiótica com *Bradyrhizobium*, submetidas à inundação do sistema radicular por 21 dias



Fonte: Adaptado de Amarante *et al*., 2007.

Para que o processo de nodulação aconteça de forma efetiva deve ocorrer em temperatura adequada à atividade da nitrogenase. A temperatura de 25°C é considerada ideal, enquanto

temperaturas em torno de 15°C causam diminuição da atividade ou até inibição em várias raças de bactérias fixadoras (ZHANG *et al*., 1996).

O oxigênio é fator importante na nodulação da soja, uma vez que a respiração e a atividade da enzima nitrogenase foram afetadas pela disponibilidade de oxigênio (O_2). Para o bacteroide, pequenas concentrações de nitrogênio são importantes, mas por outro lado concentrações relativamente baixas, próximo a 10%, afetam a atividade da nitrogenase devido a diminuição da respiração e disponibilidade de energia (KUZMA *et al*., 1999).

A permeabilidade gasosa no bacteroide é afetada por diversos fatores, citando entre eles, a luz, água e nitrato, sendo que de modo geral, o teor de O_2 aumenta na luz e decresce em condições de seca ou exposição ao nitrato (FAGAN *et al*., 2007; MYLONA, *et al*., 1995; TAIZ, ZEIGER. 2004).

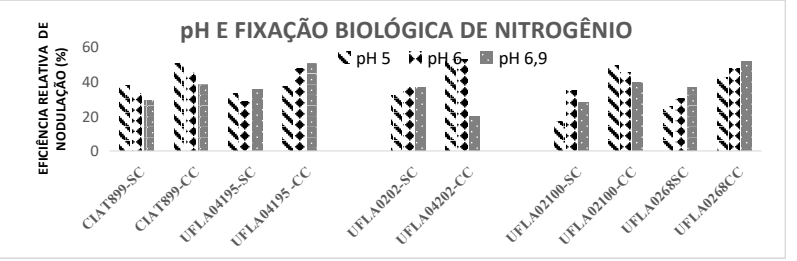
O estresse hídrico afeta a atividade da nitrogenase de duas formas, tanto pela limitação da disponibilidade de oxigênio na zona do bacteroide restringindo a respiração como pela diminuição da síntese de leghemoglobina, ocorrendo acúmulo de ureídeos e aspartato nas folhas e nódulos devido à redução do fluxo de água no floema (HUNGRIA; VARGAS, 2000). O défice hídrico, associado à elevação de ureídeos e aminoácidos inibe a fixação de nitrogênio (FN) pela diminuição da atividade da enzima nitrogenase, acompanhado pelo aumento da concentração de ureídeos, aspartato e vários outros aminoácidos nas folhas, devido ao decréscimo na exportação destes compostos para as raízes, promovendo assim a inibição da FN (KING, PURCELL (2005).

O manganês (Mn^{++}, embora seja um dos nutrientes presentes em solos ácidos tem função essencial na catálise de muitos processos enzimáticos e de transferência de elétrons. O Mn^{++}) pode regular a fixação biológica de nitrogênio (FB**N)** em condi-

ções de seca. Isso porque, a enzima Fisiologia da fixação, a amido hidrolase responsável pela degradação de ureídeos nas folhas é dependente de Mn^{++}. Assim, em condições de estresse hídrico o suprimento de manganês pode auxiliar na manutenção da fixação biológica de nitrogênio (VALDEZ *et al*., 2000).

A eficiência de fixação de nitrogênio está relacionada com o pH (Figura 25), bem como para a maioria das culturas em geral, e com a disponibilidade de alguns nutrientes no solo (SILVA *et al*., 2002).

Figura 25 - Eficiência relativa de fixação de nitrogênio pelo feijoeiro comum cultivar BRSMG Majestoso cujas sementes foram inoculadas com dez estirpes de bactérias fixadoras na ausência (SC) e na presença de calagem (CC)



Fonte: Adaptado de Ruffini *et al*., 2001.

Para obter boa eficiência de bactérias fixadoras a nível de solo, a acidez do solo deve apresentar pH em torno de 6,5 enquanto que no solo, o pH entre 5,8 a 6,2 a maioria dos nutrientes se encontram em concentrações próxima a faixa de maior disponibilidade para as plantas.

Altos teores de alumínio trocável e íons H+ prejudicam o desenvolvimento radicular, o crescimento do rizóbio e a infecção radicular (SILVA *et al*., 2002). Dosagens elevadas de calcário aplicado, mesmo que esses solos sejam ácidos devido a diminuição na atividade de fixação de nitrogênio devem ser divididas em dosagens de três toneladas por hectare de 6 em 6 meses. A correção pH do solo é justificada pela disponibilidade da

maioria dos nutrientes para a planta, N - nitrogênio, P - fósforo, K - potássio, Ca - cálcio, Mg - magnésio, B - boro, Cu - cobre, Cl - cloro, Mn - manganês, Mo - molibdênio e Zn - zinco (LIMA *et al*., 2000).

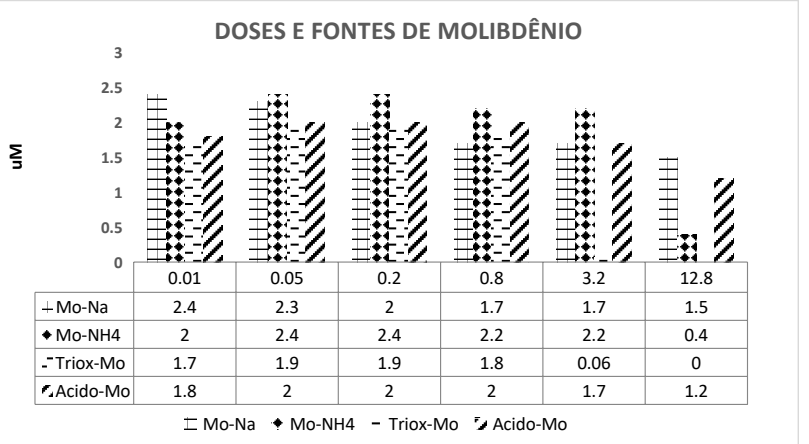
O fósforo tem influência na iniciação, crescimento e funcionamento dos nódulos (GOMES *et al*., 2010). A atividade da nitrogenase é dependente de ATP (adenosina tri-fosfatada). Devido a exigência do nível da necessidade de energia, na forma de ATP, pode-se explicar porque a maioria das culturas noduladoras responde mais à adubação fosfatada quando comparada com culturas não noduladoras. Altos requerimentos de fósforo são necessários para a fixação biológica de nitrogênio, de forma que o aumento do suprimento de fósforo promove incremento na atividade e no acúmulo de fitomassa seca do nódulo (FAGAN, (2007).

A concentração de fósforo inorgânico (Pi) nos nódulos das plantas que apresentam carência de fósforo é reduzida e, consequentemente, tem o seu acúmulo de fitomassa seca (MARRA, 2009). Entretanto o aumento no suprimento de fósforo durante o estágio reprodutivo não proporciona recuperação na produção de fitomassa seca de nódulos. O reflexo deste comportamento reflete na redução de ureídeos pela planta, que é a principal forma de transporte de nitrogênio pela cultura e pela atividade da sintetase glutamina e de glutamato, dependente de ferredoxina. A deficiência de Pi no estágio vegetativo ocasiona inibição na formação de nódulos e no seu desenvolvimento, o mesmo acontece no estádio reprodutivo, com posterior senescência dos mesmos.

O molibdênio (Mo) é um elemento essencial no metabolismo do nitrogênio (Figura 26) por fazer parte do complexo enzima nitrogenase e redutase do nitrato (SOUZA *et al*., 2015; TAÍZ, ZIEGER, 2004). A produção de aminoácidos e, consequentemente, de proteínas são afetados pela deficiência de Mo.

O Cobalto (Co) faz parte de precursores da leghemoglobina, portanto, também está associado a fixação biológica de nitrogênio (FBN). A adubação nitrogenada e molíbdica aplicada nas sementes diminuem o índice de NO^{3-} e eleva o teor de N total nas folhas, entretanto, não interfere na produtividade de grãos, provavelmente quando o teor de Mo no solo se encontra em concentrações suficientes para o desenvolvimento da planta.

Figura 26 - Crescimento de quatro estirpes de *Bradyrhizobium* em meio de cultura líquido com diferentes doses de molibdênio (uM), proveniente de diversas fontes



	0.01	0.05	0.2	0.8	3.2	12.8
Mo-Na	2.4	2.3	2	1.7	1.7	1.5
Mo-NH4	2	2.4	2.4	2.2	2.2	0.4
Triox-Mo	1.7	1.9	1.9	1.8	0.06	0
Acido-Mo	1.8	2	2	2	1.7	1.2

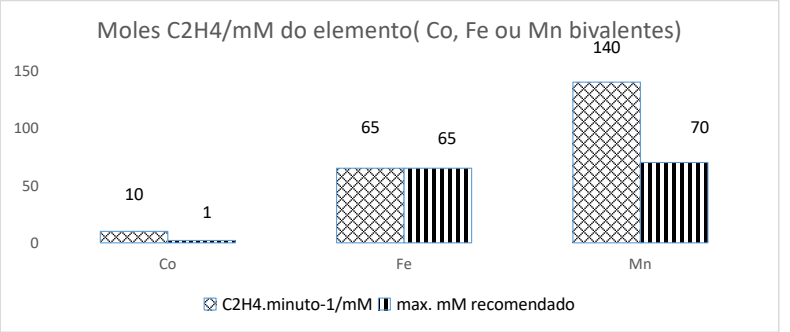
Fonte: Dados adaptados de Albino, Campo (2001) e transformados, de acordo com a fórmula log x+1 do número de unidades formadoras de colônias.

A adubação com molibdênio e cobalto é importante para a fixação biológica do N. Sempre que adiciona estes micronutrientes na semente, a planta apresenta grãos com maior teor de proteína, embora que por outro lado tem-se relatado que a aplicação de Mo na semente, principalmente na forma de molibdato (MoO) tende a reduzir a sobrevivência do rizóbio (MESCHEDE *et al*., 2004, NUNES *et al*., 2003).

A fixação biológica do nitrogênio (FBN), dependendo do herbicida e outros produtos químicos, pode ser prejudicada, como herbicidas sulfentrazone na semente ou na cultura em desenvolvimento (ARRUDA *et al*., 2001), tendo como reflexo a redução da eficiência do processo de fixação. Esses produtos quando não bem estudados têm resultado em decréscimos de produção de massa seca de nódulos, nos teores de nitratos, aminoácidos e ureídeos. A possível causa deste comportamento tem sido a menor produção de fotoassimilados pela parte aérea da planta, ainda pouco estudada. A relação de produtos químicos e fixação biológica de nitrogênio ainda é pouco conhecida principalmente sobre o produto a aplicar e a quantidade a serem aplicada, mesmo considerando a necessidade de aplicação desses produtos no controle de pragas e doenças. O comportamento dos nódulos na presença desses produtos necessita de estudos para conhecimento dos princípios bioquímicos e fisiológicos uma vez que a energia essencial para a planta é proveniente dos fotoassimilados para a formação e manutenção da enzima nitrogenase. Sem o estímulo dessa enzima, o processo de fixação biológica de nitrogênio pode ser prejudicado (ALBINOA *et al*., 2001).

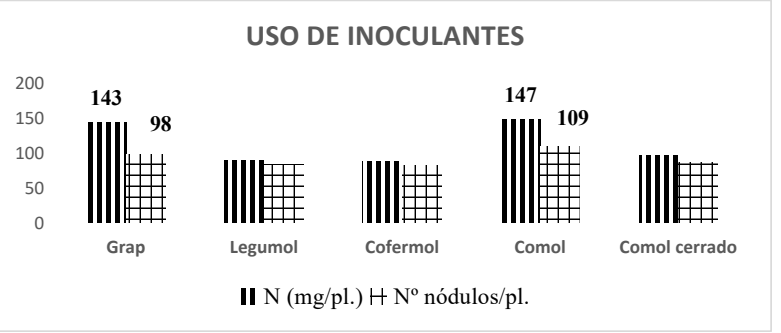
IR PARA SUMÁRIO

Figura 27 - Relação da atividade máxima da enzima nitrato redutase, in vitro, em função do número de milimoléculas de etileno formado por minuto na presença de cátions bivalentes de cobalto (Co), ferro (Fe) e manganês (Mn)



Fonte: Adaptado de Yoch (1979).

Figura 28 - Uso de inoculantes comercias no processo de fixação biológico de nitrogênio (>100)



Fonte: Adaptado de Albino e Campo (2001) e Travagin *et al.*, 2015.

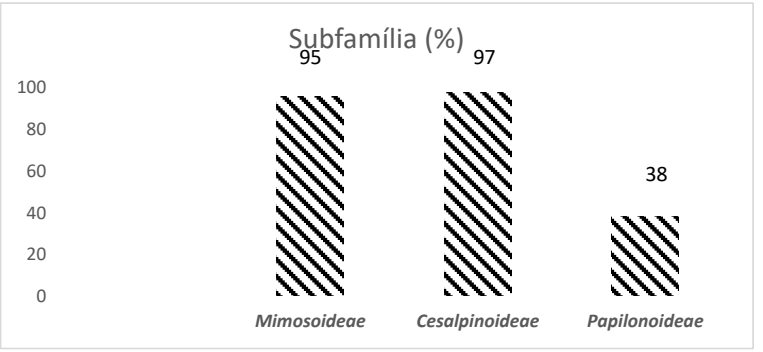
Nesse sentido CÂMARA (2002) e SFREDO *et al.*, (2010), enfatizam que aplicação de Co, Mo, Fe (Figura 27) e fungicidas nas sementes deve ser sempre revisto uma vez que a introdução de produtos químicos (Figura 28), embora muitas vezes necessária também podem constituir em fatores de interferência direta na ação dos microrganismos, agentes diretos do processo de fixação biológica do nitrogênio (FBN).

Hungria *et al*. (2001) e Campo; Hungria (1995) relatam que o insucesso de fixação depende de fatores como, mesmo que o processo seja conhecido por muitos anos e a planta padrão de fixação de nitrogênio como o da soja, desenvolveu um processo para extrair o nitrogênio gasoso para suprir as suas necessidades específicas. Contudo, fatores biológicos e químicos prejudicam a planta, ressaltando aqueles ligados aos inoculantes, tratamentos da semente com produtos químicos e outros ligados ao processo de inoculação.

16. AMBIENTE FLORESTAL E MICRORGANISMOS FIXADORES

Os estudos iniciais em ambientes florestais (Figura 29) partiram da verificação dos diferentes comportamentos de árvores convivendo em ilhas de diferentes ambientes, como aspectos químicos, físicos e biológicos nas regiões onde a maioria das espécies se aglomera em pontos mais adaptáveis àqueles indivíduos.

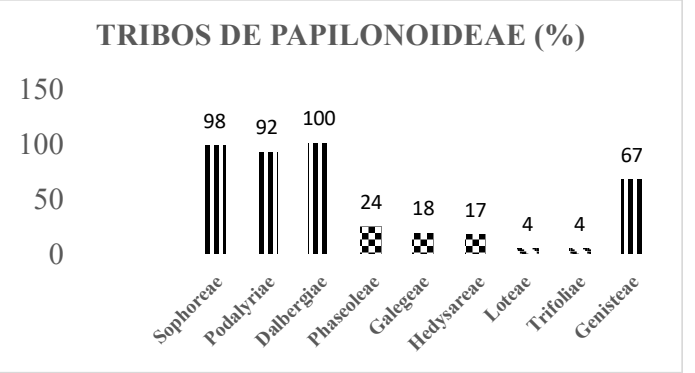
Figura 29 - Nodulação e fixação de nitrogênio em leguminosas florestais das subfamílias Mimosoideae, Cesalpinoideae e Papilonoideae



Fonte: Adaptado de Dobereiner, 1984.

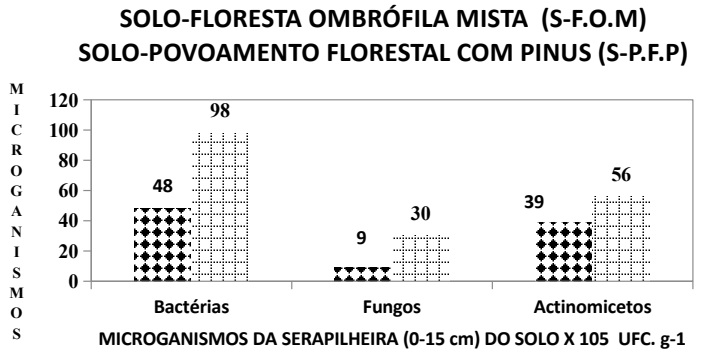
IR PARA SUMÁRIO

Figura 30 - Percentual de árvores de famílias de árvores que formam nódulos



Fonte: Tutin (1958) citado por Dobereiner (1984).

Figura 31 - Microrganismos encontrados em serapilheira (S) em cobertura de solos (0-15 cm) sob floresta ombrófila mista (FOM) e povoamento florestal com pinus (PFP)



Fonte: Adaptado de Osaki, 2008.

Tradicionalmente, vários arranjos de plantas de diferentes espécies em matas foram realizados essencialmente nas regiões de alta densidade de população (Figura 30) associada às preocupações de se produzir alimentos para cobrirem todas as necessidades dos seres vivos incluindo o homem e os animais (Figura 31). Essa iniciativa, originalmente trabalhada pelo

serviço de extensão rural passou a ser considerada e respeitada pelos órgãos de pesquisa e ensino. Dos arranjos de culturas, surgiram os consórcios inicialmente constituídos de milho e feijão comum e feijão caupi.

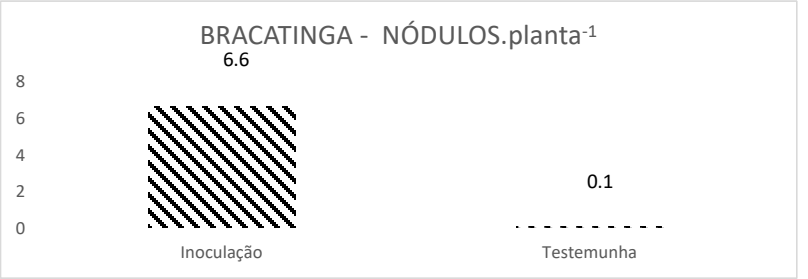
A partir dessas iniciativas foram realizados os estudos econômicos comparativos entre cultivos solteiros e consorciados. Pelos resultados positivos obtidos foi introduzido o consórcio arroz, milho, sorgo, milheto e braquiárias. Atualmente foram organizados os sistemas agrícolas, em seguida foram estudados os Sistemas de Agricultura ou Lavoura e Pecuária onde se observa e avalia a produção de plantas e animais. Em seguida, tem sido mostrada a importância dos sistemas incluindo o Sistema Agricultura, Pecuária e Floresta.

Pesquisadores continuam trabalhando com novas tecnologias por região para avaliar os melhores consórcios e os sistemas específicos para cada região a ser explorada. Nesta evolução paralelamente tem-se incluído os estudos de fixação biológica do nitrogênio.

Nas florestas (Figura 32), seja de clima tropical ou temperado, são encontradas uma infinidade de formas de vida especificamente adaptadas ao ambiente florestal peculiar, sendo que, consequentemente se estas florestas desaparecerem, também estes organismos não existirão ou sofrerão transformações pouco semelhantes com as formas originais.

IR PARA SUMÁRIO ▲

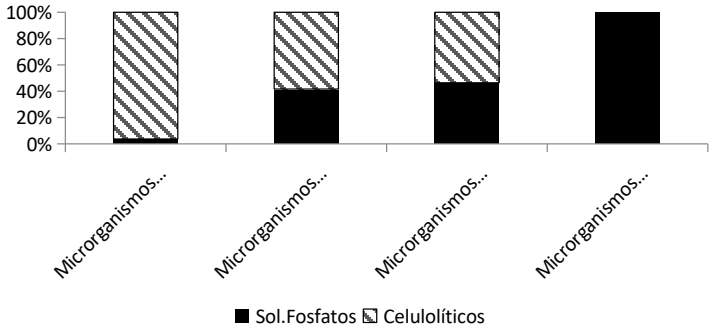
Figura 32 - Nódulos por planta da Bracatinga (*Mimosa scabrella*) inoculada em relação à testemunha não inoculada



Fonte: Adaptada de Dobereiner, 1984.

A importância ecológica da floresta é considerável em termos da sua riqueza da capacidade de conservação da biodiversidade do planeta, não somente das florestas tropicais, mas quaisquer tipos de povoamento vegetal.

Figura 33 - Distribuição percentual de microrganismos celulíticos e solubilizadores de fosfatos em solos sob vegetação de cerrado. PFPI = povoamento florestal com pinus no inverno, PFPV = povoamento florestal com pinus no verão, FOMI (floresta ombrófila mista no inverno), FOMV (floresta ombrófila no verão)



Fonte: Adaptado de Mesquita, 2011.

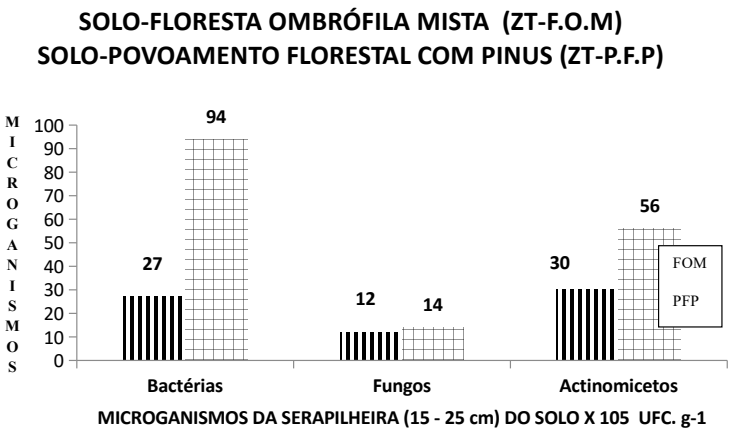
A presença de microrganismos do solo (Figura 33), baseado nos estudos dos estádios sucessionais de uma floresta variam com os diferentes fatores inerentes à produção biomassa de acor-

do com as sucessões das camadas do solo, estrutura de idade ou tamanho de populações de árvores e composição de espécies.

Estes diferenciais em região tropical refletem o processo no uso anterior da terra. As alterações florestais são avaliadas fundamentam nas medidas da estrutura florestal como área basal ou biomassa à superfície, composição das espécies dentre outros.

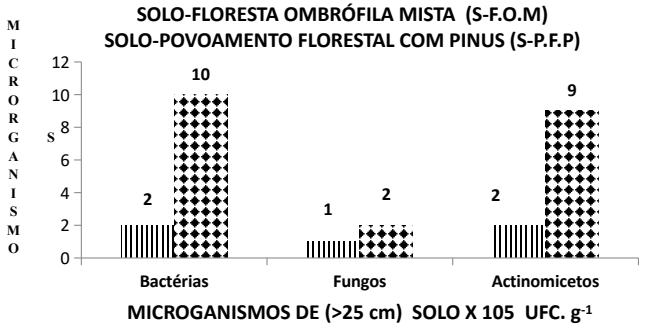
O termo 'floresta madura' descreve florestas que se encontram num estágio tardio de sucessão, e que sejam relativamente estáveis segundo esses critérios. A dinâmica florestal não cessa quando uma floresta atinge um estágio tardio de sucessão, mas se desvia em direção a distúrbios localizados ou endógenos como quedas de árvores ou inundações locais que não se caracterizam de maneira uniforme todo o conjunto da floresta.

Figura 34 - Microrganismos encontrados em zona de transição (ZT) de solos (15–25 cm) sob floresta ombrófila mista (FOM) e povoamento florestal com pinus (PFP)



Fonte: Adaptado de Osaki, 2008.

Figura 35 - Microrganismos dos solos (S) formados sob floresta ombrófila mista (F.O.M) e povoamento floresta com pinus (PFP) em profundidade superior a 25 cm



Fonte: Adaptado de Osaki, 2008.

Quando um povoamento de árvores florestal (Figuras 34 e 35), no estágio de início de povoamento na formação de floresta, as árvores pioneiras que colonizam e se estabelecem, a vegetação de herbáceas do dossel é o marco de um estágio da exclusão de várias espécies de árvores, lianas e arbustos intolerantes à sombra; elas são suprimidas e morrem.

Contudo, as espécies ombrófilas recrutam no sub-bosque e no dossel e continuam a se estabelecer como mudas. Durante o longo estágio de reinício do sub-bosque, árvores pioneiras do dossel vão naturalmente morrendo, formando clareiras na cobertura o que tornam mais heterogênea a disponibilidade de luz. Nestas condições específicas, ao longo do tempo, ocorre variação das condições químicas e físicas e biológicas da serrapilheira.

O estágio de florestas maduras começa com a morte das últimas árvores pioneiras restantes, estabelecidas durante o estágio de iniciação do povoamento (CHASDON, 2012). Neste estágio, a floresta apresenta a maior diversidade de árvores e epífitas observando então alta heterogeneidade espacial e diversidade funcional.

A Mata Atlântica ê o Cerrado brasileiro são dois biomas considerados tão importantes quanto aos principais aglomerados de vegetação, essencial para a conservação da biodiversidade, sendo comparados às regiões florestais úmidas australianas como patrimônio natural da humanidade. As espécies arbóreas que ocorrem ao longo da sucessão florestal sobre solo eutrófico apresentam um contínuo de estratégias no uso de N, com dois extremos marcados por plantas pioneiras e tardias, que usam NO_{3-} e reciclam N interno respectivamente. Por outro lado, as espécies pioneiras das florestas úmidas parecem se utilizar outras fontes de nitrogênio, com pouca informação.

No Cerrado, uma maioria de espécies lenhosas presentes em um cerradão goiano não utilizam NO_{3-} como principal fonte de nitrogênio (N) do solo. O conteúdo de N foliar é quase sempre baixo nestas espécies, quando comparados com os indivíduos de outros biomas, por ser esse bioma pobre em N. A espécie *Anadenanthera falcata* também do cerrado tem mostrado preferência pelo uso de NH_{4+} como fonte de N (RIBEIRO 2013).

Existe uma grande ameaça do aquecimento climático global como resultado da intensificação do efeito estufa provocado pelas emissões atmosféricas de CO_2 de origem antrópica, que tem provocado crescente preocupação e debate nos últimos anos. Um consenso é de que as alterações climáticas previstas trarão sérias consequências para todos os ecossistemas, principalmente os já bastante ameaçados, além de grande impacto sobre o estilo de vida contemporâneo.

As florestas de áreas úmidas variam significativamente em relação à suas capacidades de retenção de N. Os efeitos das alterações climáticas globais e os impactos da deposição de N sobre a estabilidade e funcionamento dos ecossistemas são ainda pouco conhecidos. A deposição de N nas ilhas vegetativas existentes

da Mata Atlântica e Cerrado vem aumentando muito nos últimos anos e a previsão é de que atinjam valores acima daqueles considerados críticos, podendo levar espécies adaptadas à baixa disponibilidade de N à exclusão competitiva.

Por outro lado, os ecossistemas tropicais são importantes no processo da incorporação líquida na biosfera terrestre do CO_2 de origem antropogênica colaborando com a troca de carbono no sistema solo-vegetação-atmosfera que integra os fluxos no solo e vegetação. Relata-se que apenas 14% dos estudos de fluxo de vórtices turbulentos em florestas incluem avaliações eco-fisiológicas e morfo anatômicos das plantas ou estimativas de biomassa relacionadas com os ciclos de carbono (C) e N intimamente associados. A eficiência no uso de N para a estruturação e funcionamento do aparato fotossintético é um dos fatores mais importantes na variação interespecífica da capacidade de assimilação de CO_2 pelas plantas e na duração da vida útil das folhas, interagindo com a disponibilidade e eficiência no uso da água. Por outro lado, a ciclagem do estoque de C na vegetação e solo pode ser afetada pelo teor de N disponível. Muitos estudos são necessários sobre a forma, quantidade e taxa de decomposição da serapilheira; na matéria orgânica dos solos e suas inter-relações com os processos físicos e químicos, que determinam a sua dinâmica, sua biomassa e a sua relação com os teores nutrientes, especialmente N, e a fertilidade.

Esses aspectos indicam a necessidade de mais informação sobre a relação entre o suprimento de N, associações microbianas, mecanismos fisiológicos e ecológicos que regulam o crescimento e/ou estabelecimento das plantas e a composição de espécies das comunidades vegetais, sendo o armazenamento, a capacidade de assimilação e o transporte considerados fatores fundamentais para um melhor entendimento dos processos de

utilização de N pelas plantas. Por sua vez, um maior entendimento sobre a interação solo-planta através do estudo da dinâmica do N nos processos biogeoquímicos de ciclagem interna e das características ecofisiológicos das espécies vegetais deverão auxiliar na compreensão sobre a funcionalidade do ciclo de N e C nos ecossistemas existentes (RIBEIRO,2013).

17. PASTAGEM

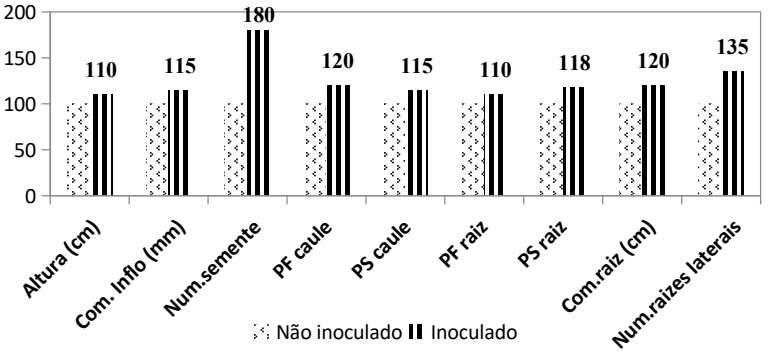
A maioria das pastagens reformadas brasileiras é coberta por forrageiras do gênero *Brachiaria*, ocupando cerca de 200 milhões de hectares de solo (Silva *et al*., 2010; Boddey *et al.*, 2006). As espécies mais conhecidas são a *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria ruziziensis* e *B. humidicola* (SOBRINHO *et al.*, 2005).

Ao contrário da agricultura, a aplicação de fertilizantes em pecuária é realizada, quando utilizada, em pequenas áreas e em bolsões tecnificados. Mesmo considerando que as forrageiras teoricamente sejam pouco exigentes em fertilidade do solo, incluindo nutrientes e condições de acidez, o valor forrageiro é qualitativamente sacrificado na carência de nitrogênio. As pastagens quase sempre não são consideradas como se avalia uma cultura de grãos.

Nas grandes áreas são manejados rebanhos bovinos em sistemas extensivos, nos quais, quase sempre são atingidos baixos índices de produtividade devido aos processos de subpastejo e/ou superpastejo, que contribuem para a degradação de áreas de pastagens e são encontrados em todo território nacional. Atualmente, a *Brachiaria* spp. (90%) e *Paspalum* spp (10%) continuam sendo usados preferencialmente mas existem alguns agropecuaristas que usam outros gêneros como as do *Pennisetum*, *Panicum* e *Setaria* (Figura 36) destinados tanto ao pastejo

quanto à formação de capineiras conseguindo elevada produção de biomassa.

Figura 36 - Percentual da Fixação biológica de nitrogênio pela *Setaria viridis*. Influenciada pela associação de bactéria em gramínea, *Azospirillum brasiliense + Herbaspirillum seropedicae*. Inflo=inflorescência, PF= peso fresco, PS=peso seco, Com = comprimento, Num. = número



Fonte: Adaptado de Pankievicz *et al*., 2015.

Fagundes *et al.*, (2005) relatam que em uma propriedade utilizada em exploração agropastoril deve-se usar pelos menos quatro cinco gêneros diferentes. Vários problemas climáticos como os veranicos comuns seriam amenizados, isto porque aproveitaria as características de algumas forrageiras se alongar alguns dias do ciclo de desenvolvimento e outras brotarem antecipadamente aos ciclos de chuvas.

A disponibilidade de nitrogênio e outros nutrientes dependem da umidade do solo, que muitas vezes, torna um fator limitante para o crescimento e desenvolvimento das plantas e à produtividade das culturas.

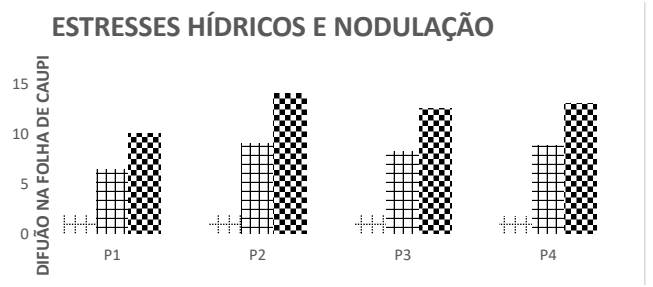
Com isso, os estudos de aproveitamento das técnicas de exploração do potencial da fixação biológica de nitrogênio atmosférico (FBN) nas forrageiras tropicais passarem a ser consideradas como uma saída sustentável para este impasse. Por ser

um processo natural atualmente, cada vez mais, vem evoluindo, devido a sua importância nos ramos filogenéticos de microrganismos procariotos (REIS *et al.*, 2006) comumente conhecidos como bactérias diazotróficas. Avanços significativos das pesquisas são verificados sob diversos aspectos da interação planta e bactérias diazotróficas (BALDANI; BALDANI, 2005). A cana-de-açúcar, por exemplo, com bactérias diazotróficas endofíticas, *Gluconacetobacter diazotrophicus* e *Herbaspirillum* spp pode contribuir com 60% do nitrogênio acumulado nas plantas (URQUIAGA *et al.*, 1992; 2004SILVA *et al*., 2004 a,b,c,d; BODDEY *et al.*, 2000, 2003 e 2007).

Foram conhecidos tanto no processo de fixação simbiótica (Figura 37) e assimbiótica (Figura 37a), ecossistemas naturais (Figuras 38 e 39), e ainda pouco estudados em diversos gêneros de vegetação, além de gramíneas e leguminosas, incluindo plantas arbóreas e gramíneas forrageiras. Com isso, considerando uma mata como um sistema tem-se verificado o nitrogênio das camadas de serapilheira e/ou o nitrogênio contido nos tecidos de plantas crescendo tanto em regiões tropicais como em subtropicais ou seja, em regiões de clima temperado como em clima de temperatura naturalmente elevadas.

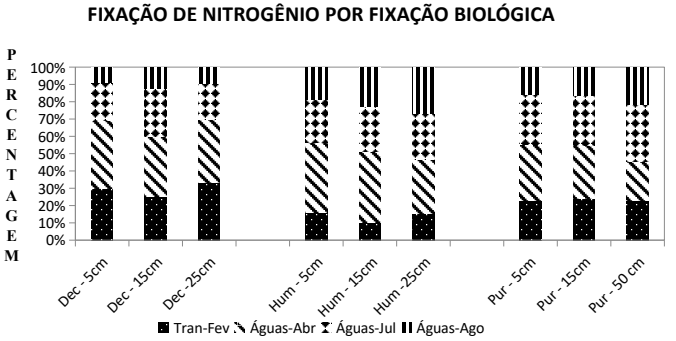
IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 37 - Estádios de nodulação do caupi (*Vigna sinensis* L.) Cv, IPA205, P1= 0-15 dias, P2 = 15-30 dias, P3 = 20-35 dias e P4 = 30-45 dias, sob níveis de estresse, controle = S1= - 7,0 kPa, S2 = - 70 kPa e S3 = <- 85 kPa



Fonte: Adaptado de Figueiredo *et al*., 2017.

Figura 37a - Contribuição percentual do nitrogênio fixado pelo processo biológico das forrageiras, dentre elas as braquiárias, *Brachiaria decumbens* (Dec), *Brachiaria humidicula* (Hum) em pastagem e *Pennisetum purpureum* (Pur = capim elefante ou capim Napiê) usado em capineira a ser usado na época de transição do período seco (Fev) para período chuvoso (Abr, Jul e Ago), sob diferentes alturas de corte

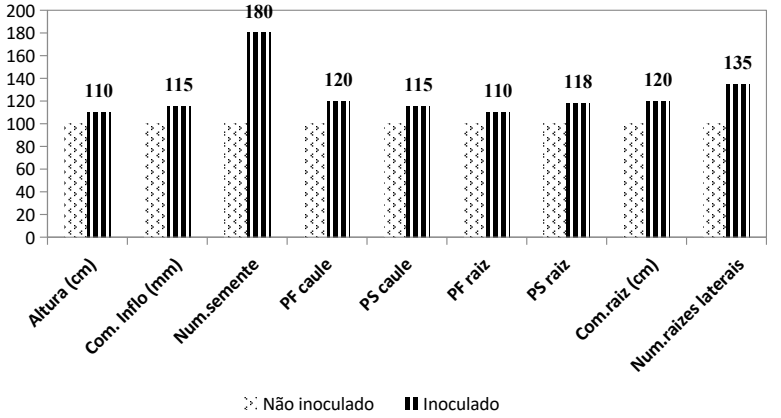


Fonte: Adaptado de Silva *et al*., 2010.

A persistência das pastagens tem sido definida com a manutenção da população de plantas e sua produção ao longo do tempo, levando-se em consideração as interferências estacionais e de manejo. Se por um lado houve evolução dos estudos, ainda falta informação de pesquisa científica em relação ao manejo (Figura

38 e 39), relacionado à influência da intensidade ou altura e frequência ou intervalo de corte no crescimento, composição química e valor nutritivo dos capins, principalmente com a evolução dos estudos de criação de novas cultivares resultantes dos estudos genéticos (TONATO *et al.*, 2007; PENA *et al.*, 2007). A informação sobre a melhor altura do pasto vem sendo também utilizada nas pesquisas como forma de manejar a pastagem, visto que, os resultados têm mostrado que além dela ter grande relação com os efeitos nas características estruturais, morfológicas e qualitativas da pastagem, a pastagem apresenta a vantagem da facilidade de ser uma técnica de acesso prático de padronização para todos os pesquisadores e também os produtores (PERIN *et al.*, 2006).

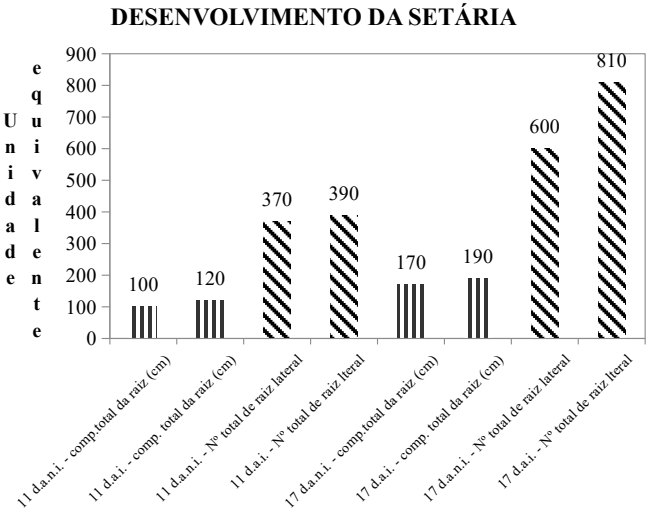
Figura 38 - Percentual da Fixação biológica de nitrogênio pela *Setaria viridis*, influenciada pela associação de bactéria em gramínea, *Azospirillum brasiliense + Herbaspirillum seropedicae*



Fonte: Adaptado de Pankievicz *et al.*, 2015.

Inflo=inflorescência, PF= peso fresco, PS=peso seco, Com = comprimento, Num.=número

Figura 39 - Parâmetros representativos da *Setaria viridis* aos 11 e 17 dias após a inoculação (d.a.i.) e 11 e 17 dias sem inoculação das testemunhas (d.a.n.i.)



Fonte: Adaptado de Pankievicz *et al*., 2015.

Obs: dai = dias após a inoculação, d.a.n.i = dias após a não inoculação; comp. = comprimento, Nº = número.

Revisões de trabalhos realizados por Silva *et al*. (2010) avaliando o gênero *Brachiaria*, em função de sua maior tolerância às condições de solos ácidos e de baixa fertilidade, aliada ao seu valor forrageiro, considerando ainda que as espécies desse gênero ocupam a maioria dos pastos brasileiros com *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria ruziziensis* e *Brachiaria humidicola* para se trabalhar com simbioses de microrganismos, associações e combinações de forrageira-microrganismos de vida livre, técnicas e práticas especiais (Figura 38) devem ser usadas para se conseguir o máximo do potencial dos microrganismos e sucesso equivalente no processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN). Quase sempre, nessas áreas são manejados rebanhos bovinos em sistemas extensivos, nos quais

baixos índices de produtividade são encontrados em função ora do subpastejo e ora do superpastejo, que contribuem para a degradação de extensas áreas nas diferentes regiões do país. Por outro lado, deve-se considerar que o pequeno número de agropecuarista que faz da sua atividade uma profissão de sucesso e muito deve ser feito para atingir os altos rendimentos obtidos com o rebanho em vários países. Nas regiões litorâneas e no centro-sul e sul, as gramíneas de maiores ocorrências tem sido as espécies dos gêneros *Brachiaria* (90%) e *Paspalum* (10%). Do gênero *Pennisetum*, são encontradas algumas pastagens com a finalidade dupla de pastejo e capineiras onde se consegue produção elevada de biomassa. Os pânicos atualmente estão muito esperados em francos trabalhos de melhoramento prometendo constituir um fator importante para a forragicultura brasileira.

As deficiências de nitrogênio nas pastagens são frequentemente identificadas, embora todos nutrientes encontrados nas pastagens em concentrações abaixo do nível crítico requerido para as forrageiras resultam em queda na produção de massa. A fertilização nitrogenada dos solos, mesmo quando realizadas tecnicamente, são onerosas exigindo aplicações de grandes quantidades para cobrir, além da necessidade das plantas, as perdas por volatilização e lixiviação, reconhecendo ainda que ocorre aumento nas exigências das plantas, em nitrogênio nos períodos iniciais após a implantação das pastagens. Estudiosos profissionais dos processos de fixação biológica de nitrogênio (FBN) têm concentrado esforços procurando a compensar as perdas pela utilização da ação dos microrganismos encontrados em a natureza, com baixo custo, em campos de gramíneas e outras em climas temperados e tropicais. A FBN é considerada constitui uma das mais respeitadas tecnologias sustentáveis realizadas por grupos filogenéticos de microrganismos proca-

riotos ou bactérias diazotróficas envolvendo planta-microrganismos. Resultados positivos consideráveis de uso viável têm sido observados ação das bactérias diazotrópicas endofíticas como *Gluconacetobacter diazotrophicus* e *Herbaspirillum* spp de distribuição em abundância natural, nos ecossistemas naturais de diversos tipos de vegetação, incluindo plantas arbóreas e gramíneas forrageiras, nas camadas de serapilheira e/ou o nos tecidos de plantas crescendo tanto em regiões tropicais como em subtropicais.

A persistência de uma pastagem é definida como a manutenção da população de plantas e sua produção ao longo do tempo, levando-se em consideração as interferências estacionais e de manejo. Existe farta informação de pesquisa científica em relação ao manejo relacionado à influência da intensidade ou altura e frequência ou intervalo de corte no crescimento, composição química e valor nutritivo das forrageiras. O manejo relacionado com a melhor altura do pasto vem sendo intensamente estudado nas pesquisas como forma de manejar a pastagem, visto que, os resultados têm mostrado que além dela ter grande relação com os efeitos nas características estruturais, morfológicas e qualitativas da pastagem, ela apresenta uma grande vantagem, que é a facilidade de ser uma técnica de fácil acesso e importante para a padronização útil para os pesquisadores e também para os produtores. Pesquisas têm sido realizadas objetivando avaliar os efeitos de diferentes intensidades de corte, na FBN, produção de massa seca, acúmulo de nitrogênio e na população de bactérias diazotróficas em plantas de capins forrageiros. Alguns bons resultados tem sido observados nas pesquisas desenvolvidas com *Brachiaria decumbens, Pennisetum purpureum* e *Brachiaria humidicola*.

18. PLANTAS C3, C4 e CAM

Os compostos orgânicos dos tecidos vegetais, os hicrocarbonetos, formados pela ação da fotossíntese quando o CO_2 da atmosfera combina com a água na presença de luz, ação de energia, quando são formados os compostos orgânicos vegetais. O nitrogênio é obtido pela absorção direta no solo após a amonificação dos compostos proteicos, dos aminoácidos e outros por microrganismos saprófitos que reduzem os compostos orgânicos das plantas e animais mortos e, também dos fertilizantes nitrogenados aplicados nas atividades agropecuárias e da fixação biológica do nitrogênio, cujo processo é complementado por microrganismos simbióticos e, outros de vida livre sejam bactérias, fungos, leveduras e outros. São absorvidos pelas plantas como NH_{4+} e NO_{3-}.

Devido a necessidade de seres vivos crescerem e desenvolverem torna o carbono (C) um nutriente fundamental na formação, principalmente nas fases iniciais, da vida devido ser o início de multiplicação intensiva das células. Para a formação dos seres vivos, dentro de suas necessidades e dimensões necessitam de moléculas orgânicas compostas por carbono como os carboidratos, proteínas e lipídios. Os carbonos tetravalentes, ou seja, por apresentarem quatro ligações covalentes, para adquirirem estabilidade química. O átomo de carbono se liga ao hidrogênio e, a outros elementos comuns em compostos orgânicos como o oxigênio (O), nitrogênio (N), enxofre (S), halogênios (Cl, Br, F, I) e outros. A quebra das ligações entre os carbonos dessas moléculas libera energia química, utilizada pelos organismos para a realização de suas funções. A fonte fundamental de carbono para os seres vivos, no caso as plantas, é o dióxido de carbônico (CO_2), uma molécula inorgânica presente na atmosfera e dissolvida na água. Com isso, é necessário um mecanismo de absorção

do CO_2 e de conversão desse composto em moléculas orgânicas. Esse processo ocorre através da fotossíntese e a ação de absorção e assimilação de carbono através do CO_2 é chamada de fixação de carbono. Ela ocorre em uma etapa da fotossíntese chamada de ciclo das pentoses ou ciclo de Calvin-Benson. Esse ciclo é formado por um conjunto de reações que produzem carboidratos, mais especificamente glicídios, a partir de moléculas de CO_2, de hidrogênios provenientes da água e de energia fornecida por moléculas de ATP produzidas em etapas anteriores da fotossíntese. Os glicídios, também denominados hidratos de carbono, carbo-hidratos ou carboidratos, glúcidos, sacarídeos ou glicídios, formando moléculas contendo vários grupos químicos funcionais hidróxilo e um aldeído ou cetona, ou polímeros hidrolisáveis. São o grupo de moléculas existentes em sistemas vivos mais abundantes na terra tendo diversas funções, sendo as mais importantes as funções estruturais e de armazenamento energético, especialmente na forma de polissacarídeos ou açúcares. São através do processo fotossintético, entrando na composição de seres não fotossintéticos pela cadeia alimentar. Constituem a fonte primária de energia dos seres vivos. O glícido mais comum é a glicose, que desempenha um papel fundamental na respiração celular e na fotossíntese.

A fixação do carbono consiste na parte biótica do ciclo biogeoquímico do carbono. Os glicídios produzidos por plantas, algas e bactérias através da fotossíntese são utilizados na produção de energia para o próprio organismo fotossintetizante ou vão integrar sua biomassa. Quando esses organismos são consumidos, o carbono fixado em suas moléculas orgânicas passa de um nível trófico para o outro, podendo constituir elos de toda a cadeia alimentar.

As plantas C3 compreendem 85% das plantas do planeta, como arroz, trigo, soja, e as árvores utilizadas para a produção de alimentos, como todas as outras, a fixação do carbono é feita na fotossíntese pela conversão do CO_2 em uma molécula orgânica de três carbonos chamada 3-fosfoglicerato. Como a enzima responsável por este processo de fixação do carbono é a rubisco, 1,5-bifosfato carboxilase oxigenasse, é de baixa afinidade pelo CO_2 que se encontra em apenas 0,03% na atmosfera precisam reunir grande quantidade da enzima rubisco para atingir altas taxas de fixação do carbono. Essas plantas por isso se utilizam de um mecanismo de manutenção dos estômatos abertos por mais tempo para absorver mais CO_2, o que por outro lado, causa um problema de perda de água.

Modificações foram observadas em algumas plantas C3 de climas tropicais ou climas quentes para reduzir a perda de água, nem sempre abundantes em alguns ecossistemas, ou seja 3% das plantas vasculares incluindo a cana de açúcar e o milho, passaram a produzir compostos de quatro carbonos, as plantas C4, denominados oxalatos catalisados pela enzima fosfoenolpirúvico carboxilase ou PEP carboxilase de alta afinidade ao CO_2.

Algumas plantas suculentas como os cactos, bromélias, orquídeas, perônios, que vivem em ambientes escassos em água, fixam o carbono através de uma variação da fotossíntese C4, no processo chamado de metabolismo do ácido crassuláceo ou CAM. Essas plantas CAM dividem o ciclo de Calvin entre as reações ocorridas durante o dia e as ocorridas durante a noite. Seus estômatos abrem de noite, capturando o CO_2 evitando a perda de água por evaporação. O CO_2 semelhante às plantas C4, também é convertido em oxaloacetato, pela ação da enzima PEP carboxilase. A diferença essencial entre os sistemas das C4 e CAM é que esse oxalato é armazenado para completar a fotossíntese à luz do dia.

19. FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO E NUTRIÇÃO ANIMAL

Considerando a alimentação dos animais, sempre complementadas com farelos e grãos, as proteínas vegetais, possuem pouco valor nutricional por não oferecem tantas quantidades de aminoácidos essenciais, mas apresentam quantidades de aminoácidos não essenciais, embora em menor quantidade do que a proteína animal, mas apresentam prolaminas que são proteínas encontradas somente em vegetais como o trigo e centeio que possuem como prolamina a gliadina, o milho apresenta desse grupo de proteína a seína e, a cevada a hordeina. Como fonte de glutelina incluem o trigo e o arroz.

Atualmente são incentivados os cultivos de leguminosas nas pastagens forrageiras frequentemente gramíneas que se caracterizam por seu elevado conteúdo proteico, de 17% a 25%, proporção semelhante à dos cereais e para naturalmente se aproximar do equilíbrio nutricional requerido pelo animal em torno de 6%. Os grãos dos legumes, frutos das leguminosas contém minerais essenciais como cálcio, ferro e magnésio, vitaminas do complexo B e com teores carboidratos em torno de 55%.

A soja, para consumo animal, é sempre recomendada por ser um alimento calórico-proteico e possuir em sua composição proteínas, lipídios em forma de óleo, carboidratos como açúcares e fibras e, minerais. Muito usado na nutrição animal, particularmente nutritiva, já que contém uma elevada porcentagem de proteínas de alta qualidade, chegando a quase 37g de proteínas por cada 100g de soja, além de possuir a maioria dos aminoácidos essenciais (Tabela 6), com exceção da metionina, que pode ser complementado combinando-o com outros alimentos, como os cereais. Os frutos secos também são ricos em proteínas, entre 10% a 30%, e por seu conteúdo de ácidos graxos, basicamente,

poli-insaturados, entre 30% a 60%. Apresenta, ainda, uma boa proporção de minerais de fácil absorção como potássio, cálcio, fósforo, ferro e magnésio.

As proteínas estão presentes em diversos tipos de alimentos, inclusive os utilizados pelos animais domésticos por serem constituídos de elementos básicos para a manutenção dos organismos; são essenciais em todo o metabolismo. Sua principal função não é energética, mas sim estrutural, ou seja, contribuem para a formação, desenvolvimento e manutenção de todos os órgãos e sistemas do organismo (FIB, 2018).

A soja, ao mesmo tempo é um alimento calórico-proteico, por possuir em sua composição proteínas, lipídios na forma de óleo, carboidratos considerado, os açúcares e fibras, e minerais. Além de quantidade, a soja oferece qualidade. Em geral, as proteínas de todas as leguminosas são deficientes no aminoácido essencial metionina. No entanto, a proteína de soja é considerada de alto valor biológico, contém uma proporção suficiente de importantes aminoácidos essenciais. As proteínas da soja são ideais para complementar a qualidade biológica de outras proteínas vegetais, como milho ou trigo. Quando a farinha destes dois cereais se mistura com a farinha de soja, obtém-se uma proteína completa, de alta qualidade. As proteínas de soja são digeridas e absorvidas tão facilmente como as proteínas do leite de vaca.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 6 - Relação de aminoácidos em materiais utilizados na alimentação de animais

Fontes	Arg	His	Ile	Leu	Lis	Met	Phe	Thr	Trp	Val
Tecido muscular	16,8	6,3	7,1	17,0	16,3	5,1	8,9	9,9	2,5	10,1
Leite	7,2	5,5	11,4	19,5	16,0	5,5	10,0	8,9	3,0	13,0
Bactéria	10,3	4,3	11,6	15,9	17,3	5,1	10,1	11,3	2,6	12,4
Protozoários	9,3	3,6	12,7	15,8	20,6	4,2	10,7	10,5	2,8	9,7
Feno de alfafa	12,5	4,7	10,3	17,9	12,4	3,8	11,6	10,6	3,6	12,7
Silagem de milho	6,2	5,7	10,6	27,2	7,9	4,8	12,1	10,1	1,4	14,1
Feno de gramínea	11,7	4,9	10,0	18,8	10,5	3,9	11,8	10,9	3,7	13,6
Silagem de gramínea	9,4	5,1	10,9	18,8	10,1	3,7	13,4	10,2	3,3	15,0
Milho quebrado	11,5	7,8	8,2	27,9	7,1	5,3	11,5	8,8	1,8	10,0
Grão de sorgo	9,4	5,7	9,3	31,9	5,4	4,2	12,3	7,8	2,5	11,6
Farelo de algodão	26,0	6,6	7,3	13,8	9,7	3,7	12,5	7,6	2,8	10,0
Farelo de amendoim	27,6	6,0	8,1	15,9	8,3	2,9	12,1	6,7	2,4	9,8
Farelo de soja	16,2	6,1	10,1	17,2	13,9	3,2	11,6	8,7	2,8	10,2
Farelo de girassol	20,8	6,2	9,9	15,2	8,0	5,6	11,0	8,7	2,9	11,7
Farinha de sangue	7,8	11,3	2,2	22,7	15,9	2,1	12,1	7,7	2,3	15,4
Farinha de peixe	16,2	2,7	11,4	11,9	6,0	1,8	11,6	11,1	1,7	17,6
Soro de leite	5,0	4,5	12,1	21,2	17,6	3,3	7,0	14,1	3,5	11,7

Fonte: Adaptado do NRC (2000), citado por Guimarães; Restle, 2011.

Arginina (Arg); Histidina (His); Isoleucina (Ile); Leucina (Leu); Lisina (Lis); Metionina (Met); Fenilalanina (Phe); Treonina (Thr); Triptofano (Trp); Valina (Val).

O farelo de soja é especialmente rico em vitaminas e minerais, além de apresentar grande quantidade de cálcio. A soja também contém 9,3% de fibra, na maior parte solúvel. Esta é uma quantidade bastante elevada, considerando-se que toda a farinha de trigo possui 12,2% de fibra e 42,8% de farelo. Este farelo é especialmente rico em vitaminas e minerais. A soja também contém 9,3% de fibra, na maior parte solúvel em quantidade bastante elevada, considerando que a farinha de trigo possui 12,2% de fibra e 42,8% de farelo. Ao contrário de outras leguminosas, a soja possui 19,9% de gordura, formada principalmente por ácidos graxos insaturados, como o ácido linoleico (55%) e oleico (21%); contém uma pequena proporção de ácido palmítico saturado (9%), esteárico (6%) e outros ácidos graxos poli-insaturados entre os quais o alfa-linolênico-ômega 3 como linoleico-ômega 6 e em lecitina. A soja não possui amido em sua composição e os principais açúcares encontrados em sua composição são frutose, glicose e sacarose, além de teor considerável de fibras solúveis. O teor de minerais na soja é de aproximadamente 5% a 6%, sendo, como outras leguminosas, fonte de ferro e de outros minerais como cobre, fósforo, fonte moderada de cálcio, magnésio, potássio e zinco. Quando verde, constitui uma boa fonte de riboflavina-vitamina B2, niacina, ácido ascórbico - precursor da vitamina C, e provitamina A. Quando madura, a soja é fonte das vitaminas E, K e, boa fonte de tiamina - vitamina B1, riboflavina-vitamina B2 e ácido fólico - vitamina B9.

As proteínas vegetais nem sempre possuem alto valor nutricional, resultante da deficiência de aminoácidos básicos na fração predominante, que é formada pelas prolaminas. As prolaminas são proteínas encontradas somente em vegetais. Os exemplos de prolaminas estão o trigo e o centeio-gliadina, o milho-seína e a cevada-hordeína. Outra proteína vegetal é a glutelina, assim

como as prolaminas, são proteínas encontradas somente em vegetais, sendo glutelinas incluem o trigo-glutenina e o arroz.

Os legumes se caracterizam por seu elevado conteúdo proteico, de 17% a 40%. Apresentam um bom balanço em termos de aminoácidos essenciais.

Essa combinação permite que os cereais complementem os aminoácidos sulfurados limitantes na soja, enquanto que a soja complementa a limitação do aminoácido lisina nos cereais.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 7 – Relação CN de várias espécies de leguminosas conhecidas

Relação de plantas conhecidos	**Gênero/espécie**	**Relação CN**
Amendoim forrageiro	Arachis pintoi	19:1
Calopogônio	Callopogonium muconoides	15:1
Centrosema	Centrosema pubescens	24:1
Crotalária spp	Crotalaria paulina	20:1
Desmodium	Desmodium adscendens	30:1
Ervilhaca comum, ervilhaca vulgar	Vicia articulata e Vicia narbonensis	11:1
Ervilha forrageira	Pisum sativum	13:1
Estilosantes, Meladinho, Verano, Alfafa-do-nordeste, Luzema-tropical, Ttrifólio, Vassourinha, Saca-estrepe, Manjericão-do- mato e Mata-pasto.	Stylosantes guianensis	23:1
Feijão andu, Ervilha-de-pombo, Anduzeiro, Guandeiro, Guando, Gauanduzeiro, Feijão-guandu, Guando	Cajanus cajan	19:1
Feijão caupi, feijão-miúdo], feijão-de-corda[1], feijão fradinho, feijão frade ou feijão-macáçar	Vigna unguiculata	23:1
Feijão de porco	Caravalia ensiformis	13:1
Kudzu tropical	Pueraria phaseoloides	14:1
Labe-labe	Dolichos lablab	17:1
Mucuna anã	Stilosobium deeringua-num	13:1
Mucuna-cinza	Mucuna pruriens	22:1
Soja perene	Neonotinia wightii	18:1
Xique-xique, chocalo	Crotalaria spp	18:1

IR PARA SUMÁRIO

Tabela 8 - Absorção de nitrogênio por diversas plantas leguminosas, espécies e quantidade de nitrogênio absorvido por hectare

Acácia	Acacia auriculiformes	200
Alfafa	Medicago sativa	127 – 333
Amendoim	Arachis spp	19 – 297
Arroz cultivado em	Microrganismos de vida livre	60
Bracatinga	Mimosa scabrella	250
Calopogonio	Calopogonium mucunoides	64 – 450
Cana de açúcar	Microrganismos de vida livre	150
Cassia rosa	Cassia grandis	200
Caupi	Vigna unguiculata	73 – 240
Centrosema	Centrosema pubescens	126-398
Crotalária	Crotalaria juncea	197 – 249
Eritrina	Erythrina falacata	60
Ervilha	Pisum sativum	80
Ervilhaca	Lathynus sativus	95
Ervilha de inverno	Pisum sativum	60
Estilosantes	Stylosanthes sp	20 – 263
Feijão comum	Phaseolus vulgaris	40-165
Feijão frade, feijão fradinho, feijão-de-corda, feijão-miúdo, feijão de corda, feijão-macáçar.	Vigna unguiculata	100
Gliricidia	Gliricidia sepium	35
Guandu	Cajanus cajans	32 – 280
Grão de soja	Glycine max	110
Ingá	Inga spp	18-35
Leucena	Leucaena leucocephala	400 – 900
Mucuna preta	Mucuna aterrima	157
Pau ferro	Caesalpinia ferrea	200
Soja	Glycine Max	87 – 450
Soja perene	Neotonia wightii	160-450
Trevo branco	Trifolium repens	115
Trevo doce	Melilotus officinales	130
Trevo ladino, trevo amarelo doce, meliloto amarelo, meliloto com nervuras e meliloto comum	Trifolium repens	200
Trevo vermelho	Trifolium pratense	120

Tabela 9 - Relação C/N de algumas culturas e forrageiras conhecidas no campo

Alfafa e luzena	*Medicago sativa*	14:1
Arvore-do-conflito, Leucena	*Leucena leucocephala*	18:1
Aveia e aveia branca	*Avena sativa*	27 e 28:1
Aveia preta	*Avena strigosa* Schreb.	25:1
Azevém	*Lolium multiflorum* Lam.	16,0:1
Brachiaria benghalensis	Brachiaria benghalensis	19:1
Braquiarão, Brizantão e Marandu	*Brachiaria brizantha*	29:1
Braquiária comum e B.decumbens	*Brachiaria decumbens*	28 e 29:1
Plantaginea	*Brachiaria plantaginea*	28:1
Braquiaria rotundus	*Brachiaria rotundus*	19:1
Capim agulha	*Brachiaria decumbens*	35:1
Capim Aroana	*Panicum maximum*	20:1
Capim colchão, capim-de-roça, capim-milhã	*Panicum horizontalis.*	22:1
Capim elefante	*Pennisetum purpureum*	30:1
Capim gordura	*Melinis minutiflora*	81:1
Capim jaraguá	*Hyparrhenia rufa*	64:1
Capim limão cidreira, capim santo, capim-limão, capim-cheiroso e cidreira.	*Cymbopogon citratus.*	61:1
Capim mombaça	*Panicum maximum*	30:1
Capim rabo de burro**,** Capim de bezerra, capim peba, capim vassoura	*Andropogon bicornis*	28:1
Centeio	*Secale cereale*	64:1
Cevada	*Hordeum vulgare* L	47:1
Chicaro	*Lathyrus sativus* L.	13:1
Girassol tardio 30 e girassol precoce	*Helianthus annuus*	30 e 40:1
Milheto	*Pennisetum glaucum*	25:1
Milho maya e Milho-híbrido cv.Aroana	Zea mays cv. Aroana	54 e 62:1
Nabão (Brassicas=*B*) e Nabo comum	*B. rapa cv.Nabão, B.rapa*	17:1
Nabo forrageiro	*Raphanus sativus.*	23:1
Ranúnculo	*Ronanculus.repens*	34:1
Sorgo comum e sorgo forrageira	*Sorghum bicolor*	40 e 46:1
Tanzania	*Panicum maximum*	28:1
Tremoço verde	Lupinus albus	21:1
Trevo verde e trevo seco	*Trifolium spp*	16 e 23:1

20. RELAÇÃO FOTOSSÍNTES E FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO

Além da energia necessária para a redução do nitrogênio, o fornecimento de esqueletos carbônicos deve estar disponível para a bactéria fixadora (Tabelas 7, 8 e 9), considerado assim de um gasto adicional de energia metabólica. A fotossíntese, através de seu processo na planta, produz a sacarose que carreada até o nódulo radicular, ao entrar na célula sofre glicólise formando o fosfoenolpiruvato (PEP), produzindo o oxalacetato pela a enzima PEP carboxilase. Nesse processo ocorre a transformação do oxalato para malato, entrando no ciclo de Krebs para formar energia e α-ceto ácidos considerados esqueletos carbônicos para formação de aminoácidos através da assimilação do NH_{4+} produzido pela enzima nitrogenase. Ao mesmo tempo após a formação de aminoácidos estes esqueletos carbônicos vão ser utilizados pela nitrogenase para seu metabolismo (FAGAN *et al*., 2007). Outra rota, o oxalacetato pode seguir onde este se acopla ao glutamato pela ação da enzima glutamato desidrogenase (GDH) formando, desse modo, o aspartato que ao reagir com a glutamina produzida pela assimilação do NH_{4+}, resulta no desenvolvimento da aspargina, na presença do ATP (adenosina trifosfatada ou trifosfato de adenosina), um nucleotídeo responsável pelo armazenamento de energia em suas ligações químicas.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 10 - Relação C/N de resíduos e rejeitos de várias plantas

Resíduos e rejeitos	Grupos e espécies	Relação C/N
Feno de leguminosas	Em geral	24:1
Folhas de leguminosas	Em geral	60:1
Folhas de pinheiro	Em geral	85:1
Folhas ou fenos de leguminosas	Em geral	25:1
Grama cortada	Valores médios	19:1
Palha de trigo ou aveia		80:1
Pousio	Área em pousio	21:1
Rejeitos de cana de açúcar	*Saccharum officinarum*	50:1
Sombreiro para vaca	*Clitoria fairchildiana*	15:1
Sabugo de milho	Zea mays	60:1
Serragem	Serraria	500:1

Os fluxos de entrada e saída de produtos no bacteroide pode se dar via apoplasto através de células do periciclo adjacente ou simplasto através de plasmodesmos.

O início da nodulação ocorre em fases de crescimento de acordo com a cultura, na soja ocorre na etapa V2 de crescimento correspondente à emergência do segundo trifólio, atingindo o auge em R2 em pleno florescimento. Em etapas posteriores de desenvolvimento do processo, a intensidade de nodulação decresce, com início de processo intenso de remobilização do N das partes vegetativas para os órgãos reprodutivos. Esta atividade da nitrogenase decresce no início da frutificação devido a competição por fotoassimilados, limitando a disponibilidade inclusive de nitrogênio no processo de fixação, cujo elemento é carreado para as vagens e sementes.

Pesquisadores relatam que no subperíodo reprodutivo o nitrogênio é carreado para o dreno mais forte da planta, que são os grãos e vagens, ocorrendo diminuição na fixação biológica do

mesmo. No final do ciclo, as células nodulares da soja são degradadas, com remobilização de moléculas orgânicas para outras partes da planta. Este processo foi estudado por Fargeix *et al*. (2004), que observaram a degradação da membrana do bacteroide, concomitantemente com o aumento da isocitrato liase e malato sintetase. Sendo assim, os autores sugeriram que o ciclo do glioxilato é a forma encontrada pelas plantas para remobilizar o carbono obtido pela fotossíntese para outras partes da planta, que ainda se encontram em crescimento.

O nitrogênio é um gás encontrado relativamente com grande frequência no ar, com aproximadamente 78% na forma de N_2, pouco reativo quimicamente, permanece no ambiente, mas dificilmente pode ser assimilado pelos seres vivos. A sua importância para todos os organismos está relacionada com os compostos que o nitrogênio entra na composição como nas moléculas de proteína e ácidos nucleicos.

Algumas plantas, pertencentes às famílias, como as leguminosas, são capazes de fixar o nitrogênio do ar, através da associação simbiótica com algumas espécies de bactérias nominadas fixadoras, encontradas nos nódulos das raízes das plantas do grupo das leguminosas enquadrando principalmente a soja, feijão e lentilhas. Ainda existem as bactérias de vida livre, que enquadram outras famílias de plantas e outras estirpes de microrganismos no solo que agem na transformação do N_2 em nitratos. Outro processo de sequestro de nitrogênio do ar é realizado através dos raios que adicionam o N_2 em a natureza, contudo, os conhecimentos sobre a função dos microrganismos têm realizado grandes avanços após trabalhos em várias frentes ligadas ao ciclo biológico do nitrogênio.

Esse ciclo do nitrogênio representa um fluxo de matérias e energia que são constantes na natureza e essenciais para o equilí-

brio dos ecossistemas. As etapas a seguir facilitam a compreensão do processo global. A fixação de bactérias de vida livre no solo sobrevivendo associadas a raízes de plantas transformam o N_2 do ar em nitrato (NO_3-) pelo processo de nitrificação e em (NH_{4+}) pela desnitrificação, as duas formas disponíveis aos vegetais.

O nitrogênio é essencial para garantir o desenvolvimento das plantas e consequentemente dos animais que o obtêm, direta ou indiretamente através dos vegetais, conforme sejam herbívoros ou carnívoros. Têm como fonte os fertilizantes comerciais e/ou as plantas fixadoras de nitrogênio naturalmente desenvolvidas nos campos aráveis das áreas agricultáveis como o uso de leguminosas ou não leguminosas equilibrando as quantidades exigidas pelas atividades agropecuárias e a produzida por plantas especializadas na fixação de nitrogênio, sejam vivas em consórcio ou através da decomposição dos restos dos compostos nitrogenados.

Como recomendação é importante conhecer os processos de eutrofização causada pelo crescimento elevado de algas, devido ao excesso de nitratos e amônios no solo pelo uso de fertilizantes e também pela atividade animal, provocando poluição nos mananciais de água através da lixiviação nos solos. Isso provoca o aumento de nutrientes e crescimento elevado das algas.

21. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os princípios que regem a utilização da fixação biológica de nitrogênio são baseados na redução dos custos de produção ao fazer uso de uma fonte de nitrogênio livre na atmosfera, disponível aos vegetais e, dentro de certos limites, com efeitos diretos na nutrição vegetal e também de importância na alimentação do homem.

Considera-se ainda a necessidade de usar esta fonte de nitrogênio natural evitando ou reduzindo a emissão de gases de

efeito estufa (GEE), produzidos pela indústria química de fertilizantes nitrogenados e que contribuem na elevação do aquecimento global.

De modo geral, em maior ou menor proporção, os fertilizantes minerais são responsáveis por grande parte de salinização dos oceanos, mares, lagos, lagoas, rios e lenções freáticos A ação dos fertilizantes nitrogenados nesta atividade está relacionada com os ganhos ambientais substituindo as fontes minerais produtoras de nitratos e derivados por fontes naturais empregando a capacidade de fixação de nitrogênio biológica e simbiótica dos diferentes grupos de vegetais. Para isso é necessário aproveitar o potencial criativo do homem no uso da capacidade transformadora dos microrganismos disponíveis e distribuídos nos diferentes biomas considerados e utilizados pelos seres superiores dos continentes.

Baseado no sequestro de carbono, valores superiores a 90 milhões de toneladas por ano obtidos no processo da fotossíntese, tendo como âncora a relação carbono e nitrogênio necessário para o desenvolvimento direto das plantas, e indireto na alimentação dos seres vivos consumidores desses nutrientes. A fixação biológica de nitrogênio é um processo natural que se justifica ser ampliado e aprofundado, nos diversos ramos da ciência pelo seu valor essencial na existência dos seres vivos.

Referências bibliográficas

AGUIAR, A. P. A.; SILVA, A. M. **Calagem e adubação da pastagem**. *In*: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 5., 2005, Lavras. Temas em evidência. Lavras: UFLA, 2005, p. 177-246.

ALBINO, U. B.; CAMPO, R.J. Efeito de fontes e doses de molibdênio na sobrevivência do Bradyrhizobium e na fixação biológica de nitrogênio em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 527-534, 2001.

ALEXANDER, M. **Introduccíon a la microbiologia de suelo**. México, Libros y Editoriales, 1980. 491p.

ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. The success of BNF in soybean in Brazil. **Plant and Soil**, v. 252, p. 1-9, 2003.

AMARANTE, L.; COLARES, D. S.; OLIVEIRA, M. L.; ZENZEN, I. L; BADINELLI, P. G.; BERNARDI, E. Teores de Clorofilas em Soja Associada Simbioticamente com Diferentes Estirpes de Bradyrhizobium sob Alagamento. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2. p. 906-908, jul. 2007.

ANOLLÉS, C. G. Research Molecular dissection and improvement of the nodule symbiosis in legumes. **Field Crops Research**, v. 53, p. 47-68, 1997.

ARRUDA, J. S.; LOPES, N. F., BACARIN, M. A. Nodulação e fixação do dinitrogênio em soja tratada com sulfentrazone. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 325-330. 2001.

BALBINO, U. B.; CAMPO, R .J. Efeito de fontes e doses de molibdênio na sobrevivência do *Bradyrhizobium* e na fixação biológica de nitrogênio em soja. **Pesq. agropec. bras**., Brasília, v. 36, n. 3, p. 527-534, mar. 2001

BALDANI, J. I.; BALDANI, V. L. D. History on the biological nitrogen fixation research in graminaceous plants: special emphasis on the Brazilian experience**. An Acad Bras Cienc** v. 77, n. 3, p. 549-579, 2005.

BALDANI, V. L. D., BALDANI, J. I., OLIVARES, F. L. AND DÖBEREINER, J. Identification and ecology of *Herbaspirillum seropedicae* and the closely *H. rubrisubalbicans.* **Symbiosis**, v. 13: p. 65-73, 1992.

BÁRBARO, I. M.; BRANCALIÃO, S. R.; TICELLI, M.; MIGUEL, F. B.; SILVA, J.A.A. da **Técnica alternativa:** co-inoculação de soja com *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* visando incremento de produtividade. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/coinoculacao/index.htm. Acesso em: 13 ago 2017.

BODDEY, L. E.; BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R.; URQUIA, S. **Avaliação da fixação biológica utilizando a técnica da redução do acetileno:**

história, teoria e prática. Seropédica, Embrapa Microbiologia. 2007, 43 p. (Embrapa, Microbiologia. Documento 245.)

BODDEY, R. M., PEOPLES, M. B., PALMER, B. AND DART, P.J. **Use of the 15N natural abundance technique to quality biological nitrogen fixation by woody perennials.** *Nutr. Cycl. Agroecosys.*, v. 57: 235-270. 2.000.

BODDEY, R. M.; BODDEY, I. H., URQUIAGA, S. A **técnica de redução de acetileno na medição da fixação biológica de nitrogênio.** Itaguai, Universidade Rural. 2003. 37 p. (EMBRAPA-CNPBS. Documentos, 6).

BROWN, W. F.; ADJEI, M. B. Urea ammoniation effects on the feeding value of Guineagrass (*Panicum maximum*) hay. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 3085-3093, 1995.

BONFIM-SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A. Nitrogênio e enxofre em características produtivas do capim-braquiária proveniente de área de pastagem em degradação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 1289-1297. 2006.

BROUGHTON, W. J.; HANIN, M., RELIC, B.; KOPCINSKA, J.; GOLINOWSKI, E. SIMSEK, S.; OJANEN-REHHS, B.; MARIE, C.; KOBAYASHI, H.; BORDOGNA, B.; LE QUERE, A.; JABBOURI, S.; FELLAY, R.; PERRET, X.; DEAKIN, W. J. Flavonoid-inducible modifications to rhamanan O antigens ares necessary for *Rhizobium* sp. strain NGR234-legume symbioses. **Journal of Bacteriology**, Washington, v. 188, n. 10, p. 3654-3663, may 2006.

BRUIJN, E. J. (ed,) **Biological nitrogen fixation**. WILey-blackwell 2010. 1200 p.

BURRIS, R. H. Advances in biological nitrogen fixation. **Journal of Industrial of Microbiology & Biotecnology**, v. 22, p. 381-393, 1999.

CÂMARA, G. M. S.; LUCHETI, M. P.; MARQUES, L. A.; PEDROSO, D. B.; NACAMURA, S. S.; BARROS, F .F. Desempenho vegetativo e produtivo da soja submetida à aplicação foliar de cobalto e molibdênio em diferentes estágios fenológicos no ano agrícola 2000/2001. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2.; MERCOSOJA, 2002, Foz do

Iguaçu. Perspectivas do agronegócio da soja: resumos. Londrina: Embrapa Soja, 2002. p. 222 (Embrapa Soja. Documentos, 181).

CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Enriquecimento de sementes de soja com molibdênio como fator de aumento da eficiência da fixação biológica do nitrogênio e do rendimento da soja. *In*: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 25., 2003, Uberaba. **Resumos**... Londrina: Embrapa Soja: EPAMIG: Fundação Triângulo, 2003. p. 156-157. (Embrapa Soja. Documentos, 209).

CARDOSO, E. J. B.; ANDREOTE, D. F. **Microbiologia do solo**. 2 ed. Piracicaba, S.P. 2017. 225 p.

CHASDON, R. Regeneração de florestas tropicais **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat**., Belém, v. 7, n. 3, p. 195-218. 2012.

COKER GT, SCHUBERT KR. Carbon Dioxide Fixation in Soybean Roots and Nodules: I. Characterization and comparison with fixation and composition of xylem exudate during early nodule development. **Plant Physiol.** v. 67, n. 4, p. 691–696.198.

COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V. **Adubação nitrogenada para pastagens do gênero** *Brachiaria* **em solos do Cerrado**. Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 60 p. (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644 ; 192).

COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; RODRIGUES, C. & SEVERIANO, E.C. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu. I - Alterações nas características químicas do solo. **R. Bras. Ci. Solo,** 32:1591- 1599, 2008

COSTA, K. A. P. **Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagem de capim-marandu em solo de cerrado**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2007. 95p. (Tese de Doutorado).

CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C.; NOVOTNY, E H.; PEREIRA FILHO, I. A.; SANTANA, D. P.; PEREIRA, F. T. F., HERNANI, L. C. **Cultura do milho**: Sistema Plantio Direto. Sete Lagoas: Embra Milho e Sorgo 2002. 7p. (Comunicado Técnico 51).

DENISON, R. F.; HARTER, B .L. Nitrate effects on Nodule Oxygen Permeability and Leghemoglobin (Nodule Oximetry and Computer Modeling). **Plant Physioloy,** v. 107, n r, p. 1353-1364, 1995.

DÖBEREINER, J. *Azotobacter paspali* sp, uma bactéria fixadora de nitrogênio na rizosfera de Paspalum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 1, p. 357- 365, 1966.

DÖBEREINER, J. Biological nitrogen fixation in the tropics: social and economic contributions. *In*: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SUSTAINABLE AGRICULTURE FOR THE TROPICS – THE ROLE OF BIOLOGICAL NITROGEN FIXATION, Angra dos Reis, 1995. Abstracts... Angra dos Reis: The National Centre for Agrobiology Research (Embrapa-CNPAB), 1995. p. 3-4.

DÖBEREINER, J. Isolation and identification of root associated diazotrophs. *In*: SKINNER, F.A.; BODDEY, R.M.; FENDRIK, I. (eds). **Nitrogen fixation with nonlegumes**. Dordrecht: Kluwer Academic, (Developments in Plant and Soil Sciences, 35). 1989, p. 103-108.

DÖBEREINER, J. **Recent changes in concepts of plant bacteria interactions**: Endophytic N2 fixing bacteria. Ciência e Cultura, São Paulo, v. 44, n. 5, p. 310- 313, 1992.

DÖBEREINER, J. Influência da cana-de-açúcar na população de Beijerinckia do solo. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 251-258, 1959.

DÖBEREINER, J. The Genus Azospirillum and Herbaspirillum. *In*: BALOWS, A.; TRIPPER, H.G.; DWORKIN, M.; HARDER, W.; SCHLEIDER, K. H. (eds). **The prokaryotes**. 2 ed. New York: Springer-Verlag, 1991, p. 2236-2253.

DÖBEREINER, J.; ALVAHYDO, R. Sobre a influência da cana-de-açúcar na ocorrência de Beijerinckia no solo. II-Influência das diversas partes do vegetal. **Revista Brasileira de** Biologia, Rio de Janeiro, v. 19, n. 4, p. 401-412, 1959.

DÖBEREINER, J.; BALDANI, J. I. Bases científicas para uma agricultura biológica. **Ciência e Cultura,** São Paulo, v. 34, n. 7, p. 869-881, 1982.

DÖBEREINER, J.; BALDANI, V. L. D.; BALDANI, J. I. **Como isolar e identificar bactérias diazotróficas de plantas não-leguminosas**. Itaguaí: Embrapa CNPAB, 1995, 60p.

DÖBEREINER, J.; BALDANI, V. L. D.; OLIVARES, F. L.; REIS, V. M. Endophytic diazotrophs: The key to graminaceous plants. *In*: HEGAZI, N.A.; FAYEZ, M.; MORRIB, M. (eds). **Nitrogen fixation with non-legumes**. Cairo: The American University, 1994, p. 395-408.

DÖBEREINER, J.; DAY, J. M. Associative symbioses in tropical grasses: characterization of microorganisms and nitrogen-fixing sites. *In*: NEWTON, W. E.; NYMAN, C. J., ed. **Nitrogen fixation**; proceedings. 1st International Symposium on Nitrogen Fixation. Pullman: Washington State University. v. 2., p. 518-538. 1975.

DÖBEREINER, J.; MARRIEL, I. E.; NERY, M. Ecological distribution of *Spirillum lipoferum beijerinck.* **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 22, n. 10, p. 1464-1473, 1976.

DÖBEREINER, J. REIS, V. M.; LAZARINI, A. C. New N2-fixing bacteria in association with cereals and sugarcane. *In*: BOTHE, H.; BRUIJIN, F. J. de; NEWTON, W.E. eds. **Nitrogen fixation:** hundred years after. Stuttgart: Gustav Fisher, p. 717- 722, 1988.

DÖBEREINER, J.; RUSCHEL, A. P. Uma nova espécie de Beijerinkia. **Revista de Biologia,** Rio de Janeiro, v. 1, p. 261-272, 1958.

DÖBEREINER, J.; PEDROSA, F. O. **Nitrogen-fixing bacteria in no leguminous crop plants**. Madison: Springer-Verlag, 1987. 155p

DÖBEREINER, J. Biological nitrogen fixation in the tropics: social and economic contributions. **Soil Biol Biochem** v. 29, p. 771-774. 1997.

DOBEREINER, J. Nodulação e fixação de nitrogênio em leguminosas florestais. **Pesq. agropec. bras.,** Brasília, v. 19, s. n., p. 83-90, jun 1984.

DOBEREINER, J.; BALDANI, V. L. D.; URQUIAGA, S. Importance of biological dinitrogen fixation for biofuel programmes. *In*: FORMOSO, M. L. L. (org.). Workshop on tropical soils. Rio de Janeiro, 1997. **Anais**... Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1999. p. 185-191.

DOBEREINER, J.; BALDANI, V. L. D.; REIS, V. M. The role of biological nitrogen fixation to bio-energy programmes in the tropics. *In*: ROCHA-MIRANDA, C. E. (ed.). **Transition to global sustainability:** the contribution of Brazilian science. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2000. p. 196-208. Meeting of the IAP Sustainability Transition Coordinating Committee (STCC) Committee on the 12th of September 1997 in Rio de Janeiro.

DÖBEREINER, J.; MARRIEL, I. E.; NERY, M. *Ecological distribution of Spirillum lipoferum Beijerinck.* **Can. J. Microbiol**. v. 22, p. 1464-1473.1976 .

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja**. Sistema de Produção. Paraná. Londrina. 2002. 195 p.

FAGAN, E. B.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A.; CASAROLI1, D; JONES SIMON, J.; DOURADO NETO, D, 3; VAN LIER, Q. J. ; SANTOS, O. S.; LIZIANY MÜLLER, L. Fisiologia da fixação biológica do nitrogênio em soja - revisão fisiology of biologic fixation nitrogen in soybean - a review. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v. 14, n. 1, p. 89-106. 2007.

FARGEIX, C.; GINDRO, K.; WIDNER, F. Soybean (Glycine max L.) and bacteroid glyoxylate cycle activities during nodular senescence. **Journal Plant Physiology**, v. 161, p. 183–190, 2004.

FAGUNDES, J. L., FONSECA, D. M., GOMIDE, J. A., NASCIMENTO JUNIOR, S. D., VITOR, C. M. T., MORAIS, R. V., MISTURA, C., REIS, G. C. E MARTUSCELLO, J. A. Acúmulo de forragem em pasto de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesqui. Agropec. Bras**. 40: 397-403. 2005.

FALCÃO, R. A. **Atribuições da enfermagem nas principais intercorrências durante a sessão de hemodiálise.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2010. 36 p. Disponível em: http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28056/000768668.pdf. Acesso em: 15 nov. 2017.

FEI, H.; VESSEY. J. K. Further investigation of the roles of auxin and cytokinin in the NH4 1-induced stimulation of nodulation using white

clover transformed with the auxin-sensitive reporter GH3: gusA. **Physiologia Plantarum**, v. 12, p. 674–681, 2004.

FIB – Food ingredientes Brasil. **Proteínas animal e vegetal**: tipos e funções. Disponível em: http://aditivosingredientes.com.bruploadarquivos/201604055757900145988008 2.pdf. Acesso em: 20 abr. 2018.

FIGUEIREDO, M. B. V.; LIRA JUNIOR, M. A.; ARAUJO, A. S. F.; MARTINEZ, C.R. **Fatores bióticos e abióticos à fixação biológica de N2**. Disponível em: http://www.bashanfoundation.org/marcia/marciafactores. pdf Acesso em: 26 set. 2017. FMT – Fundação Mato Grosso. BOLETIM técnico de **soja** 2004. Rondonópolis: Fundação MT, 2004. 228 p. (Boletim de pesquisa de soja, 8).

FREIRE, F. das C. O.; VIEIRA, I. G. P.; GUEDES, M. I. F.; MENDES, F. N. P.. **Micotoxinas**: importância na alimentação e na saúde humana e animal. Fortaleza: EMBRAPA Agroindústria Tropical, 2007. 48p. (Documento 110)

GALLO, L. A.; BASSO, L. C. **O nitrogênio e o ciclo do nitrogênio**. Escola Superior de Agricultura. ESALQ – USP. 2013. Disponível em: http:// docentes. esalq.usp.br/luagallo/nitrogenio.htm Acesso em: 7 set 2017.

GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D. dos S.; BRUNETTO, G. Fósforo da biomassa microbiana e atividade de fosfatase ácidas durante a diminuição do fósforo disponível no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1085-1091, 2008.

GERAHTY, N, CAETANO-ANOLLES G, JOSHI P. A.; GRESSHOFF, P.M. Anatomical analysis of nodule development in soybean reveals an additional autoregulatory control point. **Plant Science,** n. 85, p. 1–7. 1992.

GIRIO, L. A. S.; DIAS, F .L. F, REIS, V. M.; URQUIABA, S.; SCHULTZ, N.; BOLONHEZI, D.; MURTON, M.A. Bactérias promotoras de crescimento e adubação nitrogenada no crescimento inicial de canadeaçúcar proveniente de mudas prébrotadas. **Pesq. agropec. bras**., Brasília, v. 50, n. 1, p. 33-43. 2015.

GOMES, F.T .; PEREIRA, G.D.; BORGES, A.C.; MOSQUIM, P.R.; FONTES, P.C.R. Fixação do nitrogênio em alfafa nodulada sob supressão e ressuprimento de fósforo. **Cienc. Rural** v. 32, n. 6, s.p., 2002.

GTT - Grupo de trabalho temático. Estratégia Nacional de Diversidade Biológica Grupo **Microrganismos e biodiversidade de solos**. 1998. 32 p.

GUIMARÃES, T. PJ, RESTLE, J, **Exigências proteicas para bovinos de corte**. Goiânia. Universidade Federal de Goiás Escola de Veterinária e Zootecnia. 2011. 34p. (Trabalho apresentado no por exigência parcial do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal)

HAVLIN, J. L.; TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON. J. D. 2014. **Soil Fertility and Nutrient Management**: An Introduction to Nutrient Management. Pearson, Upper Saddle River, NJ. 8 ed.. 2014. 505 p.

HOPKINS, W. G. **Introduction to Plant Physiology**. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2000, 512p.

HUNGRIA, M.; CAMPO. R. J.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and A. lipoferum improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v. 331, p. 413-425, 2010

HUNGRIA, M; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica de nitrogênio na cultura da soja**. Londrina, Embrapa Soja, 2001, 48 p. (Embrapa Soja, Embrapa Cerrados, Circular Técnica n.13)

HUNGRIA, M.; VARGAS, M. A. T. Environmental factors affecting N2 fixation in grain legumes in the tropics, with an emphasis on Brazil. **Field Crops Research**, 65:151-164.2.000.

HUNGRIA, M., MENDES, R. J. C. a **Importância do processo de fixação biológico do nitrogênio para a cultura da soja**: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina, Embrapa Soja. 2007. 80 p.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R .J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja:** componente essencial para a competitividade do produto

brasileiro. Londrina, Brasil, Embrapa Soja, 2007. 80 p. (Embrapa Soja. Documentos, 283).

HUNGRIA, M. **Inoculação com** *Azospirillum brasilense*: **inovação em rendimento a baixo custo.** Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36p.

HUNGRIA, M.; MENDES, I. C.; MERCANTE, F.M. **Tecnologia da fixação de nitrogênio com o feijoeiro**: viabilidade em pequenas propriedades familiares e em propriedades tecnificadas. 2013. 32p. (Documentos-Embrapa Soja, n.338)

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M.A.; ARAUJO, M.S. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: strategies to improve sustainability. **Biology and Fertility of Soils**, v. 49, p. 791-801, 2013.

HUNTER, W.J. Soybean root and nodule nitrate reductase. **Physiologia Plantarum**, v. 59, p. 471-475, 1983.

ICNAF- International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries. Statistical Area 0, Subarea 1 and East Greenland **Denmark (Greenland) Research Report**, 1975. 18p.

IMSANDE, J.; SCHMIDT, J. M. Effect of N source during soybean pod filling on nitrogen and sulfur assimilation and remobilization. **Plant and Soil**, v. 202, p. 41-47, 1999.

KUZMA, M. M., WINTER, H., STORER, P., ORESNIK, I., ATKINS, C. A.; LAYZELL, D. B. The site of oxygen limitation in soybean nodules. **Plant Physiol.** v. 119, p. 399-407.1999.

KAMICKER, B. J.; BRILL, W. J. Identification of *Bradyrhizobium japonicum* nodule isolates from Wisconsin soybean farms. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 51, n. 3, p. 487-492, 1986.

KING, C.A.; PURCELL. Inhibition of N2 fixation in soybean is associated with elevated ureides and amino acids. **Plant Physiology**, v. 137, p. 1389-1396, 2005.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o sistema Santa Fé. *In*: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.;

AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 407-442.

KING C A; PURCELL L C. Inhibition of n. 2 fixation in soybean is associated with elevated ureides and amino acids. *Plant Physiol.* v. 137, n. 4, p. 1389-96. 2005.

KOUTROUBRAS, S. D.; PAPAKOSTA, D. K.; GAGIANAS, A. A. The importance of early dry matter and nitrogen accumulation in soybean yield. **European Journal of Agronomy**, v. 9, p. 1-10, 1998

KUSS, A. V.; KUSS, V. V.; LOVATO, T.; FLORES, M. L. Fixação de nitrogênio e produção de ácido indolacético in vitro por bactérias diazotróficas endofíticas. **Pesq. Agropec.bras**, Brasília, v. 42, n. 10, p. 1459-1465, out. 2007.

LARA CABEZAS, W. A. R.; KORNDORFER; MOTTA, S. A. (4) (C). Volatilização de n-nh3 na cultura de milho: II avaliação de fontes sólidas e fluidas em sistema de plantio direto e convencional. Rev. bras. ci. solo, viçosa, 21:489-496, 1997.

MARIN, V. A.; BALDANI, V. L. D.; TEIXEIRA, K. R. S.; BALDANI, J. I. **Fixação Biológica de Nitrogênio: Bactérias Fixadoras de Nitrogênio de Importância para a Agricultura Tropical**. Disponível em http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAbxkAK/fixacao-biologica-nitrogenio Acesso em 18 abr. 2018.

LAWN, R. J., AND W. A. BRUN. 1974. Symbiotic nitrogen fixation in soybeans. I. Effect of photosynthetic source-sink manipulations. **Crop Science**, v. 14, p. ll-16. 1974.

LIMA, D. V.; FAQUIN, V.; FURTIN NETO, A.E.; MORAIS, A.R. de; CURI, N.; HIGA, N. T. Macro e micronutrientes no crescimento do braquiarão e da soja em Latossolos sob Cerrado da região de Cuiabá-MT. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras 2000, v. 29, n. 1, p. 96-104.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Campo Grande, n. 38, p. 133-146, 2009.

MARQUES, A. C. R. **Fixação biológica de nitrogênio e micorrização em gramínea dos campos sulinos**. UFSM – Centro de Ciências Naturais e Exatas. 2014. 73 p.

MARRA. L. M. **Fixação biológica de nitrogênio e solubilização de fosfatos por bactérias isoladas de inóculos de caupi** (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Lavras: UFLA, 2009. 87 p. (Dissertação, Universidade Federal de Lavras)

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L. Uso de fertilizantes em pastagens. *In*: MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. **Cerrado, uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. 1.ed. Planaltina, 2007a, p. 43-68 30

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. Adubação nitrogenada *In*: MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. **Cerrado, uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. 1.ed. Planaltina, 2007b, p. 117-144

MARTHA JUNIOR, G. B.; VILELA, L. **Pastagens no Cerrado: baixa produtividade pelo uso limitado de fertilizantes em pastagens.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 32 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 50).

MARTHA JUNIOR, G. B.; BARIONI, L. G.; VILELA, L. **Uso de pastagem diferida no cerrado.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 6 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 102).

MARTHA JUNIOR, G. B.; VILELA, L.; BARIONI, L. G.; SOUSA, D. M. G.; BARCELLOS, A. O. Manejo da adubação nitrogenada em pastagem. *In*: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 155-215

MARTINS, M, **Microbiologia do solo**. Rio de Janeiro. UENF. 25 p. Disponível em: http://www.uenf.br/Uenf/Downloads/LSOL_345_1113400965. pdf. Acesso em: 10 set 2017.

MATHESIUS, U.; SCHLAMAN, H.R.; SPAINK, H.P.; SAUTTER, C.; ROLFE, B.G., DJORDJEVIC, M.A. Auxin transport inhibition precedes root nodule formation in white clover roots and is regulated by flavonoids

and derivatives of chitin oligosaccharides. **Plant J.** v.14, n.1. p. 23-34. 1998.

MATTHEW, W. A.; HOFMANN, M. A.; OSBORNE, M. A. Pasture response to gibberellins: A review and recommendations, **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 52, n. 2, p. 213-225, 2009.

MESCHEDE, D.K.; BRACCINI, A.L.; BRACCINI, M.C.L.; SCAPIM, C.A.; SCHUA, S.R.P. Rendimento, teor de proteínas nas sementes e características agronômicas das plantas de soja em resposta a adubação foliar e tratamento de sementes com molibdênio e cobalto. **Acta Scientiarum**: Agronomy, v. 26, n. 2, p. 139-145. 2004.

MESQUITA, V. A. **Caracterização da diversidade microbiologia do solo do Cerrado de Minas Gerais por eletroforese em gel gradiente desnaturante** (DGGE). Lavras, UFLA. 2011, 70 p.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do solo**. 2 ed. 2006. UFLA, Lavras. 2006. 729p.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006. 729 p.

MOREIRA, F. M.S .; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Ufla, 2002. 625p.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, S.O. Fixação biológica de nitrogênio atmosférico. Cap. 9. *In*: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, S. O. *In*: **Microbiologia e Bioquímica do solo.** Lavras - UFLA, 2006. p. 549-552.

MOTA, E. M. **Temas em Fisiologia Vegetal**. Universidade Federal de Lavras. Departamento de Fisiologia http://www.ledson.ufla.br/assimilacao-e-transporte-de-nitrogenio-2/. Disponível em: fixacaobiologica-do-nitrogenio-fbn/como-ocorre-a-nodulacao/. Acesso em: 20 jan. 2018.

MÜLLER, T. M.; SANDINI, I. E.; RODRIGUES, J. D.; NOVACOWISKI, J. H.; BASI, S.; KAMINSKI. Combinação de métodos de inoculação de *Azospirillum brasiliense* com adubação nitrogenada de cobertura

aumenta produtividade de milho. **Cienc. Rural**. Santa Maria. v. 46, n. 2, Santa Maria. 2015.

MÜLLER, T. M.; SANDINI, I. E.; RODRIGUES, J. D.; NOVAKOWISKI, J. H., BASI, S.; KAMINSKI, T. H. Combination of inoculation methods of *Azospirilum brasilense* with broadcasting of nitrogen fertilizer increases corn yield. **Ciência Rural**, v. *46*, n. 2, p. 210-215. 2016.

MYLONA, P. *et al*. Symbiotic Nitrogen Fixation. **The Plant Cell**, v. 7, p. 869-885, July 1995.

NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I. FL; SANTIAGO, R. D.; SILVA NETO, L. F. Efeito de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo degradado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 457-462, 2003.

NUKUI, N.; EXURA, H.; YHUASHI, K.I.; YASUTA, T.; MINAMISAWA, K. Effects of ethylene precursor and inhibitors for ethylene biosyntheses and perception and nodulation in *Lotus japonicus* e *Macroptilium atropurpureum*. Short Comunication, **Plant Cell Physiology**, v. 41, n. 7, p. 803-807, 2000.

NUKUI, H, KUDO S, YAMASHITA A, SATOH S. Repressed ethylene production in the gynoecium of long-lasting flowers of the carnation 'White Candle': role of the gynoecium in carnation flower senescence. **Journal of Experimental Botany**. v. 55, p. 641–650. 2004.

NUNES, F, S.; RAIMONDI, A. C.; NIEDWIESKI, A. C. Fixação de nitrogênio: estrutura, função e modelagem bioinorgânica das nitrogenases. **Quím. Nova**, São Paulo , v. 26, n. 6, p. 872-879. 2003.

OSAKI, F. **Distribuição espacial de microrganismos e fertilidade em solos de dois ecossistemas florestais:** floresta ombrófila mista e povoamento florestal com *Pinus taeda* l. em Tijucas do SUL-PR. Curitiba- Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2008. 264 p.

PANKIEVICZ, V. C. S., DO AMARAL, F. P., SANTOS, K. F. D. N., AGTUCA, B., XU, Y., SCHUELLER, M. J., ARISI, A. C. M., STEFFENS, MARIA. B.R., DE SOUZA, E. M., PEDROSA, F. O., STACEY, G. AND FERRIERI, R. A. Robust

biological nitrogen fixation in a model grass–bacterial association. **Plant J**, v.81, p. 907–919.2015.

PEDREIRA, C. G. S. Avanços metodológicos na avaliação de pastagens. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Recife, 2000. Anais de Palestra. Recife: SBZ, 2000.

PENA, K.S., ZANINE, A.M., SILVA, W. L., SOUSA, B. M. L, NASCIMENTO JUNIOR, D. E SILVA, S.C. Acúmulo de forragem de Panicum maximum cv. Tanzânia submetido a intensidades e frequências de corte. *In*: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 44, Jaboticabal. Anais... SBZ. Jaboticabal. 2007.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, G. M.; CECON, P. R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesq. agropec. bras.** v. 39, n. 1, s.p. Brasília. Jan. 2004.

PERIN, R., MORAES, A. E CARVALHO, P. C. F. Desempenho animal em uma consorciação de Panicum maximum Jacq. cv. Tanzânia com Arachis pintoi cv. Amarillo submetida a diferentes alturas de manejo. *In*: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 43. João Pessoa. Anais. SBZ. João Pessoa.2006.

PRADO, R. M. **Manual de nutrição de plantas forrageiras**. UNESP FUNEP. 2008. 500 p.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; CANTARELLA, H. & SILVA, A. G. Absorção de cátions e ânions pelo capim-coastcross adubado com uréia e nitrato de amônio. **Pesq. Agropec. Bras**., v. 40, p. 247-253, 2005.

REIS JUNIOR, F. B.; MACHADO, C. T. T.; MACHADO, A. T.; MENDES, I. C.; MEHTA, A. **Isolamento, caracterização e seleção de estirpes** *Azospirillum amazonense* e *Herbaspirillum seropecicae* **associadas a diferentes variedades de milho cultivadas no cerrado**. Planaltina, DF:Embrapa Cerrados, 2008. 36p.

REIS, V. M; TEIXEIRA, K. R. S. Fixação biológica do nitrogênio - Estado da arte. *In*: AQUINO AM, ASSIS RL. (eds). **Processos biológicos no**

sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável. (Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; 2005) p. 350-368.

RIBEIRO, S. L. C. **economia do nitrogênio em árvores tropicais.** Campinas – S.P. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia. 2013. 172 p. (Tese apresentada para receber o título de Doutora em Biologia).

RUFFINI, M.; FERREIRA, A. A.; SOARES, B. L.; OLIVEIRA, D. P.; ANDRATE, M. J. B.; MOREIRA, F. M. S. Simbiose de bactérias fixadoras de nitrogênio feijoeiro-comum em diferentes valores de pH. **Pesq. Agropec.bras.** Brasília, v. 46, n. 1, p. 81-88, 2011.

RYLE G, J, A; POWELL C. E.; GORDON A. J. The respiratory costs of nitrogen fixation in soyabean, cowpea, and white clover. II. Comparisons of the cost of nitrogen fixation and the utilization of combined nitrogen. **Journal of Experimental Botany** 30, 145-153. 1979.

SANTOS, D. **Ciclos Biogeoquímicos**. 2013. 5p. Disponível em https://djalmasantos.wordpress.com/2013/09/03/testes-de-ciclos-biogeoquimicos/. Acesso em: 16 dez. 2017.

SANTOS, M. C. M.; SANTOS, D. R.; BARKE, O. A.; BAKKE, I. A. 0corrência e atividade de bactérias diazotróficas em forrageiras cultivadas na região semiárida no Brasil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 1, p. 27-34. 2013.

SANTOS, L. A.; REIS, V. M. **A formação do nódulo em leguminosas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia.2008. 14 p. (Documentos/Embrapa Agrobiologia; n. 251.

SANTOS, V. S. "**Respiração celular**"; Brasil Escola. Disponível em: http://brasilescola.uol.com.br/biologia/respiracao-celular.htm. Acesso em: 19 de abril de 2018.

SCHMIDT, J. S.; HARPER, J. E.; HOFFMAN, T. K.; BENT, A. F. Regulation of soybean nodulation independent of ethylene signaling. **Plant Physiol**. 119, 951–960. 1999.

IR PARA SUMÁRIO

SFREDO, G. J., GEDI J.; OLIVEIRA, M. C. N... **Soja**: molibdênio e cobalto. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 34 p. – (Documentos/Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; 322). Embrapa 2010. 34 p.

SFREDO, G. J.; OLIVEIRA, M. C. N. **Soja**: molibdênio e cobalto. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 36 p. – (Documentos, Embrapa Soja, 322).

SHENG, C.; HARPER, J. E. Shoot versus root signal involvement in nodulation and vegetative growth in wild-type and hypernodulating soybean genotypes. **Plant Physiol**, v. 133**,** p. 825–83. 1997.

SILVA, A. A. O.; FELIPE, A. F; BACH, E. E. Ação do *Azopirillum brasilienese* no desenvolvimento das plantas de trigo (variedade IAC-24) e cevada (variedade CEV 95033). **Conscientiae Saúde**, v. 3, p. 29-35, 2004.a

SILVA, A. A. O.; FELIPE, A. F.; BACH, E. E. **Ação do Azospirillum brasiliense no desenvolvimento das plantas de trigo (variedade IAC-24) e cevada (variedade CEV 95033).** Tese (mestrado). Con. Scientiae Saúde, v. 3, p. 29-35. São Paulo: Uninove, 2004 b

SILVA, A. A. O.; FELIPE, T. A.; BACH, E. E. Ação do Azospirillum brasilense no desenvolvimento das plantas de trigo (variedade IAC-24) e cevada (variedade CEV 95033). **ConScientiae Saúde,** v. 3, p. 29-35, 2004.

SILVA, A. A. O.; FELIPE, T. A.; BACH, E. E. *Azospirillum brasilense* inoculation in the treatment of seeds the *Urochloa brizantha* cv. Marandu associated with nitrogen use *In*: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 52, 2015 c. CD ROOM.

SILVA, A. F.; FREITAS, A. D. S.; STAMFORD, N. P. Efeito da inoculação da soja (Cultivar Tropical) com rizóbios de crescimento rápido e lento em solo ácido submetido à calagem. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 5, p. 1327-1333, 2002.

SILVA, A. P.; SOUZA, F. C. A.; SOMBRA JUNIOR, C. A.; LEITE, R. L.; MOURÃO, C. I. **Importância da microbiologia do solo no ensino de biologia**-Ce. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC' 2015. Centro de Eventos do Ceará. Fortaleza-CE 15 a 18 de setembro de 2015. Disponível em: http://www.confea.org.br/media/. Acesso em: 8 dez 2017.

SILVA, A. R.; VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M.; SILVEIRA FILHO, A.; SALES, A. **Incidência de danos em espécies florestais causados por bovinos em sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2017,21 p.

SILVA, D. M.; ANTONIOLLI, Z. I.; JACQUES, R .J. S.; VOSS. M. Bactérias diazotróficas nas folhas e colmos de plantas de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.). **Revista Brasileira de Agrociência** v. 13, n. 2, p. 181-187, 2007. Disponível em: http://www.ufpel.edu.br/faem/agrociencia/v13n2/ artigo07.pdf. Acesso em: 15 ago 2017.

SILVA, D. M.; FRIES, M. R.; ANTONIOLLI, Z. I.; AITA, C.; M. VOSS, M.; JACQUES, R.J.S.; SEMINOTTI, J.; CARVALHO, C.A. Bactérias diazotróficas em solos cultivados com arroz irrigado (*Oryza sativa* L.). **Revista Brasileira de Agrociência**. v. 10, n. 4, p. 467-474. 2004.

SILVA, I. H. S. **Utilização de microrganismos solubilizadores de fosfato para aumento da disponilidade de fósforo no solo de Sete Lagoas.** Sete Lagoas. Universidade Federal de São João del Rei – Campus Sete Lagoas. 2014. 35 p.

SILVA, L. L. G. G., ALVES, G. C., RIBEIRO, J. R. A., URQUIAGA, S., SOUTO, S.M., FIGUEIREDO, M.V.B.; BURITY, H.A. Fixação biológica de nitrogênio em pastagens com diferentes intensidades de corte. **Arch. zootec**. Córdoba. v. 59, n. 225, p. 21-30. 2010.

SIMIONI, T. A.; GOMES, F. J.; TEIXEIRA, U. H. G.; FERNANDES, G. A.; BOTINI, L. A.; MOUSQUER, C. J.; CASTRO, W. J. R. HOFFMANN, A. T. A. **Potencialidade da consorciação de gramíneas e leguminosas forrageiras em pastagens tropicais.** Disponível em: https:// www.researchgate.net/publication/309359592. Acesso em: 21 nov. 2017.

SOBRINHO, F. S, CARNEIRO, H., MAGALHÃES, J. R., MIRANDA, J. E. C., PEREIRA, A. V., LÉDO, F. J. S., REIS, M. C., BRUM, S. S., OLIVEIRA, J. S. E BOTREL, M. A. 2005. Produtividade e qualidade da forragem de Brachiaria na região norte fluminense. Em: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42., Goiânia. **Anais**... SBZ. Goiânia.

SOUZA, L. G. M., LAZARINI, E.; HUNGRIA, M. **Otimização da fixação biológica de nitrogênio na soja em função da reinoculação em**

cobertura sob plantio direto. Faculdade de Engenharia da Ilha Solteira. UNESP – Campus Ilha Solteira. 2015. Disponível em: http://www.agrisus.org.br/arquivos/relatorio_parcial_PA1505.pdf. Acesso em: 15 nov. 2017.

SOUZA, R. A.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; CHUEIRE, L. M. O.; BARCELLOS, F. G.; CAMPO R. J. Avaliação qualitativa e quantitativa da microbiota do solo e da fixação biológica do nitrogênio pela soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 71-82, 2008.

SPAEPEN, S.; WANDERLEY, DEN; OKON, Y. Plant Growth-Promoting Actions of Rhizobacteria. *In* L. C. VAN LOON, L.C. (ed.) **Advances in Botanical Research**, v. 51, Burlington: Academic Press, 2009, p. 283-320.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Auxina: o primeiro hormônio do crescimento vegetal descoberto. *In*: **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013a. Cap. 19, p. 543-580.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Citocininas: reguladores da divisão celular. *In*: **Fisiologia vegetal.** 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013b. Cap. 21, p. 619-646.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Giberelinas: reguladores da altura das plantas e da germinação de sementes. *In*: **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013c. Cap. 20, p. 581-617.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Transporte e translocação de água e solutos. *In*: **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013d. Unidade 1, p. 68-159.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TAIZ, L.; E. ZEIGER. E. Fisiologia vegetal, 2 vs. Editorial Univ. Jaume. Castellon. 2007. 1338 p.

TAÍZ, L; ZEIGEI, H.; VESSEY. J. K. Further investigation of the roles of auxin and cytokinin in the NH4 1-induced stimulation of nodulation using white clover transformed with the auxin-sensitive reporter GH3: gusA. ***Physiologia Plantarum***, v. 12, p. 674–681, 2004.

TA LIAO, C.; HO LIN, C. Physiological adaptation of crop plants to flooding stress. P**roc. Natl. Sci. Counc**-ROC(B) v. 25, p. 148-157. 2001.

THIES, J. E.; SINGLETON, P. W.; BOHLOOL. B. Phenology, growth and yield of field-grown soybean and bush bean as function of varying modes of N nutrition. **Soil Biol.Biochem**. v. 27, n. 4/5, p. 575-583.1995.

TIMMERS, C. J.; AURIAC, M. C.; TRUCHET, G. Refined analysis of early symbiotic steps of the *Rhizobium Medicago* interaction in relationship with microtubular cytoskeleton rearrangements. **Development**, v. 126, p. 3617-3628, 1999.

TONATO, F., PEDREIRA, C. G. S., MORENO, L. S. B. E PEDREIRA, B.C. Produtividade e distribuição estacional da produção de cinco gramíneas do gênero Cynodon sob manejo intensivo. *In*: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Jaboticabal. Anais. SBZ. Jaboticabal. 2007.

TONIN, G. S. **Influência da fonte de nitrogênio na atividade de enzimas envolvidas no processo de assimilação de amidas e ureídeos em cotilédones imaturos de soja mantidos em cultura.** Tese de Doutorado em Fisiologia Vegetal. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas, 1988. s.p.

TRAVAGIN, R.; B; RANDÃO, R. P. CHIARELLI, R. Importância do cobalto e do molibdênio na cultura do amendoim. **Revista** Campo de negócios. 2015. Disponível em: http:///www.revistacampoenegocios.com.br/importância-do-cobalto-e-molibdenio-na-cultura-do-amendoim/. Acesso em: 20 out, 2017.

TUTlN, T.G. Classification of the legumes. *In*: HALLSWORTH, E.G., cd. **Nutrition of the legumes.** New York, Academic Press, 1958. p. 3-14.

USP/IFSC - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO INSTITUTO DE FÍSICA DE SÃO CARLOS. **Introdução à Biologia.** 2001. Disponível em: http://biologia.ifsc.usp.br/bio3/outros/03-Fisiologia.pdf. Acesso em: 15 ago 2017

IR PARA SUMÁRIO ▲

URQUIAGA, S., CRUZ, K. H. S. AND BODDEY, R. M. Contribution of nitrogen fixation to sugar cane: nitrogen-15 and nitrogen balance estimates. **Soil Sci. Soc. An. J.,** v. 56, p. 105-114. 1992.

URQUIAGA, S; JANTALIA, C. P.; RESENDE, A. S. R.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Contribuição da Fixação Biológica de Nitrogênio na Produtividade dos Sistemas Agrícolas na América Latina. *In*: AQUINO, M. A.; ASSIS, R. L. (eds.). Processos biológicos no sistema solo–planta:ferramentas para uma agricultura sustentável. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica: Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. p. 181-200. Cap.7.

URQUIAGA, S.; JANTALIA, C. P.; ZOTARELLI, L.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Manejo de Sistema Agrícolas para Sequestro de Carbono no Solo. *In*: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L (ed,). **Processos Biológicos no Sistema Solo-Planta:** ferramentas para uma agricultura sustentável**.** Brasília, DF:Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 323-342.

URQUIAGA, S.; SISTI, C. P. J.; ZOTARELLI, L.; ALVES, B. J. R**.** Manejo de sistemas agrícolas para sequestro de carbono no solo. *In*: AQUINO, A.M. de; ASSIS, R .L. de (Ed.). **Conhecimentos e técnicas avançadas para o estudo dos processos da biota no sistema solo-planta**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 275-295.

VALDEZ, D; SINCLAIR, T. R.; SERRAJ, J; PURCELL, I. C. Manganese application alleviates the water deficit-induced declined of N2 fixation. **Plant Cell and Enviroment**, v. 23, p. 497-505, 2000.

VALDEZ, V.; SINCLAIR, T. R. Sensitivity of N Fixation Traits in Soybean Cultivar Jackson to Manganese. **Crop Science** v. 42, n. 3, p. 791-796. 2002.

VALOIS, A. C. C. Biodiversidade, biotecnologia e propriedade intelectual, **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 15, n. especial, p. 21-31, 1998.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; BARIONI, L.G.; BARCELLOS, A.D.O. **Integração lavoura-pecuária.** ***Savanas:*** desafios e estratégias para o equilíbrio entre

sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina: Embrapa Cerrados, *1*, 2008. 933-962.

VINHAL-FREITAS, I. C.; RODRIGUES, M. B. Fixação biológica do nitrogênio na cultura do MILHO **Agropecuária Técnica.** v. 31, n. 2, p. 143-154, 2010.

YOCH D. C. Manganese an essential trace element for nitrogen fixation by *Rhodospirillum rubrum* and *Rhodopseudomonas capsulate*: role in nitrogenase regulation. **Journal of Bacteriology**. v. 140, n. 3, p. 987-995, 1979**.**

WALSH**,** K. B. Physiology of the legume nodule and its response to stress. **Soil Biology and Biochemistry**. v. 27, p. 637-655. 1995.

ZAHRAN, H. H. Rhizobium legume symbiosis and nitrogen fixation under severe conditions and in an arid climate. **Microbiology and Molecular Biology Reviews.** 1999. v. 64, n. 4, p. 968-989. 1999.

ZHANG S. D, KASSIS J, OLDE B, MELLERICK DM, ODENWALD WF. Pollux, a novel *Drosophila* adhesion molecule, belongs to a family of proteins expressed in plants, yeast, nematodes, and man. **Genes Dev**. v. 10, p. 1108-1119. 1996.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Capítulo 12

MANEJO DE PLANTAS DANINHAS EM PASTAGENS

Neivaldo Tunes Caceres,[1] Pedro Eduardo Rampazzo,[2]
Suzete Fernandes Lima,[3] Adriano Jakelaitis[4]

Resumo: A sustentabilidade da pecuária brasileira, devido às grandes extensões de terras, está fundamentada em sistemas de produção baseados em pastagens, sendo observado que apenas 10% da carne produzida são oriundas de criação de gado confinado. Mesmo que as pastagens, nestas áreas sejam bem manejadas, existe naturalmente no solo um banco de sementes de plantas daninhas em pastagens constituído por todos os propágulos viáveis presentes no solo. Em decorrência dos constantes acréscimos e perdas de sementes, o comportamento do banco é dinâmico e sua estrutura está relacionada à diversidade e abundância das espécies, que compõem à comunidade infestante sobre a área. O conhecimento dos períodos de interferência torna-se importante na tomada de decisão sobre o momento a ser adotada as técnicas de controle de plantas daninhas no ambiente das pastagens. As populações de plantas daninhas que convivem na comunidade vegetal são controladas em parte indiretamente pelas práticas culturais, sob acompanhamento de técnicos especializados, contudo o ponto desejado de plantas daninhas em relação às forrageiras é sempre realizado pelo eficiente controle químico com

1 Engenheiro Agrônomo Empresa Corteva, São José de Rio Preto, São Paulo.
2 Empresa Corteva de Rio Verde-GO.
3 Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde.
4 Professor do Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde.

IR PARA SUMÁRIO ▲

os produtos denominados herbicidas. Esses produtos são aplicados através de soluções aplicadas em área total, ou aplicação dirigida fazendo a catação com pulverizador costal ou com trator com lanças de aplicação acopladas na pastagem. Na Integração Agricultura Pecuária - ILP, há a rotação das áreas alternando ciclos de lavoura com pastagem e nesta alternância, a pastagem que acompanha a lavoura se beneficia do solo corrigido e fertilizado e da matéria orgânica gerada dos restos culturais, elevando o patamar de produtividade da pastagem. Neste cenário, a manutenção da cobertura do solo, bem como o uso intensivo do solo de acordo com o planejamento das rotações de culturas e das forrageiras contribui para redução da emergência de plantas daninhas.

Palavras-chave: Controle químico. Herbicidas. Infestação de ervas daninhas. Integração agricultura e pecuária.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de carne bovina, com 9,5 milhões de toneladas (TEC – tonelada equivalente carcaça) produzidas em 2017, dos quais 1,856 milhões de TEC foram exportadas, configurando-se também como maior exportador mundial. Possui a segunda maior população bovina, de 226 milhões de cabeças, atrás apenas da Índia (USDA, 2018).

A sustentabilidade da pecuária brasileira está fundamentada em sistemas de produção baseados em pastagens, e cerca de 90% da carne produzida é oriunda de criação sob pastejo. No panorama nacional da pecuária, a constante evolução tecnológica no manejo das pastagens e dos animais permitiu que nos últimos 40 anos a taxa de lotação das pastagens (bovinos ha^{-1}) ultrapassasse 200% de crescimento.

O aumento das pastagens plantadas frente às de ocorrência natural também definiu novos patamares de manejo, nos quais

a análise e a elaboração de estratégias de controle de plantas daninhas em pastagens tornou-se imperativo. Nesses novos horizontes da pecuária nacional, a migração das principais regiões produtoras para o centro-norte do Brasil exigiu a produção técnica e científica de materiais que contemplem esses novos ambientes de produção pecuária, nos quais as espécies de plantas daninhas, a velocidade de crescimento e os materiais utilizados como forrageiras tem performance distintas das áreas originárias de pastagens do Sul e Sudeste do país.

Um dos principais entraves da produção pecuária é a degradação das pastagens. Segundo Sano *et al*. (2008), aproximadamente 26,5% das áreas do Bioma Cerrado são ocupadas por pastagens cultivadas. Cerca de 80% das áreas destinadas as pastagens encontram-se em estágio de degradação, isto é, em processo evolutivo de perda de vigor, produtividade e capacidade de recuperação natural, incapaz de sustentar os níveis de produção e qualidade exigidos pelos animais, o que afeta diretamente a sustentabilidade da pecuária nacional (MACEDO *et al*., 2000). Este cenário é atribuído ao manejo inadequado das pastagens ao longo dos anos, agravado pela baixa capacidade de investimento dos produtores.

A infestação das pastagens por plantas daninhas é um dos fatores resultantes da degradação, advindos da redução do potencial competitivo das gramíneas forrageiras. A maior ocorrência de plantas daninhas em áreas de pastagens leva a competição entre as plantas, resultando na redução da capacidade de suporte das forrageiras, impedindo o aproveitamento adequado das áreas pelos bovinos. A ocorrência de espécies que causam ferimentos, ou são tóxicas aos animais, é ainda mais preocupante. O pastejo excessivo das gramíneas, sem a possibilidade de rebrota para reposição da área foliar, devido à carga excessiva, favorece

a colonização da área, e posterior proliferação de plantas daninhas, adaptadas às condições edafoclimáticas locais.

2. BANCO DE SEMENTES

O banco de sementes de plantas daninhas em pastagens é constituído por todos os propágulos viáveis presentes no solo. Em decorrência dos constantes acréscimos e perdas de sementes, o comportamento do banco é dinâmico e sua estrutura está relacionada à diversidade e abundância das espécies, que compõem à comunidade infestante sobre o solo (MONQUERO; CHRISTOFFOLETI, 2005). Em pastagens, o banco de sementes de plantas daninhas no solo é dominado, frequentemente, por poucas espécies, nos quais se sobressaem aquelas de difícil controle, ou as mais adaptadas (IKEDA *et al*., 2007).

Cardoso *et al*. (2016) avaliando a dinâmica do banco de sementes de plantas daninhas em áreas de monocultivo de milho, de olericulturas, área cultivada com cultura perene (pinhão-manso) e em pastagem de *Urochloa brizantha*, observaram que nas áreas de pastejo, a densidade e a diversidade de espécies do banco de sementes foi baixa, uma vez que constituiu em ambiente muito peculiar, mal manejado e compactado, caracterizando a sobrevivência e a persistência das espécies com maior capacidade de adaptação. Isto é notório para algumas espécies infestantes comuns de pastagens, como as guanxumas (*Sida* spp) que podem produzir até 3.800 sementes por plantas, ou o fedegoso (*Senna* spp) que produzem aproximadamente 14.000 sementes por plantas, as quais as sementes também apresentam alta longevidade no banco de sementes (TAYLOR, OLIVER, 1997; FABREGAS, 1998).

As plantas daninhas que infestam as pastagens brasileiras caracterizam-se, em sua maioria, por espécies de ocorrência natu-

ral, provenientes da flora local, ou por espécies invasoras introduzidas naturalmente pelo vento, água ou animais silvestres; ou acidentais, por máquinas, veículos e sementes contaminadas; ou ainda, pela movimentação e introdução de animais provenientes de outras localidades, que transportam as sementes em seu trato digestivo, ou na pelagem.

No Brasil há vários levantamentos realizados estimando o banco de sementes na camada superficial do solo em pastagens. Jakelaitis *et al*. (2014) avaliando o banco de sementes em agrossistemas no município de Rio Casca, MG, identificaram 76.269 indivíduos m^{-2}, caracterizando 43,9%, 24,2%, 18,4%, 10,7% e 2,7% para plantas daninhas emergidas de solos de área de monocultivo de milho, pastagem de *P. maximum* formada pelo consórcio com milho, pastagem de *U. brizantha* formada pelo consórcio com milho, pastagem exclusiva de *U. brizantha*, e por pastagem de *U. brizantha* estabelecida após o cultivo da soja, respectivamente. Na maioria dos levantamentos é comum observar a ocorrência de menor número de indivíduos e de espécies de plantas daninhas em áreas de pastagem do que em áreas de culturas (GASPARINO *et al*., 2006; IKEDA *et al*., 2007; CARDOSO *et al*., 2016), todavia com a predominância de espécies dotadas de vários atributos de agressividade, como *Sorghum halepense*, *Digitaria insularis*, e espécies do gênero *Senna*, *Sida*, *Solanum*, *Eupatorium*, *Vernonia*, entre outras.

Por outro lado, a utilização de forrageiras também tem recebido atenção especial por causa dos seus efeitos sobre a composição e supressão da germinação de plantas daninhas (SCHOOFS; ENTZ, 2000; BELLINDER *et al*., 2004). Entre as características de manejo de pastagens que afetam o banco de sementes de plantas daninhas destaca-se a velocidade de estabelecimento das espécies forrageiras. Silva e Dias-Filho (2001) verificaram

maior banco de sementes de plantas daninhas em pastagens de *Urochloa humidicola* em relação às de *U. brizantha*, e que esse resultado ocorreu, devido a maior velocidade de estabelecimento da *U. brizantha*, provocando menor infestação durante a fase de estabelecimento da pastagem.

3. PRINCIPAIS ESPÉCIES INFESTANTES DE PASTAGENS

Victoria Filho *et al*. (2014) reportam que espécies dicotiledôneas com hábito de crescimento dos tipos subarbustos, arbustos e arbóreos, geralmente constituem as comunidades de plantas daninhas que ocorrem em pastagens mal implantadas ou manejadas inadequadamente. Da mesma forma, as plantas daninhas monocotiledôneas infestam áreas de pastagem, onde o maior número de espécies invasoras pertence à família Poaceae (IKEDA *et al*., 2008), principalmente *Sorghum halepense*, *S. arundinaceum*, *Digitaria insularis* e *Andropogon bicornis*. Estas espécies são mais problemáticas em áreas de pastagens, apresentando controle difícil, por serem semelhantes morfológica e fisiologicamente com as forrageiras cultivadas (ANDRADE *et al*., 2012; ANDRADE *et al*., 2015).

Diversos são os fatores que afetam a dinâmica populacional de plantas daninhas em pastagens, destacando-se a não adaptação da gramínea forrageira às condições edafoclimáticas locais, a alta pressão de pastejo, manejo incorreto da fertilidade do solo e controle inadequado de plantas daninhas (VICTORIA FILHO *et al*., 2014). Assim, notadamente, ocorre uma enorme diversidade de espécies que infestam as pastagens no Brasil. De acordo com Pott *et al*. (2006) e Lorenzi (2008; 2011) são apresentadas algumas das principais plantas daninhas de ocorrência na região Centro-Norte e áreas de Cerrado do Brasil.

Cabriteiro (*Bauhinia curvula,* Fabaceae): Planta perene, arbórea, ocorre apenas no Brasil e de frequência comum nos estados de GO, MG, MT, PA e no DF. Desenvolve-se bem em solos pobres, arenosos e pedregosos. É uma das numerosas espécies do gênero *Bauhinia* e diferencia-se das demais "patas-de-vaca" pelas folhas menores e pelo menor porte.

Capa-bode (*Bauhinia mollis,* Fabaceae): Arbusto ramificado de 1-4 m de altura. Nativa do Cerrado e da floresta seca. Frequente em solos de média a alta fertilidade, arenosos ou argilosos. Rebrota após roçada. Sua presença nas pastagens dificulta o manejo do gado, pelos espinhos que possui. Propaga-se por sementes, provenientes de vagens que estouram quando secas e arremessam as sementes a curtas distâncias.

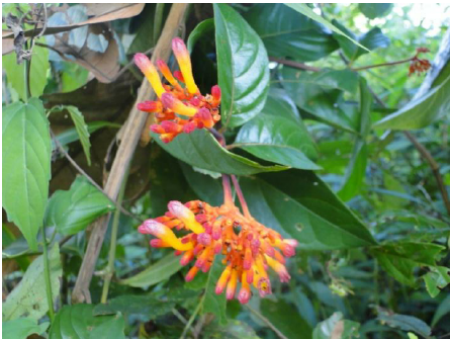
Pata-de-vaca (*Bauhinia variegata, B. forticata,* Fabaceae): Plantas perenes, arbóreas, de caule espinhento e de vagens achatadas de 15-25 cm de comprimento. São frequentes em solos de boa fertilidade e consideradas sérias infestantes em pastagens. Reproduz-se por sementes e rebrota vigorosamente após roçadas.

Araticum-miúdo (*Duguetia furfuracea,* Anonaceae): Planta típica de cerrados secos do Brasil Central, particularmente frequente no MS, MT, GO e MG. Geralmente forma grandes infestações, de difícil controle. Planta perene, ereta, arbustiva, muito ramificada, de folhas ásperas e coriáceas, com ramos lenhosos, de 1-3 m de altura. Propaga-se apenas por sementes. Controle químico quando as aplicações são localizadas, no toco ou basal.

Cagaita (*Eugenia dysenterica*, Mirtaceae): Arbusto no pasto, mas geralmente árvore de 4-12 m de altura na vegetação original. Produz frutos que podem ser consumidos *in natura*, sucos ou doces. Forma importantes infestações de difícil controle, que interferem na produção de forragem.

Ciganinha (*Memora peregrina,* Bignoniaceae): Planta arbustiva, de reprodução por sementes, embora possui caules subterrâneos, que originam outras plantas. Em altas infestações pode inviabilizar o pastejo. Rebrota após queimadas. Seu sistema radicular vigoroso pode atingir 3 m de profundidade, resistindo assim, a longos períodos de seca. Planta daninha de difícil controle químico.

Cumbuquinha (*Mezilaurus crassiramea*, Lauraceae): Planta arbustiva e reprodução por sementes. Planta daninha de difícil controle, conferida pela presença de folhas cerosas e limitada translocação de herbicidas.



Erva-de-rato, cafezinho (*Palicourea marcgravii,* Rubiaceae): Planta perene, arbustiva e reprodução por sementes. Apresenta toxicidade para mamíferos, podendo levar o gado à morte, em caso de ingestão. Devido a toxicidade, exige cuidados específicos em relação as medidas de controle.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Berneira, maria-mole: (*Senecio brasiliensis,* Asteraceae): Planta perene, ereta, herbácea, muito ramificada de 80-160 cm de altura. Nativa do Centro-Sul do Brasil. Propaga-se por sementes, com intensa floração amarela. Tóxica para bovinos e equinos, enquanto ovinos e caprinos raramente são atingidos. Seu controle químico é amplamente usado, não sendo um desafio aos herbicidas empregados em pastagens.

Fedegoso-branco (*Senna obtusifolia,* Fabaceae-Caesalpinioideae): Planta anual, subarbustiva, lenhosa, ereta, com forte cheiro nauseante, origem do nome vulgar "fedegoso". No Nordeste é conhecida como mata-pasto. Pode ocorrer em densas infestações que cobrem totalmente o pasto, impedindo a produção de forragem. Produz grande quantidade de sementes a cada ciclo.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Fedegoso-preto (*Senna occidentalis,* Fabaceae-Caesalpinioideae*)*: Planta anual, arbustiva, lenhosa, muito ramificada, de 1-2 m de altura. Nativa da América Tropical, propaga-se exclusivamente por sementes. Bastante frequente em pastagens, sendo considerada tóxica para animais domésticos em geral.

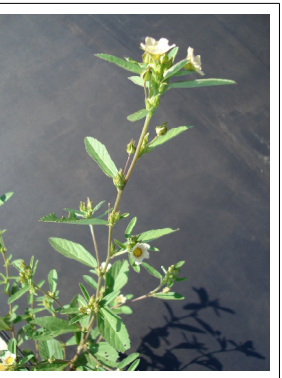
Malva-relógio (*Sida acuta* cv. *carpinifolia,* Malvaceae): Planta perene, subarbustiva, muito ramificada, de caule sublenhoso com casca fibrosa, de 30-70 cm de altura. Nativa do Brasil, ocorrendo em todo país, propaga-se por sementes. Folhas alternas de borda serreada, que se distribuem no mesmo plano ao longo do caule. Tóxica, sendo considerada de alto risco, principalmente para caprinos e ovinos, mas também com casos reportados de intoxicação em bovinos e equinos. Como planta tóxica é geralmente subestimada pelos pecuaristas. Dentre as guanxumas, é uma das que possuem maior dificuldade para o controle químico.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Malva-veludo, guanxumona: (*Sida cordifolia,* Malvaceae): Planta perene, subarbustiva, ereta, ramificada, densamente revestida de pubescência aveludada, de 60-140 cm de altura. Propaga-se apenas por sementes. Nativa da América Tropical. Bastante frequente em solos arenosos de todo Brasil, exceto na região Sul.

Guanxuma-branca (*Sida glaziovii,* Malvaceae): Planta perene, subarbustiva, com reprodução por sementes. Indiferente a sucessivas roçadas, rebrotando vigorosamente após o corte. Floresce entre fevereiro e março, quando se torna de difícil controle a herbicidas foliares. Seu caule possui pubescência esbranquiçada, de 30 a 90 cm de altura. Suas folhas também apresentam intensa pilosidade, dando um aspecto prateado muito característico.

IR PARA SUMÁRIO ▲



Guanxuma, vassourinha (*Sida rhombifolia,* Malvaceae): Planta anual ou perene, subarbustiva, ereta, de 30-80 cm de altura. Propaga-se por sementes, sendo frequente em solos cultivados ou não de todo país, infestando pastagens. Possui alta capacidade competitiva. Caracteriza-se pelas folhas não pilosas com borda lisa próxima ao pecíolo e serrilhada nas demais partes da borda.

Guanxuma, vassourinha (*Sida santarenmensis,* Malvaceae): Planta perene, subarbustiva, ereta, ramificada, de caule áspero ao tato e provido de duas pequenas protuberâncias pontiagudas de cada lado da inserção foliar. Suas folhas se distribuem em espiral ao longo dos ramos. Propaga-se por sementes, frequente em solos arenosos.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Lobeira, fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum,* Solananceae): Arbusto perene que pode atingir até 3,5 m de altura e troncos de 25-30 cm na base. Nas pastagens, onde recebe frequentes e ineficientes roçadas, raramente excede 2 m de altura. Seus frutos são alimento para a fauna, tendo inclusive importante ação vermífuga. Ampla distribuição por todo o Brasil.

Jurubeba (*Solanum paniculatum,* Solanaceae): Planta perene, arbustiva, ereta, ramificada, de caule pubescente e armado de acúleos curvos, com 1-2 m de altura. Propaga-se apenas por sementes, mas a planta é capaz de se regenerar a partir de rizomas, quando cortada. Originária das regiões Norte e Nordeste, encontra-se hoje distribuída nas pastagens de todo país. Seus frutos são apreciados como condimento e empregados na medicina caseira.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Joá-bravo, arrebenta-cavalo (*Solanum sisymbrifolium,* Solanaceae): Planta anual, herbácea ou subarbustiva, ereta, bastante ramificada, espinhenta, de caules com numerosos acúleos alaranjados, de 60-120 cm de altura. Propaga-se apenas por sementes. Hospedeira de patógenos de solanáceas cultivadas e seus frutos são tóxicos.

Joá-bravo (*Solanum viarum,* Solanaceae): Planta anual, herbácea, espinhenta, ereta ou decumbente, com 30-60 cm de altura, muito ramificada, de caule glanduloso-pubescente e armado de longos acúleos retos. Propaga-se apenas por sementes. Vegeta durante o período mais quente do ano, florescendo nos meses de dezembro a fevereiro. Suspeita-se que seus frutos sejam tóxicos para o rebanho em geral.

IR PARA SUMÁRIO

Erva-quente (*Spermacocce latifólia,* Rubiaceae): Planta anual, herbácea, prostrada ou ascendente, e caule tetragonal com os ângulos pubescentes, pouco ramificada, de 20-50 cm de comprimento, nativa do Brasil. Propaga-se exclusivamente por sementes. Pode ocorrer em altas infestações em pastagens, sendo que em alguns anos sua ocorrência é mais pronunciada, alternando com anos de menor pressão. Ocorre predominantemente em solos ácidos e pouco férteis.

Camboatá, cafezinho, pau-de-pombo (*Tapirira guianensis,* Anacardiaceae): Na vegetação nativa pode formar árvores de 3-10 m de altura, geralmente ramificada, copa densa, sempre verde. Nativa da flora do Cerrado. Indiferente a sucessivas roçadas, forma densa vegetação com grande poder de competição e comprometimento das pastagens. Suas folhas são lisas e cerosas. De difícil de controle químico, sendo possível apenas com aplicações localizadas, no toco ou basal.

Assa-peixe-branco (*Vernonia polyanthes,* Asteraceae): Planta perene, arbustiva ou arbórea, pouco ramificada, com folhas lanceoladas e pilosas e caule anguloso, pubescente e de coloração acinzentada. Suas inflorescências esbranquiçadas, exalam odor extremamente agradável. Produzem grande quantidade de sementes que se dispersam pelo vento,constituindo a única forma de reprodução.

Assa-peixe-roxo (*Vernonia westiniana,* Asteraceae): Planta perene, arbustiva, reprodução por sementes e rizomas, não ramificada, de caule angulado com pontos avermelhados, de 1-2 m de altura. Prefere solos arenosos, ácido e úmidos, formando grandes touceiras que rebrotam com facilidade após roçadas. Floresce a partir de abril, com floração altamente melífera, suas flores podem ser rosáceas ou brancas. Pode ser confundida com o assa-peixe-branco, mas se difere desta por suas folhas menores e mais coriáceas, com coloração avermelhada nas bordas de folhas novas.

Malva-branca (*Waltheria indica,* Malvaceae): Planta perene, herbácea, ereta, ramificada, fibrosa, com caule denso-pubescente, de 50-120 cm de altura. Propaga-se por sementes, infestando frequentemente pastagens de solos arenosos e ácidos. Espécie de fácil controle quando realizado antes do florescimento; porém, dificultado em estádios fenológicos mais avançados.

Vassourinha-de-botão (*Spermacocce verticillata,* Rubiaceae): Planta perene, herbácea, ereta, de caule ramificado com base lenhosa, com inflorescências globosas de flores brancas, de 30-60 cm de altura. Nativa do Continente Americano, ocorre distribuída em todo Brasil, principalmente nos estados do Norte e Centro-Oeste. Propaga-se por sementes. Indiferente a sucessivas roçadas, seu controle com tratamentos herbicidas é difícil, requerendo misturas de herbicidas de diferentes mecanismos de ação, como os mimetizadores auxínicos e inibidores da acetolactato sintase (ALS).

Ecofisiologia aplicada

A competição entre as plantas de uma comunidade é parte da ecologia dos vegetais. A competição entre as plantas tem início quando a demanda por um fator do meio está abaixo das demandas combinadas das plantas em convivência (CHRISTOFFOLETI *et al*., 2001). O grau de competição está diretamente ligado à composição da comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição), já que as espécies possuem habilidades competitivas distintas, a qual é dinâmica, alterando no decorrer dos anos, em função das técnicas de manejo adotadas. A competição entre plantas, também, sofre influência das condições edafoclimáticas da região (clima e solo), da espécie forrageira, uma vez que estas possuem diferentes características adaptativas, a qual pode ser potencializada ou reduzida em função da densidade de semeadura, espaçamento e manejo adotado.

O conhecimento dos períodos de interferência torna-se importante na tomada de decisão sobre o momento a ser adotada as técnicas de controle de plantas daninhas na implantação das pastagens. O intervalo do ciclo da forrageira que deve ser mantida na ausência de interferência de plantas daninhas para evitar perdas de produção é o período crítico de prevenção à interferência (PCPI). Antecedendo o início deste, há o período anterior à interferência (PAI), onde a forrageira pode conviver com as plantas daninhas, a partir da emergência, sem acarretar em perdas de rendimento de forragem. O período total de prevenção à interferência (PTPI) é aquele a partir da semeadura ou emergência que a forrageira deve ser mantida no limpo (PITELLI *et al*., 1984).

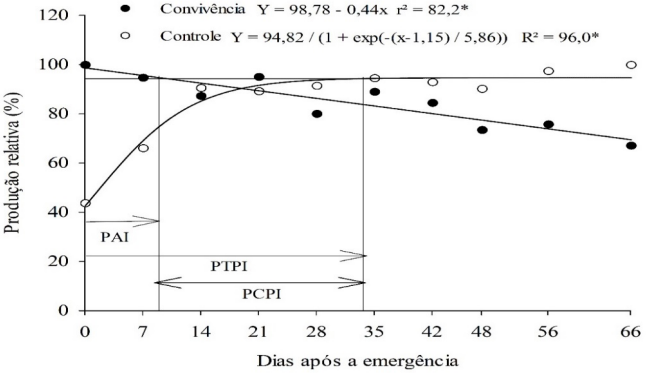
As espécies pertencentes ao gênero Urochloa possuem alta capacidade competitiva, porém o baixo nível tecnológico adotado no cultivo de pastagens promove perdas significativas de rendi-

mento, onde a competição é influenciada diretamente pela época e duração do período de convivência (SILVA *et al*., 2004; SEVERINO *et al*., 2006). Jakelaitis *et al*. (2010) pesquisando a competição de plantas daninhas no estabelecimento de *Urochloa brizantha* constataram que o PCPI foi compreendido entre os 9 e 26 dias após a emergência da forrageira, e que a interferência de plantas daninhas na implantação da forrageira influenciou também no potencial de rebrota do pasto, onde a recuperação da forrageira após o corte foi prejudicada devido à competição ocorrida na fase de estabelecimento. Logo, é importante o correto manejo de plantas daninhas na implantação da forrageira, para que a espécie tenha condições de se desenvolver e cobrir totalmente o solo, evitando espaços descobertos, que são a porta de entrada para novos fluxos de emergência de plantas infestantes.

Em Rio Verde, GO, na determinação dos períodos de interferência de uma comunidade de plantas daninhas, formadas principalmente por *Nicandra physaloides* (joa-de-capote) e *Alternanthera tenella* (apaga-fogo), na implantação de pastagem de *U. brizantha* cv Marandu, o PCPI encontrado situou-se entre 8 a 34 dias após a emergência (DAE) da forrageira (Figura 1). No caso da convivência desta comunidade infestante com a forrageira *Panicum maximum* cv Massai, o PCPI encontrado foi entre 11 a 49 DAE da forrageira (Figura 2). Dentro deste período, a convivência de plantas daninhas, de acordo com os modelos logísticos ajustados para ambos os grupos de convivência-controle, promoveu aos 31 DAE, 50% de queda na produção da forrageira quando se manteve o capim massai em convivência com as plantas daninhas. Ao contrário, quando se realizou o controle obteve-se 50% de aumento na produção forrageira em torno dos 14 DAE (Figura 2). A convivência destas plantas daninhas até os 66 DAE do capim-massai comprometeu mais de 90% do

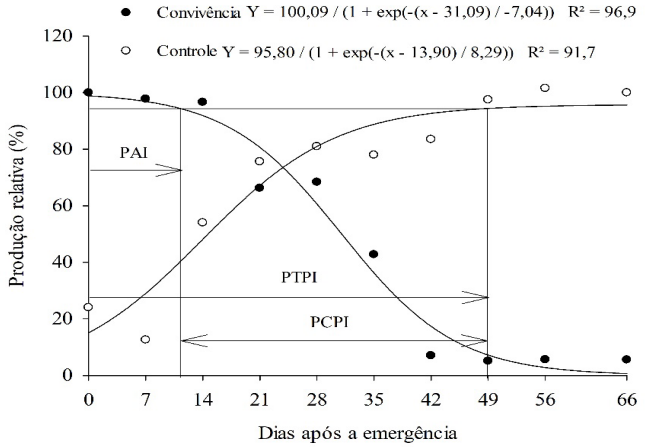
rendimento de forragem (Figura 2), afetou o perfilhamento e comprometeu à cobertura do solo pela forrageira (Figura 3).

Figura 1 - Produtividade relativa da forrageira *Urochloa brizantha* em resposta aos períodos de convivência e controle de plantas daninhas



Admitindo 5% de perdas o PAI foi de 8 dias, o PTPI de 34 dias e o PCPI entre 8 e 34 dias após a emergência da forrageira.

Figura 2 - Produtividade relativa da forrageira *Panicum maximum* cv



Massai em resposta aos períodos de convivência e controle de plantas daninhas. Admitindo 5% de perdas o PAI foi de 11 dias, o PTPI de 49 dias e o PCPI entre 11 e 49 dias após a emergência da forrageira.

Figura 3 - Parcelas de *Panicum maximum* cv Massai no limpo, sem convivência de plantas daninhas (A), convivendo com plantas daninhas (B) e aos 66 dias de convivência após a retirada da comunidade infestante (C). Rio Verde, GO.

(A)

(B)

(C)

Marchi *et al*. (2017) observaram que a presença de plantas daninhas reduziu a produção da forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu em 50% quando a convivência ocorreu durante os primeiros 15 DAE e de 70% aos 120 DAE, manifestando também reduções na altura das plantas, na matéria seca de folhas e colmos, no vigor de rebrote e no perfilhamento da forrageira, ressaltando que as medidas de controle devem tomadas duran-

te as primeiras duas semanas de emergência da forrageira, em uma comunidade de plantas daninhas composta predominantemente por *Hyptis suaveolens*, *Senna obtusifolia*, *Sida rhombifolia* e *Senna obtusifolia*.

As plantas daninhas em pastagens comprometem também a eficiência de pastejo, e como consequência, tem-se maior perda de forragem por senescência em razão da menor intensidade de desfolhação pelos animais, especialmente se estas possuírem estruturas que causam danos físicos aos animais. De acordo com Carvalho *et al*. (2016) plantas de Urochloa apresentaram maior densidade populacional de perfilhos com desfolhação e sem o meristema apical quando distantes da planta daninha, e em contrapartida, maior número de perfilhos sem desfolhação foram encontrados mais próximos da planta daninha, bem como perfilhos mais altos, o que está relacionado à ausência de pastejo e a busca por luz, na tentativa de evitar o sombreamento imposto pela planta daninha.

Em situações de sombreamento na base das plantas de espécies de Urochloa maior quantidade de assimilados é alocada para o crescimento dos perfilhos já existentes em detrimento do surgimento de novos perfilhos (Santos *et al*., 2010). Além disto, o maior porte da planta daninha em relação à planta forrageira pode ocasionar a morte dos perfilhos mais jovens e de menor tamanho, devido à competição por luz (MARTUSCELLO *et al*., 2009), gerando maior variabilidade espacial da vegetação.

Outros danos causados por plantas daninhas são a intoxicação de animais por plantas tóxicas, como *Palicourea marcgravii* (erva-de-rato), ferimento nos animais, redução na qualidade do leite, favorecimento da degradação do solo e criação de ambientes favoráveis ao desenvolvimento de parasitas externos (VICTORIA FILHO *et al*., 2014) e abrigo para animais peçonhentos.

Geralmente, as plantas daninhas anuais crescem mais rapidamente do que as perenes, apresentando maior potencial competitivo para suprimir à forrageira e, assim, a existência de espécies daninhas anuais e perenes nas pastagens potencializa a interferência. A frutificação das plantas daninhas de rápida ocupação das áreas colabora para o aumento do banco de sementes no solo e para a ocorrência de surtos de infestação mais agressivos, influenciando na dinâmica populacional da comunidade infestante ao longo dos anos (RENNE *et al*., 2013). Assim, esta tendência está diretamente relacionada com o manejo passado e presente da pastagem e a adoção de técnicas de controle de plantas daninhas no momento adequado torna-se imperativo, para reduzir os surtos de infestação nos anos seguintes, evitando reduzir o tamanho e a diversificação do banco de sementes no solo, e, por conseguinte, o potencial de infestação. O potencial reprodutivo, a proliferação, a disseminação e a dormência torna o manejo de plantas daninhas complexo, assim, a utilização exclusiva de um método de controle dificilmente será eficiente (MODESTO JÚNIOR *et al*., 2001).

No controle de plantas daninhas são adotadas técnicas agronômicas que visam minimizar a competição das forrageiras com as plantas daninhas, com intuito de evitar prejuízo econômico à atividade pecuária, almejando a recuperação e a manutenção do vigor da pastagem.

IR PARA SUMÁRIO ▲

4. MEDIDAS DE CONTROLE

Implantação das pastagens e o controle cultural

A prevenção de uma potencial infestação é um dos aspectos mais importantes e que embasam a primeira etapa do manejo de plantas daninhas em pastagens. Uma pastagem bem implantada, cujo pecuarista empregue os conhecimentos empíricos e técnicos para deixar a pastagem bem conduzida (adubação e condução), já cria barreiras ao estabelecimento de plantas daninhas como invasoras (Dias-Filho, 2011). Isto decorre do fato, de que a própria pastagem exerce o controle cultural sobre as plantas daninhas, caso não haja solo desnudo e o manejo de entrada e de saída dos animais na área ocorra de acordo com a espécie forrageira, de modo a evitar problemas com sub ou pastejo excessivo.

No planejamento prévio da área, onde a pastagem será implantada deve-se levar em consideração os recursos potenciais do pecuarista e seus objetivos empresariais com a atividade (KICHEL, 1977; VILELA, 2011). O preparo do solo, caso existam necessidades de topografia para serem corrigidas no relevo, pode exigir até seis meses para sua finalização, dependendo do período do ano (estação das águas ou das secas), no qual se iniciará as atividades. Após o preparo do solo, a correção da acidez e dos níveis de nutrientes do solo são necessárias e deve se basear em rigorosa amostragem e análise do solo. Nestes casos, recomenda-se amostragens da camada de 0-20 cm e 20-40 cm para melhor compreensão da necessidade de adubação, calagem e gessagem a ser realizada na área (RAIJ *et al*., 1997; SANTOS *et al*., 2010), de modo que, as características químicas do solo proporcionem as melhores condições ao bom enraizamento e estabelecimento da forrageira, aumentando sua capacidade competitiva com a comunidade infestante.

A próxima etapa é a implantação do pasto, escolhendo-se para isto um material forrageiro que seja adequado para o nível tecnológico, clima e tipo de exploração escolhida (LOPES *et al*., 2009). Solos mais arenosos e com menor fertilidade natural exigem maior cuidado com a qualidade da semente e com o tipo de tecnologia empregado em sua conservação. Sementes peletizadas apresentam uma série de vantagens pois permitem maior chance de sucesso na germinação da forrageira (BAUDET; PERES, 2004). Ademais, cada material forrageiro possui densidade de semeadura específica e que impactará no estabelecimento da pastagem (SILVA, 2004).

Baixas densidades de semeadura contribuem para a formação de touceiras espaçadas de capim, o que aumentará a luminosidade no solo, favorecendo a ocupação de plantas daninhas e maior matocompetição. No caso de superdimensionamento na densidade de sementes de capim, pode haver competição intraespecífica, reduzindo a luminosidade necessária para o crescimento da forrageira, estiolando a pastagem. Com isto, pode acarretar o florescimento precoce das plantas, além de prejudicar o perfilhamento e a relação folha: colmo da gramínea forrageira, diminuindo por consequência seu valor nutricional e a longevidade da pastagem.

No momento de realização do primeiro pastejo, que geralmente ocorre quando as plantas de capim estão bem fixadas ao solo e com altura satisfatória para o gado se alimentar, deve-se respeitar a recomendação técnica de cada material escolhido, tanto para iniciar o pastejo, quanto para remover os animais da área (CUNHA, 2014). Geralmente o momento adequado de pastejo, situa-se no pré-florescimento da forrageira e deve-se fornecer acesso uniforme ao gado para evitar depreciação local de

algum ponto da pastagem (FERREIRA *et al*., 2013) e com isto favorecer a ocorrência de plantas daninhas.

Finalizada a etapa de pastejo, recomenda-se a adubação de reposição do pasto, geralmente com nitrogênio e potássio. Após a adubação deve-se evitar o acesso dos animais ao pasto, respeitando-se o período exigido por cada material para crescimento e liberação ao novo pastejo. A área deve ser sempre visitada por um representante técnico para verificação de possíveis infestações de plantas daninhas, e se necessário, proceder com as intervenções.

5. CONTROLE MECÂNICO

O objetivo do controle mecânico é a remoção física da planta daninha, ou de alguma de suas partes, por meio de capinas, machados, foices, arranquio manual, ou mecânico com roçadeira (SHELEY *et al*., 1999; SHELEY *et al*., 1998; PELLEGRINI *et al*., 2007) (Figura 4 e 5). Esse tipo de controle utilizado nas pastagens é uma das formas mais antigas de manejo das plantas daninhas.

Figura 4 - Roçadeiras usadas em pastagens

IR PARA SUMÁRIO

Figura 5 - Roçada manual e com roçadeira manual motorizada

O controle mecânico apresenta os melhores resultados quando realizado na época seca do ano, em decorrência de dificuldades operacionais para realizar o trabalho com máquinas na estação chuvosa (FOSTER, 1991; FLECK, 1992), além de causar menores prejuízos à pastagem e da ineficiência de controle para algumas espécies daninhas de propagação vegetativa. Entre as principais vantagens são a possibilidade de catação, preservando algumas espécies arbóreas de interesse do pecuarista e a remoção de plantas daninhas adultas, prevenindo-se novas infestações pela redução do abastecimento do banco de sementes no solo.

O controle mecânico pode ser realizado por profissionais treinados, que podem eliminar muitas plantas invasoras por dia, porém é uma operação lenta e trabalhosa. Para algumas espécies, o controle mecânico é eficiente para evitar rebrotes. Neste caso, como desvantagem, o tempo necessário para realizar operações mecânicas geralmente é superior ao tempo utilizado para realização do controle químico (Silva *et al*., 1999).

Para algumas plantas daninhas que possuem facilidade de enraizamento e vários fluxos de produção de sementes durante o ano (Vargas & Roman, 2006), a eficiência do controle mecânico pode ser comprometida. Neste caso, a utilização do equipamento correto é fundamental para se evitar a rebrota, caso a planta daninha permaneça com suas estruturas de reserva viáveis,

ou com seu sistema radicular apto à sobrevivência. Plantas que produzem estolões e rizomas podem ser espalhadas na área, se o equipamento selecionado proporcionar a fragmentação e a dispersão dessas estruturas vegetativas na pastagem (HOLM, 1977; BIELINSKI *et al*., 1997).

O controle mecânico, dependendo do equipamento, pode prejudicar as raízes do capim e favorecer o processo de erosão do solo, como acontece com o uso de "mata-brotos" (Figura 6). Este equipamento consiste de um subsolador que trabalha a uma dada profundidade, que pode variar de 20 a 40 cm, e age desestruturando as raízes das plantas daninhas, principalmente as arbustivas, lenhosas ou semi lenhosas. Essa operação exige que o solo esteja úmido para não comprometer as plantas forrageiras de interesse, e permitir sua recuperação. Todavia, o efeito do controle na pastagem é de curto prazo, cuja infestação original pode retornar em no máximo um a dois anos após seu uso, principalmente quando a pastagem encontra-se infestada por plantas como a ciganinha (*Memora peregrina*), que após a fragmentação do sistema radicular gera novas plantas.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 6 - Subsolador “mata-broto”

A aplicação do controle mecânico como único meio de controle de plantas daninhas em pastagens tem se mostrado ineficiente, em áreas onde o pastejo não é adequadamente manejado (PEREIRA *et al*., 2000). Nessas condições, a redução do sombreamento do solo, nas falhas de capim proporciona condição favorável para as plantas daninhas se estabelecerem e a roçada pode favorecer o domínio dessas plantas sobre o capim, e consequentemente, causar o declínio do rendimento da pastagem (MASCARENHAS *et al*., 1999; PEREIRA *et al*., 2000). No Brasil, o controle mecânico tem sido utilizado em áreas de difícil acesso para outros meios de controle, em pequenas propriedades, ou mesmo, como parte complementar do controle químico.

A roçada, principalmente a mecânica, apresenta ainda um outro fator indesejável, decorrente da posterior decomposição do material fresco cortado, exposto na superfície do solo, que para se estabilizar como matéria orgânica demanda nitrogênio nos processos microbianos de decomposição, competindo assim com a pastagem. Segundo Berg & McClaugherty (2003) são

necessários vinte quilos de nitrogênio para decomposição de uma tonelada de matéria fresca.

6. Controle químico

O controle químico, por meio de herbicidas, tem sido uma das formas de controle mais empregadas em pastagens. Isso se deve à facilidade de aplicação, elevado rendimento operacional, eficiência no controle de espécies perenes de propagação vegetativa e possibilidade de aplicação durante a estação chuvosa, onde o uso do controle mecânico pode ser muito difícil e ineficaz (PELLEGRINi *et al*., 2007; OLIVEIRA; WENDLING, 2013; VARGAS; ROMAN, 2006). Como desvantagem deste método pode-se citar a necessidade de conhecimento das interações entre os herbicidas e a necessidade de equipamentos de aplicação e de proteção adequados às operações (VARGAS; ROMAN, 2006). Assim, para que o controle químico seja eficiente, consultar técnico especializado e utilizar os produtos registrados para pastagens, bem como, os equipamentos de proteção individual se fazem necessários (FONTES *et al*., 2011).

Em relação ao controle mecânico, o controle químico, dependendo do herbicida utilizado, pode atuar sistemicamente atingindo todas as regiões axiais e meristemáticas, promovendo controle mais eficiente de plantas daninhas (PELLEGRINI *et al*., 2007). Neste caso, o sucesso do controle químico está diretamente relacionado ao conhecimento da espécie infestante, da melhor época e estádio fenológico para se realizar o controle e da aplicação dos herbicidas em condições climáticas adequadas (DITOMASO *et al*., 1999; DITOMASO *et al*., 2000).

Os herbicidas são essencialmente moléculas sintéticas que atuam de diversas formas no metabolismo vegetal para promover o efeito de controle desejado. Assim, observa-se que a es-

trutura e a arquitetura foliar, bem como, a densidade de plantas daninhas na pastagem podem interferir no resultado esperado de controle. Espécies conhecidas em pastagens como "plantas duras" apresentam maior dificuldade de controle devido às suas características morfológicas e anatômicas. Entender sobre o aspecto coriáceo e de cerosidade das folhas, auxilia na determinação de qual estratégia será utilizada para controlar tais espécies, que em geral, possuem dificuldade à absorção foliar de herbicidas (OLIVEIRA; WENDLING, 2013).

As pastagens podem ser avaliadas também sobre a ótica de análise econômica e agronômica, entre se realizar as operações de recuperação ou de renovação do pasto (KICHEL, 2011). Há situações, onde existe a possibilidade de se preservar o capim e conseguir por meio de práticas de manejo reestabelecer a produtividade econômica da pastagem, define-se sua recuperação ou manutenção e o manejo das plantas daninhas é ferramenta essencial. Nesses casos, o controle químico é uma das estratégias mais utilizadas, pois evita o revolvimento do solo. Porém, em alguns casos a densidade de plantas daninhas na pastagem é demasiadamente elevada e podem existir outros fatores que estejam limitando a produtividade, exigindo uma intervenção total no sistema. Nestes casos, define-se pela renovação das pastagens e muitas vezes, o controle químico é utilizado em conjunto com o controle mecânico na implantação de uma nova pastagem.

Dependendo do estágio de degradação da pastagem decorrente da infestação por plantas daninhas, e de seu tempo de implantação, pode-se classificar em três níveis a estratégia de intervenção com herbicidas e outros insumos.

a) Implantação/Reforma:

Ocorre logo após a semeadura da nova pastagem. As plantas daninhas são geralmente provenientes de sementes e são de fácil controle químico. As plantas forrageiras estão em início de estabelecimento, pouco perfilhadas, porte pequeno e altamente susceptíveis à competição com as plantas daninhas. A intervenção deve ocorrer o mais precocemente possível, geralmente entre 30 até 75-90 dias após a semeadura, de modo a não prejudicar o desenvolvimento e estabelecimento da forrageira, para que não ocorra redução significativa na produtividade (Figuras 1, 2 e 3). A convivência de plantas daninhas nesse período gera plantas forrageiras estioladas, touceiras pouco perfilhadas, de enraizamento fraco e que intensificará o problema futuro no combate das plantas daninhas, uma vez que, estas atingirão à maturidade, enriquecendo o banco de sementes do solo, e se estabelecendo de modo persistente.

b) Manutenção

Nesta fase, a pastagem se encontra estabelecida e diversos ciclos de pastejo já ocorreram na área. Dependendo do bioma, relevo e fertilidade do solo, as infestações de plantas daninhas variam quanto ao tipo, em reboleiras ou distribuídas em áreas maiores, por plantas anuais ou perenes, herbáceas, arbustivas, arbóreas ou de infestação mista. Algumas vezes, se faz necessário a correção da fertilidade do solo por meio de calagem e/ou adubação para favorecer a capacidade competitiva do capim. O controle de plantas daninhas na fase de manutenção é essencial para a preservação da produtividade e prolongamento da vida útil da pastagem, que pode atingir décadas, antes de sua renovação. A estratégia de controle químico de plantas daninhas vai depender de uma série de fatores como: tamanho da área, relevo,

nível tecnológico da atividade pecuária, espécies invasoras predominantes e nocivas e outras de importância secundária, tipo de vegetação, área foliar, características morfológicas e hábito de crescimento das plantas daninha, nível de infestação e época do ano, entre outras. Desta prescrição, que normalmente é recomendada que seja feita por técnico habilitado e experiente, se determinará qual produto utilizar, a dose e o modo de aplicação (no toco, basal ou foliar), localizada ou em área total, bem como o tipo de equipamento: costal manual, tratorizado ou aéreo.

c) Recuperação

Nesta fase, as áreas se encontram com elevado grau de degradação, onde não só as plantas daninhas são problemas, mas também o baixo estande da planta forrageira, a baixa fertilidade do solo, a presença de erosão e de compactação do solo, além da ocorrência de pragas, como cupins e formigas. Áreas com esta descrição normalmente são encaradas pelo pecuarista como candidatas à reforma. Contudo, havendo população adequada de gramíneas forrageiras na área, a recuperação da pastagem é a mais indicada, por ser bem mais econômica que a reforma. Ademais, restabelece a pastagem para ciclos normais de pastejo de modo muito mais rápido, não requerendo mais que sessenta dias de vedação, para que as plantas daninhas sejam controladas e a forrageira estabelecida. No caso da reforma, a pastagem requer um período em torno de quatro a seis meses, sem pastejo.

IR PARA SUMÁRIO ▲

7. MODALIDADES DE APLICAÇÃO DE HERBICIDAS EM PASTAGENS

7.1 - Aplicações foliares

Nas aplicações foliares, a calda herbicida é pulverizada na forma de spray sobre as folhas e a parte aérea das plantas daninhas presentes na pastagem. Após a avaliação técnica da área, observando-se a distribuição de espécies e a densidade de plantas daninhas pode ser utilizada em área total, ou aplicação dirigida (catação com pulverizador costal ou com trator com lanças de aplicação acoplada) na pastagem. A aplicação localizada, dirigida planta a planta, é mais eficaz quando comparada à aplicação em área total, uma vez que, a planta tratada recebe mais calda, e consequentemente, mais herbicida isoladamente.

O nível de infestação também é decisivo na escolha do método de aplicação. Caso a população de plantas a serem tratadas na área seja muito grande, a quantidade de produto e tempo que demanda na modalidade costal passa a ser maior e mais onerosa que na aplicação em área total. De modo geral, áreas com infestação acima de 25 a 30%, a aplicação em área total se torna mais econômica.

Outro fator a ser considerado na escolha entre as modalidades de aplicação localizada e em área total refere-se ao alvo a ser controlado. Algumas plantas são efetivamente controladas em aplicação localizada, e não são controladas eficazmente, com tratamentos químicos aplicados em área total. Estes alvos são definidos como “plantas duras”, ou de difícil controle, como observado para o camboatá (*Tapirira guianensis*) e o araticum-miúdo (*Duguetia furfuracea*), que são plantas infestante típicas da região dos Cerrados, que são controladas na modalidade costal (Figura 7), e não em aplicações em área total, tratorizada ou aérea.

Figura 7 - Aplicação foliar costal localizada

Na aplicação foliar, a barreira de entrada do produto na planta é a cutícula foliar, uma estrutura existente para preservar a hidratação da folha, predominantemente constituída de ceras e lipídios, ou seja, de compostos apolares, hidro-repelentes. Assim, se a cutícula foliar evita a perda de água da planta, por outro lado, dificulta a absorção de herbicidas. A diversidade de espécies de plantas daninhas de pastagens também leva a uma variedade de características das cutículas foliares, sendo algumas pilosas, outras ásperas e coriáceas, ou ainda, extremamente lisas e cerosas, o que reforça a necessidade de que técnicas específicas sejam observadas na aplicação foliar de herbicidas. Dentre estas, a avaliação da atividade metabólica da planta daninha, constando preferencialmente de pleno vigor vegetativo, antecedendo à floração. Isso reflete em intenso fluxo de fotoassimilados que promove melhor distribuição do herbicida dentro da planta.

Fatores ambientais também favorecem à penetração de herbicidas, como realizar as aplicações com temperaturas entre 15 e 30ºC, umidade relativa do ar superior a 50% e não ocorrência de chuvas após a aplicação, exigindo em alguns casos, mais de quatro horas de intervalo entre aplicação e a ocorrência de chuvas, para que a performance do herbicida não seja afetada.

O uso de adjuvantes normalmente é recomendado nas aplicações foliares em pastagens, dada a diversidade de condições ambientais e de vegetação. Em alguns casos, os adjuvantes não iônicos já proporcionam melhoria nas aplicações foliares, e em outras, se faz necessário o uso de óleos minerais ou vegetais, que melhor interagem a calda com a cera da cutícula, promovendo melhor penetração de herbicidas. Principalmente, tratando-se das "plantas duras", ou plantas com estruturas foliares que apresentam barreiras complexas.

O encharcamento do solo também prejudica a movimentação de herbicidas na planta, principalmente considerando o fluxo descendente, das folhas para as raízes. Caso isto ocorra, deve-se aguardar a drenagem do solo para que a aplicação foliar seja realizada e se obtenha o controle desejado.

7.2 - Aplicações aéreas

A aplicação aérea, utilizando aeronaves (Figura 8/9), possibilita o controle de plantas daninhas em grandes áreas, com eficiência e agilidade. Podem ser utilizados helicópteros ou aviões, sendo esses últimos, os mais frequentemente empregados. Os aviões demandam pistas próximas às pastagens e demoram um pouco mais nas manobras, enquanto que os helicópteros são mais ágeis nas manobras e pousam normalmente em plataformas instaladas nos caminhões, que dão suporte à equipe de aplicação, além de atuarem bem em relevos mais acidentados.

Figura 8/9 - Pulverização aérea com avião e helicóptero

A aplicação aérea de herbicidas em pastagens é uma prática empregada desde a década de 1970. É uma técnica criteriosamente regulamentada e utilizada visando eliminar quaisquer problemas decorrentes de fatores climáticos e ambientais, que possam originar deposição em áreas não alvo por meio de deriva. Os principais fatores avaliados durante a aplicação aérea são: a velocidade do vento superior a 2 $km.h^{-1}$ e inferior a 10 $km\ h^{-1}$; umidade relativa do ar mínima de 55%; temperatura do ar inferior a 30ºC; não ocorrência de inversão térmica, onde a camada inferior impede a deposição das gotas pulverizadas; e altura de voo, em função de obstáculos presentes na área, como linhas de transmissão elétrica, árvores, ou troncos secos remanescentes, denominados “paliteiros” na região Norte do país.

Nas pulverizações aéreas de herbicidas em pastagens também são necessários o acompanhamento de técnicos habilitados e qualificados durante todo o processo de aplicação. A altura de voo na pulverização aérea em pastagens normalmente é maior do que a utilizada na agricultura (5 a 7 m da cultura), situando-se entre 10 m até 30-35 m de altura, e da mesma forma, a taxa de aplicação, ou volume de calda aplicado também é maior, necessitando-se entre 30 e 50 L. ha^{-1}, comparados aos 10 L. a^{-1} ou menos gastos nas pulverizações aéreas em culturas. Desta

forma, com o aumento das taxas de aplicação e maiores alturas de voo empregados em pastagens, demandam-se tecnologia de aplicação específica, principalmente em relação as pontas de pulverização e ângulos de barra para esse ambiente.

O benefício decorrente da velocidade da aplicação aérea se dá pelo tratamento químico de extensas áreas, quando as plantas daninhas se encontram no estágio recomendado de maior susceptibilidade ao herbicida, que aliada à época do ano, pode proporcionar melhor retorno em produtividade da pastagem. Isso pode ser observado nas pulverizações realizadas no início do período chuvoso, podendo a planta forrageira se beneficiar da época de maior umidade, luminosidade e temperatura, sem a convivência com plantas daninhas.

7.3 - Aplicações tratorizadas

Pulverizadores de barra

A aplicação de herbicidas utilizando tratores com pulverizadores equipados com barra pode melhorar a agilidade e a eficiência no controle de plantas daninhas em pastagens, principalmente em áreas médias e extensas. Equipamentos específicos foram desenvolvidos no Brasil ao longo dos anos, visando atender às peculiaridades das pastagens, uma vez que, barras longas e baixas como as utilizadas na agricultura, não são factíveis em ambientes, onde predominam galhadas, montículos de cupins, árvores, tocos remanescentes, entre outros obstáculos aos pulverizadores tratorizados.

O primeiro equipamento específico para pulverização tratorizada em pastagens foi produzido pela Jacto, com o nome de CondorPec. Equipado com uma barra de pouco mais de 6 m, dividida em duas sessões e utilizando apenas três pontas de pulverização defletoras Fieldjet KLC, sendo duas maiores nas extremidades

(KLC 18 ou 9) e uma no centro da barra (KLC 9 ou 5), proporcionava uma faixa de aplicação de 10 a 12 m, com taxa de aplicação entre 250 a 350 L ha^{-1} (Figura 10). Este equipamento foi melhorado a partir do ano 2000, para uma barra de apenas 2 m, praticamente a largura do trator, sendo equipado com pontas XT nas extremidades da barra, mais duas pontas jato leque para cobrir o centro da barra atrás do trator, cobrindo uma faixa aplicada de 10 m de largura. Como era derivado do CondorPec, ficou conhecido como CondorPec BC (barra curta) (Figura 10).

Atualmente diversos fabricantes produzem pulverizadores com esse mesmo conceito com suas marcas próprias. Dependendo da combinação das pontas empregadas, pode-se aplicar de 150 a 300 L ha^{-1} de calda.

Figura 10 - Pulverizadores tratorizados de barra: barra de 6 m (CondorPec) (A) e barra de 2 m (CondorPec BC) (B)

(A)

(B)

7.4 - Pulverizador com turbina de fluxo de ar (Jatão)

A aplicação de herbicidas utilizando pulverizadores com turbinas de fluxo de ar acopladas (Figura 11), permite adequada aplicação em profundidade, muitas vezes necessária em áreas de difícil acesso do trator, como relevos acidentados, ou indicados para aplicações de herbicidas em reboleiras. Esse equipamento exige observação acurada da direção do vento para ade-

quada cobertura das plantas daninhas e cuidados para se evitar a deriva, uma vez que, muitas gotículas de pequeno tamanho são geradas e com o fluxo de ar intenso, as mesmas podem ser arremessadas a distâncias superiores a 12m.

Figura 11 - Pulverizador tratorizado de fluxo de ar (Jatão)

7. 5 - Aplicação no toco

A aplicação no toco (Figura 12) é recomendada para plantas daninhas de difícil controle que não são controladas em pulverizações foliares. Trata-se da aplicação no toco remanescente, após o corte da planta. O tronco deve ser cortado próximo ao nível do solo e a aplicação da calda herbicida deve ser realizada no menor espaço de tempo após o corte. Essa técnica pode ser empregada durante o ano todo, e juntamente com a aplicação basal e no solo, são as únicas modalidades de controle químico possíveis durante o período seco do ano.

Figura 12 - Aplicação de produto no toco após o corte

O corte das plantas pode ser realizado com machado, foice, motosserra, enxadão ou, em alguns casos, roçadeira. Para que o herbicida penetre melhor no toco remanescente podem ser realizados cortes, ou rachaduras no tronco, aumentando assim a área de exposição dos vasos lenhosos, melhorando a absorção do herbicida na planta, e consequentemente, a eficiência de controle. A calda herbicida deve ser aplicada com pulverizador costal, dotado de ponta que gere jato único direcionado, molhando bem o toco e permitindo que a calda escorra até o solo; uma vez que, o herbicida é absorvido também pelo sistema radicular. O uso de pincel ou esponjas não é recomendado devido ao molhamento e quantidade de produto aplicado serem insuficientes para proporcionar controle adequado.

Para facilitar a marcação das plantas daninhas que já receberam o tratamento químico, o pecuarista pode optar por formulações de herbicidas que contenham corante, ou que adicione corante, caso a formulação não o contenha, o que facilita a sua execução, assim como a avaliação do controle de qualidade da aplicação.

O treinamento da mão-de-obra também se faz necessária para que o trabalho seja efetuado em duplas ou trios, onde uma pessoa corta as plantas e outra aplica o herbicida nos tocos; ou

duas pessoas roçam e outra aplica, quando as infestações são maiores. Causas de insucesso nessa técnica são decorrentes da não localização da planta cortada por parte do aplicador. A planta não tratada representará falhas no controle das plantas roçadas, e a proximidade entre cortadores e aplicadores resultará em menor risco de se deixar plantas sem receber tratamento.

Normalmente a calda herbicida para aplicação no toco utiliza apenas água como diluente. As formulações contendo exclusivamente o herbicida picloram, muito recomendadas nessa técnica, não são solúveis em óleo.

8. APLICAÇÃO BASAL

A aplicação na base do tronco é realizada por meio da aplicação no caule, sem roçada (Figura 13). Neste caso, o controle químico com a calda herbicida é aplicado com auxílio de um pulverizador costal, também equipado com ponta com jato único direcionado, na proporção de um terço, ou na metade da altura do caule, dependendo da altura da planta. A aplicação é efetuada em toda a volta do tronco, e em todos os caules, caso ocorra mais de um caule na planta a ser controlada.

Figura 13 - Aplicação basal de herbicidas em plantas lenhosas sem corte

Em alguns casos podem ser realizados previamente fissuras no tronco, denominada raqueamento (Figura 14), com ferramenta cortante para facilitar a absorção do herbicida no tecido da planta.

Figura 14 - Raqueamento da casca do tronco

Na aplicação basal, a barreira de entrada do produto na planta é a casca do tronco, constituído de tecido altamente lignificado, muitas vezes como uma cortiça, espesso e resistente. Assim, para que essa penetração ocorra o herbicida não pode ser diluído em água, pois os mecanismos de defesa da planta impedem essa penetração. Desta forma, deve-se utilizar solvente orgânico na calda, que pode ser óleo diesel (mais usado), querosene, óleo queimado, ou a mistura destes. Os herbicidas indicados para esta modalidade de aplicação são o triclopir ou a mistura de picloram + triclopir.

9. APLICAÇÃO NO SOLO

A aplicação de herbicidas no solo (Figura 15) exige que as plantas daninhas não estejam estressadas por condições ambientais adversas, como seca, ou que foram submetidas previamente ao controle mecânico ou químico. Os herbicidas, granulados ou não, são aplicados ao redor da planta daninha, sobre o solo, os quais após disponível na solução do solo é absorvido pela planta daninha e transportado do sistema radicular para parte aérea.

O principal ingrediente ativo usado é o tebutiurom, que possui absorção essencialmente radicular e movimentação ascendente (apoplástica). Age interferindo no processo fotossintético, ao nível do fotossistema II, promovendo amarelecimento e queda das folhas, morte de meristemas, e posteriormente, secamento e morte da planta.

Figura 15 - Aplicação de herbicidas peletizados no solo

IR PARA SUMÁRIO

10. INGREDIENTES ATIVOS UTILIZADOS EM PASTAGENS

Na Tabela 1 são apresentados os produtos e ingredientes ativos registrados para o controle de plantas daninhas em pastagens. Basicamente, pode-se diferenciar entre produtos seletivos e não seletivos às gramíneas forrageiras. São seletivos às gramíneas e recomendados para o controle de plantas daninhas dicotiledôneas, os ingredientes ativos do grupo dos mimetizadores auxínicos: 2,4-D, picloram, triclopir, fluroxipir e aminopiralide e suas misturas; e os inibidores da Protox: carfentrazona-etílica e saflufenacil.

Também são seletivos às gramíneas forrageiras, os ingredientes ativos inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS): metsulfurom e a mistura de imazapique + imazapir, direcionado para o controle de gramíneas invasoras de pastagens, como o capim-navalhão (*Paspalum urvillei*). Do grupo dos inibidores do fotossistema II, o herbicida tebutiurom controla gramíneas quando aplicado em pré-emergência, mas são seletivos às gramíneas em aplicações em pós emergência, e especificamente em pastagens é aplicado o produto peletizado no solo para controle de plantas lenhosas.

O mecanismo de ação inibidores da 5-enolpiruvato-chiquimato-3-fosfato sintase (EPSP) representado exclusivamente pelo glifosato, na forma de diversos sais, é um herbicida de amplo espectro de ação, não seletivo às gramíneas forrageiras, direcionado apenas para aplicações localizadas das plantas registradas.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 1 - Herbicidas recomendados para pastagens conforme mecanismo de ação, marca comercial, empresa detentora do registro e modalidade de aplicação registrado em bula

Ingrediente ativo (g i.a. L^{-1} / g i.a. Kg^{-1})	**Produto comercial**	**Companhia titular do registro**	**Modalidade de aplicação***
Grupo HRAC: B - Inibidores da ALS			
Metsulfurom (600)	Ally	Du Pont	Aérea e terrestre
	Accurate	FMC	Aérea e terrestre
	Rometsol 600 WG	Rotam	Aérea e terrestre
	Metsuram 600 WG		
	Nufuron	Nufarm	Aérea e terrestre
	Zartan	UPL	Aérea e terrestre
Imazapique + Imazapir (175 + 525)	Kifix	Basf	Aérea e terrestre
Grupo HRAC: C2 - Inibidores do fotossistema II			
Tebutiurom (100)	Lava 100	Volcano	Terrestre
Grupo HRAC: E - Inibidores da Protox			
Saflufenacil (700)	Heat	Basf	Aérea e terrestre
Carfentrazona (400)	Spotlight	FMC	Aérea e terrestre
Grupo HRAC: H - Inibidor da EPSP's			

IR PARA SUMÁRIO ▲

Ingrediente ativo (g i.a. L^{-1} / g i.a. Kg^{-1})	Produto comercial	Companhia titular do registro	Modalidade de aplicação*
Glifosato Sal de Isopropilamina (480)	Gliz Plus	Dow AgroSciences	Terrestre
	Gliz 480 SL		
	Roundup Original	Monsanto	Aérea e terrestre
	Rustler WG		
	Credit	Nufarm	Terrestre
	Credit 480		
	Glifosato Nuf BR		
	Nufosate	Nufarm	Aérea e terrestre
	Glifosato Nortox SL	Nortox	Terrestre
	Glifosato Nortox 480 BR		
	Glifosato Nortox 480 SL		
	Glifosato 480 Agripec		
	Glyox		
	Glifosato Atar 48	Albaugh Agro	Aérea e terrestre
	Glifosato Zamba		
	Ronat-A		
	Shadow		
	Pretorian		
	Glifoxin	Helm	Aérea e terrestre
	Glifós	Cheminova	Terrestre
	Glister	Sinon	Terrestre
	Astral	Prentiss	Terrestre
	Pocco 480 SL	Prentiss	Aérea e terrestre
	Glif - All	Alamos	Aérea e terrestre
	Glifosato Alta 480 SL	Alta	Aérea e terrestre
	Glifosato Fersol 480	Ameribrás	Aérea e terrestre
	Glifosato IPA 480 Rainbow	Rainbow	Aérea e terrestre
	Trop SL	Adama	Aérea e terrestre
	Potensato	Stockton-Agrimor	Terrestre
Glifosato Sal de Isopropilamina (600)	Glifos Plus	FMC	Terrestre

Ingrediente ativo (g i.a. L^{-1} / g i.a. Kg^{-1})	**Produto comercial**	**Companhia titular do registro**	**Modalidade de aplicação***
Glifosato Sal de Dimetilamina (608)	Glizmax Prime	Dow AgroSciences	Aérea e terrestre
Glifosato Sal de Amônio (715)	Roundup Ultra	Monsanto	Aérea e terrestre
Glifosato Sal de Amônio (792,5)	Roundup WG	Monsanto	Aérea e terrestre
	Stinger WG		
	Direct		
	Fusta WG		
	Soldier	Rainbow	Aérea e terrestre
	Ridover		
	Glifosato 720 WG Nortox	Nortox	Aérea e terrestre
	Gli-Up 720 WG	Cropchem	Terrestre
	Nufosate WG	Nufarm	Aérea e terrestre
	Tupan 720 WG	Cropchem Ltda	Aérea e terrestre
	Zafera	ALTA	Aérea e terrestre
Glifosato Sal de Isopropilamina + Glifosato Sal de Potássio (400,8 + 297,8)	Glifosato High Load	Nufarm	Aérea e terrestre
	Glifoready		
Grupo HRAC: O - Mimetizadores de auxina			

IR PARA SUMÁRIO ▲

Ingrediente ativo (g i.a. L^{-1} / g i.a. Kg^{-1})	Produto comercial	Companhia titular do registro	Modalidade de aplicação*
2,4- D, Sal dimetilamina (806)	DMA 806 BR	Dow AgroSciences	Terrestre
	Aminamar		
	Pooper	Nortox	Terrestre
	2,4-D Nortox		
	U 46 D-Fluid 2,4-D	Nufarm	Aérea e terrestre
	2,4-D 806 RN		
	U 46 BR		
	Decorum	Rainbow	Aérea e terrestre
	Dinaxine		
	Dociar		
	Cortador 806 SL	Allier Brasil	Terrestre
	2,4-D CROP 806 SL		
	Zura 806 SL		
	Fluente	Ouro Fino	Terrestre
	Grant	BRA Defensivos Agrícolas	Terrestre
	Mirant	Ihara	Terrestre
	Pren-D 806	Prentiss	Terrestre
	Aminol 806	Adama	Terrestre
	2,4 D Amina 840 SL	Albaugh Agro	Terrestre
	2,4-D Fersol	Ameribrás	Terrestre
	Field	Alta	Terrestre
	Campeon	Stockton-Agrimor	Terrestre
	Dez	UPL	Terrestre
2,4- D, Sal dimetilamina (975)	Clean Spray	Rainbow	Terrestre
2,4- D, Sal dimetilamina (970)	Krost 970 WG	Cropchem	Terrestre
	Navajo	Nufarm	Terrestre
Picloram (281,1)	Runner	Dow AgroSciences	Terrestre

Ingrediente ativo (g i.a. L^{-1} / g i.a. Kg^{-1})	Produto comercial	Companhia titular do registro	Modalidade de aplicação*
Picloram (388)	Leopard	Volcano	Terrestre
	Navigator		
	Browser		
	Silverado	Adama	Terrestre
	Station 240 SL	Allier Brasil	Terrestre
	Campestre 240 SL		
	Danado	UPL	Terrestre
	Texas	Nufarm	Terrestre
	Picloram Nortox 240 SL	Nortox	Terrestre
Picloram (388,3)	Padron	Dow AgroSciences	Terrestre
Picloram (427)	Toco	Stockton-Agrimor	Terrestre
	Tropero		
Triclopir (667)	Garlon 480 BR	Dow AgroSciences	Aérea e terrestre
	Trunker	Dow AgroSciences	
	Dorado	Adama	Aérea e terrestre
Triclopir (680)	Triclon	Volcano	Aérea e terrestre
	Crescendo		
	Rascal		
	Triclopyr 480 Volagro		
Fluroxipir (288,2)	Starane 200	Dow AgroSciences	Aérea e terrestre
Picloram + 2,4-D (26,7 + 433,7)	Dontor	Dow AgroSciences	Terrestre
	Disparo	Dow AgroSciences	Aérea e terrestre
Picloram + 2,4-D (27,1 + 281,5)	Flanker	Dow AgroSciences	Terrestre
	Grazon BR		
Picloram + 2,4-D (71,7 + 120)	Mannejo	Dow AgroSciences	Aérea e terrestre
Picloram + 2,4-D (76 + 289)	Artys	Volcano	Aérea e terrestre
	Artys BR		
	Crater		
	Jacaré		

Ingrediente ativo (g i.a. L^{-1} / g i.a. Kg^{-1})	Produto comercial	Companhia titular do registro	Modalidade de aplicação*
Picloram + 2,4-D (103 + 406)	Famoso	UPL	Aérea e terrestre
	Camp-D	Prentiss	Aérea e terrestre
	Facca	BRA Defensivos Agrícolas	Aérea e terrestre
	Galop M	Adama	Aérea e terrestre
	Raio	Prentiss	Aérea e terrestre
	Pampa	BRA Defensivos Agrícolas	Aérea e terrestre
Picloram + 2,4-D (103,5 + 402)	Norton	Nortox	Aérea e terrestre
	Pri-Mordial		
Picloram + 2,4-D (103 + 406)	Tractor	Nufarm	Aérea e terrestre
	Tucson		
Picloram + 2,4-D (103,6 + 402)	Tordon	Dow AgroSciences	Aérea e terrestre
Picloram + 2,4-D (114 + 447)	Turuna	Stockton-Agrimor	Terrestre
	Arena		
Picloram + 2,4-D (114,8 + 447,2)	Intruder	Dow AgroSciences	Aérea e terrestre
	Palace		
	Panoramic		
Picloram + Triclopir (43,9 + 83,5)	Togar TB	Dow AgroSciences	Terrestre
Picloram + Fluroxipir (80 + 80)	Sniper	Nufarm	Aérea e terrestre
	Tibet Prime		
Fluroxipir + Triclopir (115,3 + 333,8)	Truper	Dow AgroSciences	Aérea e terrestre
Picloram + Fluroxipir (129,4 + 115)	Arreio Milenia	Adama	Aérea e terrestre
Picloram + Fluroxipir (129,5+ 115)	Tibet	Nufarm	Aérea e terrestre

IR PARA SUMÁRIO ▲

Ingrediente ativo (g i.a. L^{-1} / g i.a. Kg^{-1})	Produto comercial	Companhia titular do registro	Modalidade de aplicação*
Picloram + Fluroxipir (143,4 + 115,3)	Plenum	Dow AgroSciences	Aérea e terrestre
	Planador		
Aminopiralide + 2,4-D (76,9 + 596,9)	Jaguar		
	Tordon XT		
Aminopiralide + Fluroxipir (40 + 115,3)	Dominum		
	Trueno		
Aminopiralide + Fluroxipir (47,3 + 115,2)	Dominum EZ		
	Enduro		
	Trueno EZ		
Aminopiralide + Picloram + Triclopir (59,2 + 115,7 + 208,6)	Dominum XT		
	Planador XT		
	Trueno XT		

* Registrada em bula para pastagens.

11. MANEJO INTEGRADO

No manejo sustentável a exploração da atividade agropecuária está alicerçada na condução da pastagem livre de danos econômicos promovidos pelas plantas daninhas. Desta forma, torna-se importante analisar todas as estratégias possíveis de serem empregadas, bem como a contribuição de cada método (preventivo, cultural, mecânico e químico), para posteriormente definir pela integração das estratégias de controle, que sejam eficientes, econômicas e ambientalmente seguras. Por exemplo em pastagens estabelecidas, dependendo da espécie a ser controlada, principalmente "plantas duras", é notória a influência positiva na adoção dos métodos mecânico e químico, de forma integrada.

De acordo com Silva *et al*. (2004), os métodos ou sua integração são definidos por meio da análise dos fatores que influenciam o balanço da competição forrageira-plantas daninhas e que a escolha deve ser orientada não somente pelo conhecimento dos mecanismos de competição em si, mas pela possibilidade de manejá-los, visando reduzir os efeitos negativos das plantas daninhas sobre as forrageiras e aumentar os efeitos destas sobre as plantas daninhas. Neste contexto, os sistemas de produção que envolvem a integração da pecuária com outras atividades agrícolas, como lavoura-pecuária (ILP), pecuária-floresta (IPF) e lavoura-pecuária-floresta (ILPF), embasadas na correção da fertilidade, das características físicas e biológicas do solo e no uso de consórcios, rotações e sucessões de culturas constituem ferramentas importantes no manejo integrado de plantas daninhas a médio e longo prazo.

Na ILP há a rotação das áreas alternando ciclos de lavoura com pastagem e nesta alternância, a pastagem que acompanha a lavoura se beneficia do solo corrigido e fertilizado e da matéria orgânica gerada dos restos culturais, elevando o patamar de produtividade da pastagem. Neste cenário, a manutenção da cobertura do solo, bem como o uso intensivo do solo de acordo com o planejamento das rotações de culturas e das forrageiras contribui para redução da emergência de plantas daninhas.

Nos arranjos consorciados entre culturas anuais como milho, sorgo, arroz, entre outras, com as forrageiras, principalmente do gênero Urochloa e Panicum, as medidas adotadas nos consórcios como o preparo adequado do solo, a escolha das espécies ou cultivares consortes para as condições edafoclimáticas do local, o arranjo espacial das plantas, a adubação adequada e época de implantação do consórcio (SILVA *et al*., 2004; VICTORIA FILHO *et al*., 2014) aumentam a capacidade compe-

titiva do capim. Contudo, o manejo de plantas daninhas no consórcio pode ser complementado com a adoção de outras técnicas, como o controle químico. Por exemplo, visando à formação de pastagem por meio do consórcio da forrageira com a cultura do milho são empregados herbicidas, como atrazine, nicossulfurom, mesotriona e tembotriona, em doses reduzidas, para limitar o crescimento da forrageira e controlar as plantas daninhas.

Por outro lado, Lima (2018) avaliando o controle de plantas daninhas em monocultivo de milho, geneticamente modificado para a resistência ao glifosato, o qual foi tratado com 48 g ha^{-1} de glifosato + 1.000 g ha^{-1} de atrazine; e em consórcio entre o milho e a braquiária sem o uso do glifosato (1.000 g ha^{-1} de atrazine) e outro com subdose de glifosato (100 g ha^{-1} + 1.000 g ha^{-1} de atrazine), e observou que a comunidade infestante foi maior no monocultivo de milho (Figura 16A), indicando que a espécie forrageira contribuiu para a supressão de plantas daninhas (Figura 16B e C), independente do uso do glifosato. Segundo Gimenes *et al*. (2011) o controle de plantas daninhas pode ser favorecido pelo cultivo de forrageiras em consórcio com o milho, onde a gramínea exerce influência sobre a distribuição e infestação das plantas daninhas na área.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 16. Comunidade de plantas daninhas em monocultivo de milho (A), em consórcio entre milho e braquiária não tratado com glifosato (B) e tratado com glifosato (C)

(A)

(B)

(C)

Com a inserção da floresta no sistema de integração deve-se considerar que é introduzido um fator de mais longo prazo, levando 6 a 7 anos para se obter a receita proveniente da floresta. A IPF normalmente alterna faixas de duas ou três linhas de árvores com faixas destinadas ao pastejo, e na ILPF essas faixas de pastejo também se alternam com produção de grãos. Um ponto importante a ser considerado nesses sistemas é que sejam conhecidas e respeitadas as aptidões regionais, tanto da oportunidade econômica à nova atividade, possibilidade de parcerias comerciais e agrícolas, bem como as condições edafoclimáticas presentes.

A necessidade de controle das plantas daninhas nesses sistemas de integração não deixa de ser um novo desafio. As recomendações deverão ser mais criteriosas quanto à seletividade dos herbicidas usados no sistema, uma vez que as pastagens, normalmente constituídas por gramíneas, são plantas daninhas que necessitam ser controladas na lavoura ou na floresta; enquanto que, na pastagem as plantas daninhas normalmente são dicotiledôneas e seus herbicidas recomendados serão não seletivos às culturas. Isso posto, fica clara a necessidade de profissionais capacitados para a correta indicação de produtos, respeitando caso a caso. De modo geral, pode-se prever que a ocorrência de plantas daninhas de mais difícil controle das pastagens, como as lenhosas, arbóreas e arbustivas, tende a diminuir na pastagem integrada, uma vez que as alternâncias do sistema não permitem a perenização desse tipo de plantas nesse ambiente.

12. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Conceitua-se ervas daninhas como todas as plantas indesejáveis que se desenvolvem em campo de plantas cultivadas ou pastagem natural. A presença dessas ervas vivendo em conjunto constitui um problema para a produção, seja de grãos ou como elemento intruso em campos de produção de forragem, de flores e frutos. Sempre essas plantas estão competindo por luz, nutrientes, água e espaço com as culturas programadas.

O agropecuarista está continuadamente procurando combater essas plantas intrusas pelo método de sua preferência, contudo a opção mais comum é o método químico, ou seja, o uso de herbicida. O herbicida é um composto químico, natural ou sintético, capaz de frear ou eliminar o desenvolvimento de plantas pela interrupção de alguma função fisiológica. As vantagens

da utilização deste produto é a rapidez de ação, custo reduzido, baixo efeito residual e não necessariamente utilizar-se de revolvimento do solo.

A principal questão decorrente da utilização de herbicidas é a contaminação ambiental e o surgimento de ervas resistentes à ação eliminadora de ervas. Os herbicidas eram extremamente tóxicos, como os derivados de arsênio e outros metais pesados, e as doses eram elevadas chegando a 15 toneladas por hectare. Atualmente, são desenvolvidos compostos mais eficientes e mais seguros ao meio ambiente, com doses menores que 10 gramas por hectare. Por esse avanço tecnológico, os herbicidas ganharam segurança, podendo ser utilizados também em culturas de plantas florísticas e hortaliças.

De forma geral, os herbicidas modernos atuam em rotas fisiológicas estritamente vegetais, o que trazem segurança aos demais organismos. Além disso, sabe-se que a legislação brasileira para liberação de herbicidas comerciais é uma das mais exigentes do mundo, principalmente em relação à toxicologia e ao seu destino no ambiente. Ao mesmo tempo tem-se evitado usar repetidamente o mesmo herbicida no mesmo local e sempre na mesma cultura, sendo atribuído ao conceito de que entre a população de plantas daninhas surgem as tolerantes ao princípio ativo daquele herbicida, com possibilidade de criar em a natureza populações de plantas indesejáveis de difícil extermínio.

No planejamento do uso dos herbicidas, deve-se consultar literatura sobre a Classe Toxicológica do produto, o Intervalo de Segurança e a Degradabilidade de atividade no solo, principalmente no caso de colheita. A melhor forma de utilizar herbicidas e outros defensivos é seguir rigorosamente o que é determinado na bula, na legislação e no receituário agronômico. São atribuídas à boa parte dos problemas ambientais que envolvem estes

produtos se deve ao descumprimento das orientações contidas nesses documentos.

Usando a tecnologia adequadamente e com orientação técnica, pode-se usufruir dela sem receios. Os herbicidas agem como seletivos quando eficazes para um grupo de plantas; não seletivos elimina todas as plantas seja a cultura ou erva intrusa; pré-emergência quando é aplicado no solo antes da planta emergir; pós-emergente logo que a planta dá os sinais de sobrevivência; sistêmicos quando atuam por toda a planta e são absorvidos pelas raízes ou pelas folhas e são translocados para outras partes da planta; de contato quando a sua ação desenvolve na parte da planta onde recebeu a solução herbicida; o herbicida residual controla as plantas existentes em uma área e permanece ativo no solo por algum tempo.

Atualmente se conhece que a rotação de culturas, associadas ao controle químico, é indispensável para o controle das plantas daninhas em áreas de plantio direto. Entretanto, devem ser tomados cuidados peculiares quanto aos efeitos alelopáticos nocivos de algumas plantas nocivas de cobertura sobre o desenvolvimento de espécies cultivadas. Os estudos na área de biologia das plantas daninhas e alelopatia das culturas de cobertura como pastagem, associados com a tecnologia de aplicação de herbicidas e a agricultura de precisão, poderão contribuir para a otimização do controle das plantas daninhas em áreas de plantio direto ou em cultivo dos sistemas modernos de produção.

Referências bibliográficas

AGROFIT, 2018. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários.** Disponível em: http://agrofit,agricultura,gov,br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 08 jun. 2018.

ANDRADE, C.M.S.; FONTES, J.R.A. Biologia e manejo de capim-navalha e capim-capeta em pastagens. *In*: IKEDA, F.S.; INOUE, M.H. (Ed.). **Manejo sustentável de plantas daninhas em sistemas de produção tropical**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 71-102.

ANDRADE, C. M. S.; FONTES, J. R. A.; OLIVEIRA, T. K.; FARINATTI, L. H. E. **Reforma de pastagens com alta infestação de capim-navalha** (*Paspalum virgatum*). Rio Branco: Embrapa Acre, 2012. 14p. (Embrapa Acre. Circular técnica, 64).

BAUDET, L.; PERES, W. **Recobrimento de sementes.** Seed News. v. 8, n. 1, p. 20-23, 2004.

BELLINDER, R. R.; DILLARD, H. R.; SHAH, D. A. Weed seed bank community responses to crop rotation. **Crop Protection**, v. 23, n. 2, p. 95-101, 2004.

BERG, B.; McCLAUGHERTY, C. **Plant litter, decomposition, humus formation, carbon sequestration**. Springer Verlag Heidelberg, Berlin, 2003. 296 p.

BUSSAN, A. J.; DYER, W. E. Herbicides and rangeland. *In*: SHELEY, R. L.; PETROFF, J. K. (eds.) Biology and management of noxious rangeland **Weeds**...). University Press, Corvallis, OR, p. 116-132, 1999.

CARDOSO, I. S.; SOARES, M. P.; ARAÚJO, V. T.; CABRAL, P. H. R.; JAKELAITIS, A.; MADALÃO, J. C. Bank of weed seeds in agro systems in the Brazilian Cerrado. **Planta Daninha,** v. 34, n. 3, p. 443-451, 2016.

CARVALHO, R. M.de; PIMENTEL, R. M.; FONSECA, D. M.; SANTOS, M. E. R. Caracterização de perfilhos em relação à planta daninha no pasto de capim-braquiária. **Boletim de Indústria Animal**, v. 73, n. 2, p. 103-110, 2016.

CUNHA, M. Implantação de pastagens: fundamental para o sucesso na bovinocultura, informativo **técnico: núcleo de sistemas agrícolas. EMBRAPA Pesca e Aquicultura,** n. 3, 2014.

DIAS-FILHO, M. B. **Recuperação de pastagens e segurança alimentar:** uma abordagem histórica da pecuária na Amazônia. Bebedouro: Scot Consultoria, 2013. 116 p.

DITOMASO, J.M. Invasive weeds in rangelands: Species, impacts, and management, **Weed Science**, v. 48, n. 2, p. 255-265, 2000.

DITOMASO, J. M.; KYSER, G. B.; ORLOFF, S. B.; ENLOE, S. F.; NADER, G. A. New growth regulator herbicide provides excellent control of yellow starthistle. **California Agriculture**, v. 53, n. 2, p. 12-16, 1999.

FABREGAS, C.R. **Dinâmica do banco de sementes de** *Sida rhombifolia* **L.** (Malvaceae) **na região de Campinas**. Universidade Estadual de Campinas: UNICAMP (Tese de Doutorado), 1998. 72p.

FERREIRA, L. R.; SANTOS, M. V.; SANTOS, L. D. T. Controle de plantas daninhas em pastagens. *In*: REIS, R.A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (Ed.), Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão de recursos forrageiros. Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel, 2013. p. 305-315.

FLECK, N. G. **Princípios do controle de plantas daninhas**. Porto Alegre: UFRGS, 1992. 70 p.

FONTES, J. R. A.; PERIN, R.; SOUSA; J. N.; MARTINS, G. C.; SANTOS, A.M.B. **Manejo integrado de plantas daninhas em pastagens na integração lavoura-pecuária-floresta.** 2011. 10p. (EMBRAPA – Manaus, circular técnica, nº 37)

FOSTER, R. **Controle das plantas invasoras na cultura do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. 46 p.

GASPARINO, D.; MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M. M.; SOUZA, I. Quantificação do banco de sementes sob diferentes usos do solo em área de domínio ciliar. **Revista Árvore,** v. 30, n. 1, p. 1-9, 2006.

GIMENES, M. J.; PRADO, E. P.; POGETTO, M. H. F. A. D.; COSTA, S. Í. A. Interferência da *Brachiaria decumbens* Stapf sobre plantas daninhas em sistema de consórcio com o milho. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 215-220, 2011.

HOLM, L. G.; PLUCKNETT, D. L.; PANCHO, J.V.; HERBERGER, J. P. **The world's worst weeds**. Honolulu, HI: University Press of Hawaii, 1977. 609 p.

IR PARA SUMÁRIO ▲

IKEDA, F. S.; MITJA, D.; VILELA, L.; SILVA, J. C. S. Banco de sementes em cerrado *sensu stricto* sob queimada e sistemas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 6, p. 667-673, 2008.

IKEDA, S. F.; MITJA, D.; VILELA, L.; CARMONA, R. Banco de sementes em sistemas de cultivo lavoura-pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 11, p. 1545-1551, 2007.

JAKELAITIS, A.; GIL, J. O.; SIMÕES, L. P.; SOUZA, K. V.; LUDTKE, J. Efeitos da interferência de plantas daninhas na implantação de pastagem de *Brachiaria brizantha*. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 1, p. 8-14, 2010.

JAKELAITIS, A.; SOARES, M. P.; CARDOSO, I. S. Banco de sementes de plantas daninhas em solos cultivados com culturas e pastagens. **Global Science Technology**, v. 7, n. 2, p. 63-73, 2014.

KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G.; COSTA, J. A. A.; BALBINO, L. C. Estratégias de recuperação de pastagem por meio da integração lavoura-pecuária-floresta. *In*: Simpósio de Pecuária de Corte, SIMPEC, 7, Lavras, Anais... Lavras: UFLA: NEPEC, p. 315-334, 2011.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B.; ZIMMER, A. H. Fatores de degradação de pastagem sob pastejo rotacionado com ênfase na fase de implantação. *In*: Simpósio sobre o Manejo da Pastagem, 14, Piracicaba: FEALQ, 1977. p. 193-211

LIMA, S. F. **Subdoses de glyphosate na supressão do crescimento de forrageiras em monocultivo e em consórcio com milho**. Instituto Federal Goiano Campus de Rio Verde: IF Goiano (Tese de Doutorado), 2018. 64p.

LOPES, J.; FORTES, C. A.; SOUZA, R. M.; TAVARES, V. B. Importância da qualidade da semente para o estabelecimento de pastagens. **Pubvet**, v. 3, n. 13, 2009.

LORENZI, H. **Plantas Daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4. Ed. Nova Odessa, SP, Instituto Plantarum, 2008. 640 p.

IR PARA SUMÁRIO ▲

LORENZI, H. **Plantas tóxicas**: estudos de fito toxicologia química de plantas brasileiras. São Paulo, Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2011. 247 p.

MACEDO, M. C. M.; RICHEL, A. N.; ZIMMER, A. H. Z. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens**. Campo Grande: EMBRAPA – MCNPGC, 2000. 4p. (EMBRAPA-MCNPGC, Comunicado Técnico, n. 62).

MARCHI, S. R.; BELLÉ, J. R.; FOZ, C. H.; FERRI, J.; MARTINS, D. Weeds alter the establishment of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 5, n. 2, p. 85-93, 2017.

MARTUSCELLO, J.A.; JANK, L.; NETO, M.M.G.; LAURA, V.A.; CUNHA, D.N.F.V. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 1183-1190, 2009.

MODESTO JÚNIOR, M. S.; MASCARENHAS, R. E. B. Levantamento da infestação de plantas daninhas associada a uma pastagem cultivada de baixa produtividade no Nordeste Paraense. **Planta Daninha**, v. 19, n. 1, p. 11-21, 2001.

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Banco de sementes de plantas daninhas e herbicidas como fator de seleção. **Bragantia**, v. 64, n. 2. p. 203-209, 2005.

OLIVEIRA, M. F.; WENDLING, I.J. **Uso e manejo de herbicidas em pastagens**. 2013. 27p. (EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Documento 165)

PELLEGRINI, L. G.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F.; NEUMANN, M. Diferentes métodos de controle de plantas indesejáveis em pastagem nativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1247-1254, 2007.

PEREIRA, J.R.; SILVA, W. **Controle de plantas daninhas em pastagens.** Sustentabilidade da atividade leiteira, Juiz de Fora, 2000. 2p. (Embrapa Gado de Leite. Instrução técnica para o Produtor de Leite, nº18)

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais**.** ***In***:

Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas, 15., 1984, Belo Horizonte, Anais... Belo Horizonte: SBHED, 1984. p.37.

POTT, A.; POTT, V. J.; DE SOUZA, T. W. **Plantas daninhas de pastagens da região dos Cerrados**. Campo Grande, MS, Embrapa Gado de Corte, 2006. 336 p.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed., Campinas: Instituto Agronômico & Fundação IAC, Boletim Técnico, 100, 1997. 285 p.

RENNE, I. J.; TRACY, B. F. Disturbance intensity, timing and history interact to affect pasture weed invasion. **Basic and Applied Ecology**, v. 14, p. 44-53, 2013.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 153-156, 2008.

SANTOS, B. M.; MORALES-PAYAN, J.P.; STALL, W.M.; BEWICK, T.A. Influence of tuber size and shoot removal on purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) regrowth. **Weed Science**, v. 45, n. 5, p. 681-683, 1997.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; GOMES, V. M.; SILVA, S. P.; PIMENTEL, R. M. Morfologia de perfilhos basais e aéreos em pasto de *Brachiaria decumbens* manejado em lotação contínua. **Enciclopédia Biosfera**, v.6, p. 1-13, 2010.

SANTOS, P. M.; PRIMAVESI, O. M.; BERNARDI, A. C. C. Adubação de pastagens, *In*: PIRES, A.V. (Ed.). Bovinocultura de corte. Piracicaba: Fealq, 2010. p. 459-472.

SCHOOFS, A.; ENTZ, M.H. Influence of annual forages on weeds dynamics in a cropping systems. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 80, n. 1, p. 187-198, 2000.

SEVERINO, F. J.; CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. II – Implicações sobre as espécies forrageiras. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 45-52, 2006.

SHELEY, R. L., KEDZIE-WEBB, S.; MAXWELL, B. D. Integrated weed management on rangeland. *In*: SHELEY, R.L.; PETROFF, J.K. (Ed.). Biology and management of noxious rangeland weeds. Corvallis, OR: Oregon State University Press. 1999. p. 57-68

SHELEY, R. L.; JACOBS, J. S.; CARPINELLI, M. E. Distribution, biology, and management of diffuse knapweed (*Centaurea diffusa*) and spotted knapweed (*Centaurea maculosa*). **Weed Technology**, v. 12, p. 353-362, 1998.

SILVA, A. A.; JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L. R. Manejo de plantas daninhas no Sistema Integrado Agricultura Pecuária. *In*: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A. A.; AGNES, E. L. Manejo integrado: integração agricultura-pecuária. Viçosa-MG: UFV. 2004. p. 117-170.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, J. F.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; VARGAS, L. **Controle de plantas daninhas**. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior, Viçosa, MG: UFV. 1999. 260 p.

SILVA, D. S. M.; DIAS-FILHO, M.B. Banco de sementes de plantas daninhas em solos cultivados com pastagens de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola* de diferentes idades. **Planta Daninha**, v. 19, n. 2, p. 179-186, 2001.

SILVA, S. C. Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros Brachiaria e Panicum. 2004. *In*: Grassland ecophysiology and grazing ecology, 2, Curitiba, Proceedings... Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 2004. p. 1-6.

TAYLOR, S. E; OLIVER, R. L. Sicklepod (*Senna obtusifolia*) seed production and viability as influenced by late-season post emergence herbicide applications. **Weed Science**, v. 45, n. 4, p. 497-501, 1997.

TUFFI SANTOS, L. D.; SANTOS, I. C.; OLIVEIRA, C. H.; SANTOS, M. V.; FERREIRA, F. A.; QUEIROZ, D. S. Levantamento fitossociológico em pastagens degradadas sob condições de várzea. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 343-349, 2004.

IR PARA SUMÁRIO ▲

USDA. **Annual Report**. Disponível em: https://www.beefpoint.com.br/usda-confira-relatorio-sobre-o-mercado-de-carnes-2/. Acesso em: 4 jul. 2018

VARGAS, L.; ROMAN, E.S. **Manejo e controle de plantas daninhas na cultura da soja**. Passo Fundo: Documento 62. 2006. 23 p.

VICTORIA FILHO, R.; NETO, A. L.; PELISSARI, A.; REIS, F. C.; DALTRO, F. P. Manejo sustentável de plantas daninhas em pastagens. *In*: MONQUERO, P. A. Manejo de plantas daninhas nas culturas agrícolas. São Carlos: Rima Editora, 2014, p. 179-206

VILELA, H. **Pastagem**: seleção de plantas forrageiras, implantação e adubação, 2 ed, Viçosa, MG, UFV. 2011. 340 p.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Capítulo 13

IRRIGAÇÃO DE PASTAGEM

Itamar Pereira de Oliveira,[1] Marconi Batista Teixeira,[2] Victor Costa e Silva,[3]
Carolina Brom Aki de Oliveira,[4] Wender Ferreira de Gouza,[5]
Wayron Araujo de Castro,[6] João Paulo Vilela de Castro[7]

Resumo: O estudo de irrigação de pastagens é caracterizado essencialmente por três etapas essenciais: a) fisicamente, a primeira direção é levada à identificação dos implementos, seleção das necessidades das espécies a serem estudados, máquinas e motores essenciais, recursos necessários para desenvolver os conhecimentos práticos para o desenvolvimento do trabalho. Nesta programação inicial familiariza-se com as fontes e qualidade da água para uso agrícola, tensiômetro, vacuômetros, máquinas e motores, aspersores, tanques, delineamentos para se chegar aos coeficientes de cultura (Kc). Contudo, para se chegar a esta etapa toma-se conhecimento dos fatores de crescimento medindo a evaporação (ECA) pelo tanque classe A. As leituras devem ser feitas nas fases essenciais da forrageira enquadrando: a) pós-emergência até início do perfilhamento, b) do início ao final do perfilhamento e do pós perfilhamento até o início do pastejo além da evapotranspiração (ETo), evapotranspiração máxima (ETm)

1 Pesquisador aposentado da Embrapa Arroz e Feijão.

2 Professor do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde.

3 Professor do Instituto Federal de Goiás, Campus Cristalina.

4 Química do programa Solo e àgua, Doutoranda da UFG.

5 Bolsista de Pós-doutorado do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde.

6 Profissional técnico superior da COMIGO de Caiapônia.

7 Doutorando da Universidade Federal de Goiás.

IR PARA SUMÁRIO ▲

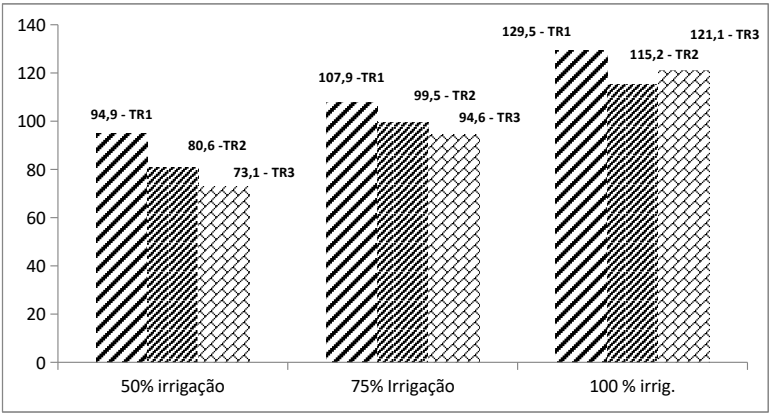
e relação entre consumo de água pela forrageira de modo que não falte água que prejudique o desenvolvimento e produção de massa pela forrageira. O Kc é calculado pela relação ETc/ETo; b) na segunda fase coloca a planta sendo o foco principal dos cálculos. A forrageira é estudada utilizando o coeficiente Kp quando se observa os dados do tanque classe A colocado sobre um local circundado pela grama batatais e em outro local sem a grama. Com a observação nesses locais pode-se obter os dados de evaporação na ausência da cultura e a evapotranspiração na presença da cultura. Da diferença entre evapotranspiração e evaporação conhece a necessidade da cultura, no caso da forrageira. Em uma terceira fase coloca-se a prática em primeira atenção para os valores da capacidade de campo (CC) e ponto de murcha permanente (PMP), densidade global ou densidade aparente (dg), profundidade efetiva do solo (Pe), lâmina total de água a aplicar (LL) e lâmina corrigida em função da velocidade do vento e eficiência da irrigação (LB) e turno de rega que é a quantidade de água a aplicar de acordo com a fase de crescimento da forrageira.

Palavras-chave: Capacidade de campo. Densidade global. Métodos de irrigação. Ponto de murcha. Turno de rega.

1. INTRODUÇÃO

Conceitua-se irrigação como uma técnica de aplicação artificial de água ao solo, em quantidades adequadas, objetivando proporcionar a umidade necessária para o desenvolvimento normal das plantas nele cultivadas, a fim de suprir a falta de água para as culturas ou a má distribuição das chuvas durante o ano agrícola. Em se tratando de pastagem esta deve ser considerada como cultura que sofre a ação de todas as variações climáticas e nem sempre é premiada com as melhores técnicas e solos dispensados às culturas de alto valor econômico (Figura 1).

Figura 1 - Produção de massa do capim Tanzânia em ambiente controlado, em vaso (g/vaso), sob 50, 75 e 100 % de água de irrigação recomendada e três turnos de rega (TR1, TR2 e TR3)



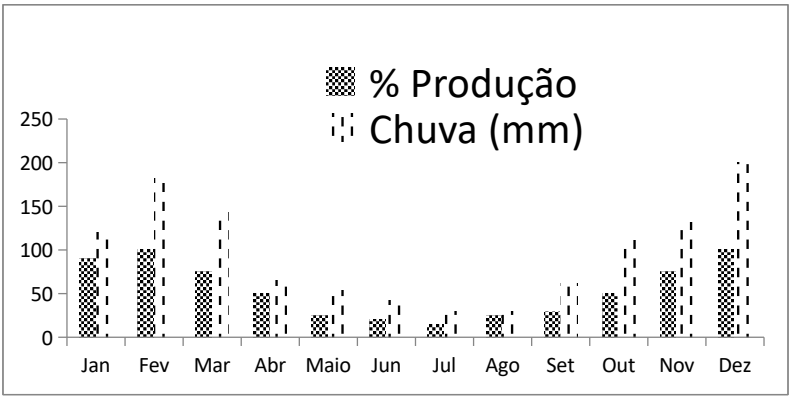
Fonte: Adaptado de Cunha, 2005; Cunha *et al*., 2008.

Embora o seu valor tenha tido, em baixa velocidade, um ligeiro interesse em investimentos técnicos e econômicos, um grande número de pecuaristas não abandona a atividade agropecuária devido a justificativa que embora os lucros de criação pouco tecnificada sejam muito pequenos por unidade de carne ou leite produzida ainda é uma fonte que cobre os gastos para manter as propriedades rurais em atividade. Mesmo com a desgastante realidade dos baixos preços obtidos dos produtos oriundos do rebanho não chegarem a competir com o mesmo produto comercializado, existem agropecuaristas que conseguem bons retornos econômicos desafiando a pequena atenção dada pelos órgãos oficiais responsáveis pela atividade agropecuária.

Os fatores indispensáveis para abastecer as culturas, no caso são as forrageiras, água necessária para a máxima produtividade, mão-de-obra qualificada e as estruturas de transporte eficientes devendo existir uma completa inter-relação entre eles

de tal forma que se um deles não se encontrar bem ajustado a um sistema de produção, o conjunto fica comprometido, prejudicando o objetivo a ser obtido que é a máxima produtividade de carne e leite (CHOBTANG *et al*., 2017).

Figura 2 - Produção relativa (%) de forrageira durante os meses do ano em Piracicaba-SP



Fonte: Adaptado de ESALQ – USP. Piracicaba, 2017.

As forrageiras no campo dificilmente desenvolvem e crescem sob condições climáticas ideais e no dia a dia, em qualquer região do país, se encontram sob flutuações das condições climáticas (Figura 2) e estresses que modificam sua morfologia e taxa de desenvolvimento, prejudicando a produção e alterando a qualidade das forrageiras (ESALQ-USP, 2017; MOREIRA, 2012).

Muitos dos fatores climáticos que ocorrem naturalmente influenciam o crescimento das plantas forrageiras como precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, temperatura, radiação solar, vento, nebulosidade e outros (PEDRO JUNIOR, 1995). A área tropical brasileira sobressai com o desenvolvimento da falta de precipitação pluviométrica que vem acometendo a região Nordeste, a região Centro-Oeste, parte da região sul como Oeste de São Paulo em mais de três meses e Norte de Minas res-

saltando as modificações que ocorrem no crescimento e valor nutritivo das forrageiras das pastagens.

2. PONTOS A OBSERVAR EM UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO.

Com o desenvolvimento da agricultura de precisão, o aproveitamento e o manejo de áreas com objetivos agropecuários exigem conhecimentos e tecnologias adaptadas para o melhor aproveitamento do potencial das culturas, no caso específico a pastagem. Quando bem conhecidos, o agropecuarista tem respaldo da importância do uso de boas práticas como manejo correto das pastagens irrigadas através da alta produtividade, eliminação de gastos desnecessários inclusive economia de água (PALHARES *et al*., 2013). Os gestores, por isso mesmo, devem ser bem preparados, treinados e atualizados em conhecimentos fundamentais modernos.

Uma atividade organizada como a execução de um projeto agropecuário em irrigação, antes de iniciar as atividades é necessário fazer levantamento dos recursos através de plantas plani-altimétrico, capacidade de armazenamento de água no solo, máxima demanda de água proveniente da irrigação (Cunha 2005), capacidade de armazenamento de água do solo, máxima demanda de água pela cultura-pastagem, fonte e tipo de energia a ser usada como óleo diesel, energia elétrica monofásica ou trifásica máxima, vazão de água disponível para outorga de uso de recursos hídricos.

O terreno deve ser estudado fazendo o levantamento plani-altimétrico da área a ser irrigada, preferencialmente com curvas de nível de metro a metro, medir e incluir na planta a distância e o desnível da área irrigada à fonte de água. No caso de utilização de água de poço, medir e anotar o desnível da boca ao

nível dinâmico do poço, que é a profundidade da boca até o nível da água com a bomba do poço em operação.

Os compêndios de orientação sugerem a abertura de trincheiras na área a ser irrigada para fazer a amostragem das camadas do solo e medir a profundidade efetiva do sistema radicular, a camada de solo que contém 90% das raízes da cultura. Recomenda-se fazer a amostragem de solo nas paredes da trincheira, retirando-se amostras deformadas em sacos plásticos e indeformadas em anéis metálicos em camadas de 20 em 20 cm desde a superfície até a profundidade efetiva do sistema radicular. Nas amostras deformadas determinar a composição granulométrica do solo, ou seja, dos teores percentuais de areia, silte e argila. As amostras deformadas são utilizadas para determinar a composição granulométrica do solo, percentagem de areia, silte e argila. Das amostras indeformadas são realizadas a determinação da densidade global e a capacidade de água disponível (CAD), que é o máximo armazenamento útil de água do solo.

Os climáticos são usados para fazer o balanço hídrico e estimar a demanda máxima de irrigação das culturas irrigadas, como pastagens, canaviais e campos de produção de feno, milho ou sorgo para silagem e outros. A definição da máxima demanda é necessária para fazer o projeto de irrigação e evitar a falta ou o desperdício de água (Figura 3). Ao se iniciar o projeto de um novo sistema de irrigação ou o projeto da reforma de sistemas antigos é necessário calcular o intervalo máximo entre as irrigações. Para isso, são consideradas a demanda máxima de irrigação e a capacidade de água disponível (VOLTOLIN *et al*., 2017).

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 3 - Produção de massa seca de forragiculturas irrigadas e não irrigadas

Fonte: Voltolin *et al*., 2017.

Essas atividades necessitam de uma fonte de energia elétrica no sentido de verificar o padrão de energia disponível para saber se é monofásica ou trifásica, para definir a máxima potência dos motores. Esse fator tem sido considerado como limitante e severa quando se usa redes de energia monofásica.

Um manômetro com glicerina deve ser instalado na saída da tubulação, próximo à bomba do sistema de irrigação para conhecer se a pressão de saída está correta. Dessa forma torna-se possível saber se o funcionamento do sistema está de acordo com as necessidades previstas no projeto. Ainda, para controlar o volume de água é necessário instalar um hidrômetro na tubulação de recalque.

Os aspersores devem sejam vistoriados ao menos uma vez por ano. Também é recomendável checar anualmente a pressão na saída dos aspersores. Para isso deve-se adaptar um manômetro com glicerina a um tubo metálico de pequeno diâmetro, menor que o diâmetro dos bocais dos aspersores. Tudo isso é

realizado para garantir que a área irrigada está sendo trabalhada de forma correta.

Todos os componentes da estação de bombeamento, como válvula de pé com crivo, conexões e tubulação de sucção, bomba, conexões e tubulação de recalque devem ser selecionados para evitar desperdícios tanto de água como de custo. Procurar por vazamentos na tubulação de sucção também é essencial para o funcionamento correto do sistema. Em sistemas automatizados, tem-se indicado conferir com frequência se os dispositivos de acionamento e liberação de água estão funcionando corretamente para evitar problemas de distribuição de água. Geralmente essas conferições devem ser realizadas anualmente.

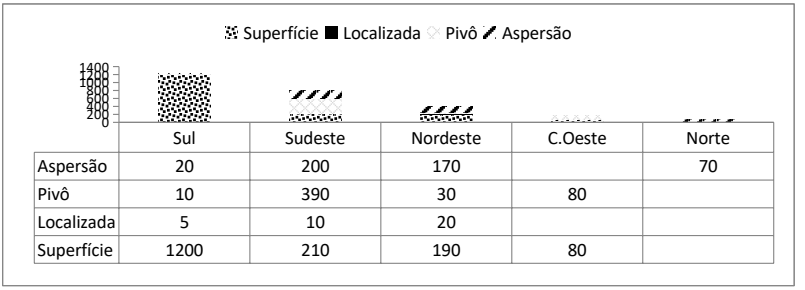
Dentro da capacidade de escolha e o preço, o produtor utiliza pelo menos um método de manejo da irrigação, que geralmente é feito com o auxílio de medições da umidade do solo ou de dados climáticos, e também de tabelas de controle, em papel ou eletrônicas. Existem, para isso, vários métodos disponíveis para cada situação. Também é importante buscar orientação técnica para planejar, instalar, manter em ordem e operar o sistema de irrigação, de modo a obter os melhores resultados desejados.

3. SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

O interesse pela irrigação, no Brasil, emerge nas mais variadas condições de clima, solo, cultura e sócio-economia. Não existe um sistema de irrigação ideal, capaz de atender satisfatoriamente todas essas condições e interesses envolvidos. Em consequência, deve-se selecionar o sistema de irrigação mais adequado para uma certa condição e para atender os objetivos desejados. O processo de seleção requer a análise detalhada das condições apresentadas, em função das exigências de cada sistema de irrigação, de forma a permitir a identificação das me-

lhores alternativas (SMITH, *et al*., 2014, ANDRADE, 2001). Com a rápida expansão da agricultura irrigada, no Brasil, muitos problemas têm surgido, em consequência do desconhecimento das diversas alternativas de sistemas de irrigação, conduzindo a uma seleção inadequada do melhor sistema para uma determinada condição (Figura 4). Esse problema tem causado o insucesso de muitos empreendimentos, ocasionando a frustração de agricultores com a irrigação e, muitas vezes, a degradação dos recursos naturais (MELO; SILVA, 2001).

Figura 4 - Resultados aproximados adaptados da área de irrigação em 1000 ha em diferentes processos baseados nos dados técnicos didáticos de Melo e Silva, (2001)



	Sul	Sudeste	Nordeste	C.Oeste	Norte
Aspersão	20	200	170		70
Pivô	10	390	30	80	
Localizada	5	10	20		
Superfície	1200	210	190	80	

Um ponto importante que vale ressaltar é que, antes de começar o processo de seleção de algum método de irrigação, deve-se primeiro determinar se há necessidade de irrigação e se é possível irrigar. Muitos agricultores, motivados pelo excesso de valorização de novidades ou impulsionados pela pressão comercial e facilidade de crédito, adquirem sistemas de irrigação sem mesmo verificar se a cultura que querem explorar necessita ou responde à irrigação ou se a fonte de água de que dispõem é suficiente para atender à necessidade hídrica da cultura.

IR PARA SUMÁRIO

3.1 - Irrigação por aspersão

Esse método de irrigação compreende jatos de água aplicados no ar que caem sobre a cultura na forma de chuva. As principais vantagens do sistema de irrigação, entre várias, integram a facilidade de adaptação às diversas condições de solo, culturas e topografia (CONCEIÇÃO *et al*., 2017, SILVEIRA *et al*., 1994). Qualitativamente, procura-se um método que possui maior eficiência potencial de irrigação por superfície e que pode ser totalmente automatizado. Nesse método, como em todos os outros, o tensiômetro é um instrumento essencial da programação de aplicação de água (Figuras 5 e 6)

Figura 5 - Tensiômetro colocado no solo (h=20 cm) para coleta de dados para cálculo de irrigação controlado pela pressão de água

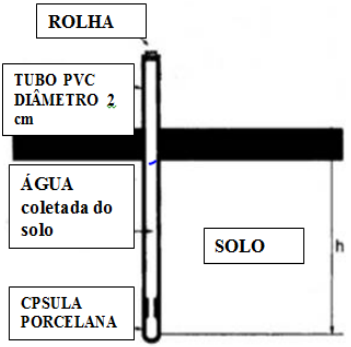
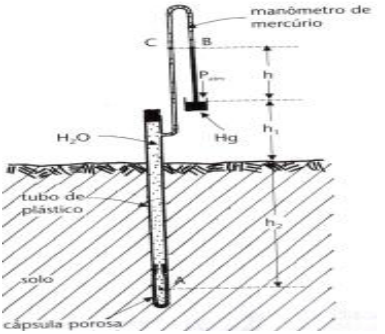


Figura 6 - Tensiômetro de mercúrio para cálculo de capacidade de coampo (CC) e ponto de murcha permanente (PMP) da cultura para cálculo de irrigação

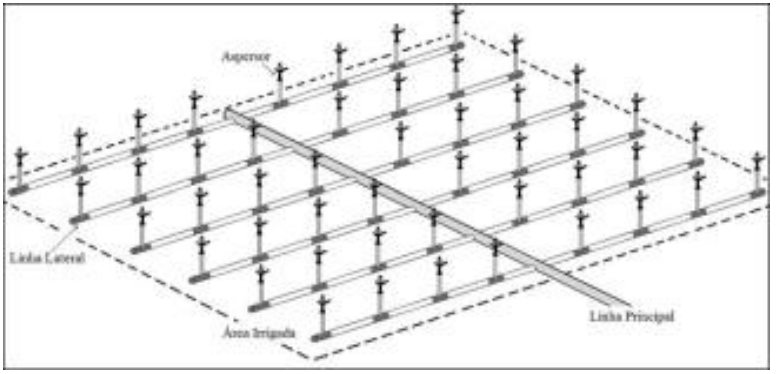


Fonte: Embrapa Uva e vinho, 2017. Conceição *et al*., 2017.

Obs: As Figuras 5 e 6 representam os tensiômetros colocados a uma profundidade h no solo. A rolha de borracha é feita de um material que permite várias perfurações com agulha do tensiômetro sem que haja perda de vedação.

IR PARA SUMÁRIO

Figura 7 - Desenho básico de uma área retangular com a utilização de aspersores de irrigação



Fonte: Adaptado de Biscaro, 2009.

Alguns sistemas envolvendo os implementos de irrigação por aspersão podem ser transportados de uma área para outra. As tubulações podem ser desmontadas e removidas da área, o que facilita o preparo do solo e evita as denominadas áreas mortas (Embrapa, 2017, BISCARO, 2009). Por outro lado, incluem limitações que compreendem os custos de instalação e operação são mais elevados que os do método por superfície. Ainda sofre influência das condições climáticas, como vento e umidade relativa por ser montado na superfície do solo (Figura 7). Seus implementos podem ser afetados por água salina podendo influenciar na vida útil do equipamento e causar danos à algumas culturas. Ainda pode favorecer o aparecimento de doenças em algumas culturas e interferir com tratamentos fitossanitários.

Aspersão Convencional – Pode ser realizada com processos fixos, semifixos ou portáteis. Nos sistemas fixos, tanto as linhas principais quanto as laterais permanecem na mesma posição durante a irrigação de toda a área podendo ter linhas de tubulações ficas superficiais ou enterradas. Nos sistemas semifixos, as linhas

principais são fixas quase sempre enterradas e as linhas laterais são movidas de posição em posição ao longo das linhas principais.

Têm sido utilizados também sistemas semifixos, nos quais tanto a linha principal quanto as laterais são enterradas e movem-se apenas os aspersores. As laterais têm diâmetro menor que o usual uma vez que um aspersor opera em cada lateral de cada vez. Nos sistemas portáteis, tanto as linhas principais quanto as laterais são móveis. Os sistemas semifixos e portáteis requerem mão-de-obra para mudança das linhas laterais. São recomendados para áreas pequenas, geralmente com disponibilidade de mão-de-obra familiar. Todavia, é possível utilizar mini-canhões no lugar dos aspersores, o que permite a irrigação de áreas maiores, sobretudo com culturas que protegem mais o solo, em condições de pouco vento e com culturas que não sentem muito a desuniformidade da irrigação. Tem-se utilizado em cana-de-açúcar e pastagens o chamado "montagem direta", no qual um canhão é montado numa pequena carreta, que pode ser rebocada por trator para outra posição. O mesmo trator pode ser empregado para acionar a bomba (Embrapa, 2017).

3.2 - Irrigação por autopropelido

Constituído de um rolamento lateral de comprimento fixo também denominado de um ramal rolante ou rolão. As linhas laterais são montadas sobre rodas de metal. Os tubos funcionam como eixos. Não se movem durante a irrigação. Um pequeno motor de combustão interna é empregado para deslocar toda a linha lateral para uma nova posição. Uma pequena mangueira ou tubo é utilizado para conectar a lateral aos hidrantes da linha principal. É utilizado em culturas de pequeno porte e em áreas planas, de formato retangular.

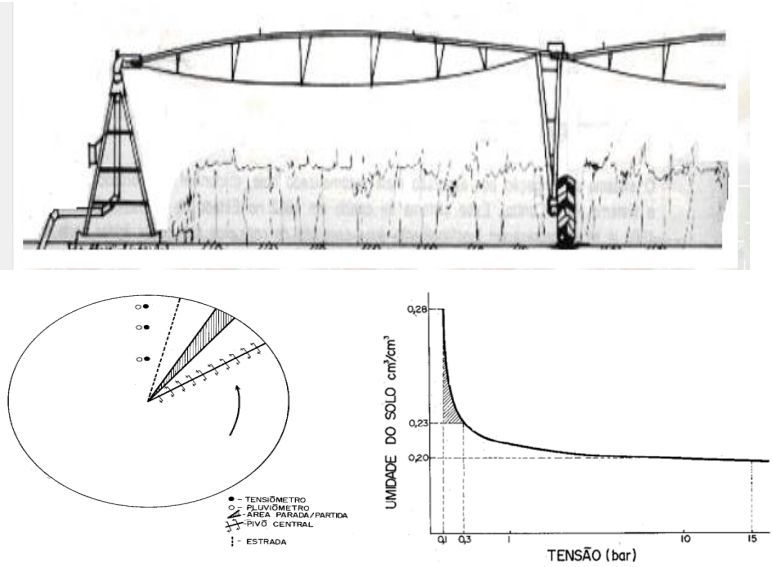
Um único canhão ou mini-canhão é montado num carrinho, que se desloca longitudinalmente ao longo da área a ser irrigada. A conexão do carrinho aos hidrantes da linha principal é feita por mangueira flexível. A propulsão do carrinho é proporcionada pela própria água. É o sistema que mais consome energia e apresenta problemas com a durabilidade da mangueira. É bastante afetado por vento e produz gotas de água grandes, que podem prejudicar algumas culturas. Presta-se para a irrigação de áreas retangulares de até 70 ha, com culturas como cana-de-açúcar e pastagem.

3.3 - Utilização de pivô central para irrigação

Considerando apenas uma unidade, o pivô consiste de um único braço lateral metálico acoplado em um eixo ou torre, que gira em torno do centro de um círculo denominado pivô (Figuras 8 e 9). Quando montados em série, segmentos da linha lateral metálica são sustentados por torres conectados entre si por juntas flexíveis. Um pequeno motor elétrico, colocado em cada torre, permite o acionamento independente uma das outras. A velocidade de deslocamento do pivô é coordenada pela velocidade da última torre, que também determina a lâmina a ser aplicada. O suprimento de água é feito através do ponto pivô, requerendo, por isso, um poço profundo seja perfurado no centro da área ou que a água seja conduzida até o centro por adutora enterrada.]

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 8 - Pivô central (A), local onde se posiciona tensiômetro e vacuômetro dentro da área de irrigação do pivô (B) e curva de tensão da água no solo expressa em bar (C)



Fonte: Adaptado de Silveira e Stone (1994).

Pivôs podem ser empregados para irrigar áreas com até 117 há, na prática não devendo ultrapassar área encontra na faixa entre 50 e 70 ha. Pode haver limitações em relação à topografia, mesmo sabendo que existem torres de até 30 metros, declividades de até 30% na direção radial podem ser toleradas, embora ainda discutível em relação à eficiência de uso principalmente o excesso de uso de água nas últimas unidades de distribuição de água.

A preferência por pivôs é justificável por ser componente de um sistema que permitem alto grau de automação. Quanto maior a área, dentro das limitações de área, o custo por unidade de área tende a reduzir à medida que aumenta a área. Os pivôs modernos

permitem que as rodas das torres sejam escamoteadas, para que os mesmos sejam deslocados para a área adjacente.

A coleta de água da fonte é assessorada por motores e canais, mangueiras ou sucos da fonte central de armazenamento para ser distribuída para as unidades ou até as torres de irrigação. A sucção de água pode ser feita diretamente dependendo da fonte de água disponível no caso de grandes depósitos ou fontes de produção volumosa de água.

3.4 - Irrigação localizada

O método da irrigação localizada, a água é, em geral, aplicada em apenas uma fração do sistema radicular das plantas, empregando emissores pontuais, ou seja, gotejadores, lineares como tubo poroso ou "tripa" ou superficiais quando se usa micro-aspersores. A proporção da área molhada varia entre 20 e 80% da área total, o que pode resultar em economia de água. O teor de umidade do solo pode ser mantido alto através de irrigações frequentes e em pequenas quantidades, beneficiando culturas que respondem a essa condição.

Fertilizantes e alguns defensivos podem ser aplicados via água de irrigação, com potencial aumento de produtividade das culturas, mas com perigo de contaminação do solo e do lençol freático. O custo inicial é relativamente alto, sendo recomendado para culturas de elevado valor econômico e maior espaçamento entre fileiras de plantas. É um método que permite elevado grau de automação, o que requer menor emprego de mão-de-obra na operação. Os principais sistemas de irrigação localizada são: gotejamento, micro-aspersão e subsuperficiais. Atualmente, estão sendo testados sistemas de gotejamento tipo Ultra Baixo Volume, nos quais de 16 a 32 ciclos de irrigação são aplicados por dia, empregando-se válvulas ou pulsadores. Essa estratégia

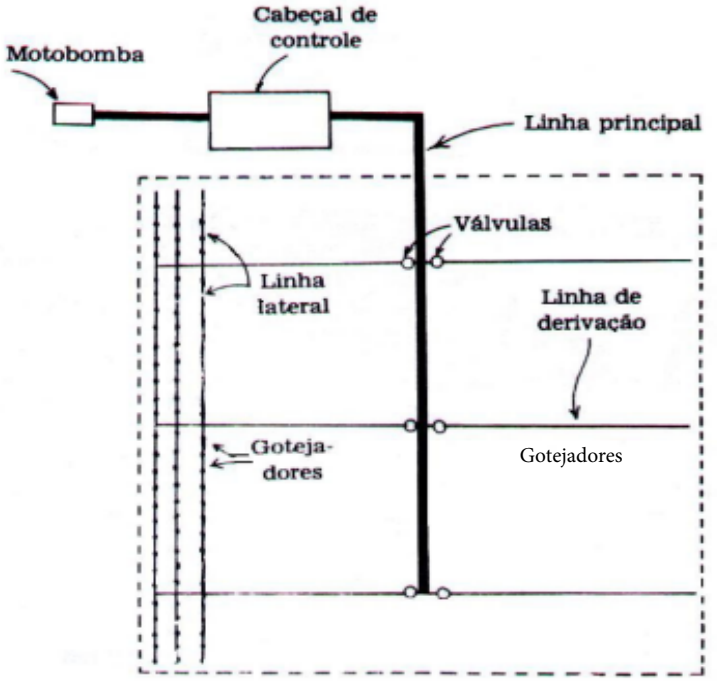
procura oferecer à planta a quantidade de água e nutrientes de forma mais uniforme ao longo do dia e com fluxos não saturados, o que, segundo os idealizadores do sistema, proporciona maior aproveitamento desses recursos, com consequente maior produtividade e menor lixiviação. Nesse método incluem gotejamento, micro-aspersão,

3.5 - Gotejamento

No sistema de gotejamento, a água é aplicada de forma pontual na superfície do solo, os gotejadores podem ser instalados sobre a linha, na linha, numa extensão da linha ou serem manufaturados junto com o tubo da linha lateral, formando o que popularmente denomina-se "tripa".

A vazão dos gotejadores é inferior a 12 $l.h^{-1}$. Vários gotejadores podem ser instalados próximos uns dos outros, junto à planta, para possibilitar o suprimento da quantidade de água necessária à planta, bem como proporcionar o umedecimento da área mínima da superfície do solo (Figura 9).

Figura 9 - Esquema de instalação de um sistema de irrigação localizada, no caso gotejamento

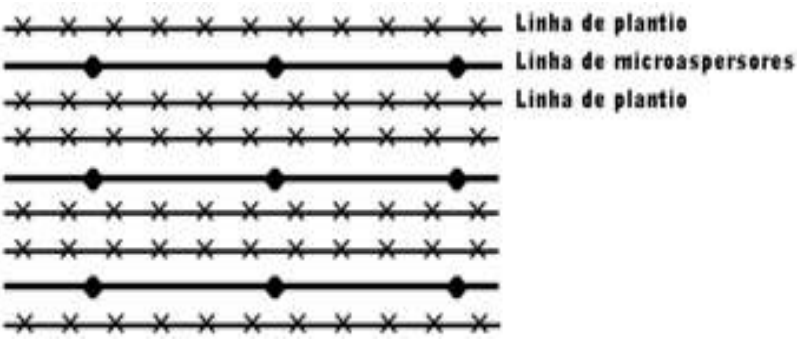


Fonte: Melo e Silva, 2007.

As “tripas” têm paredes mais finas e os seus gotejadores, do tipo labirinto, são construídos em toda a extensão, o que possibilita a redução do custo, porém com vida útil menor. Uma forma rústica do sistema de gotejamento é o xique-xique, em que a água é aplicada através de pequenos furos feitos na parede das linhas laterais. Pode-se dar mais flexibilidade ao xique-xique através da utilização de microtubos como emissores (Figura 10).

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 10 - Distribuição de micro-aspersores entre as linhas de plantio



Os microtubos podem ter tamanhos diferentes e serem posicionados de forma a manter vazão constante ao longo da linha. Sistema de microtubos tem sido empregado para irrigação de vasos em estufa que tende a alongar para baixo, o que pode favorecer as perdas de água por percolação profunda.

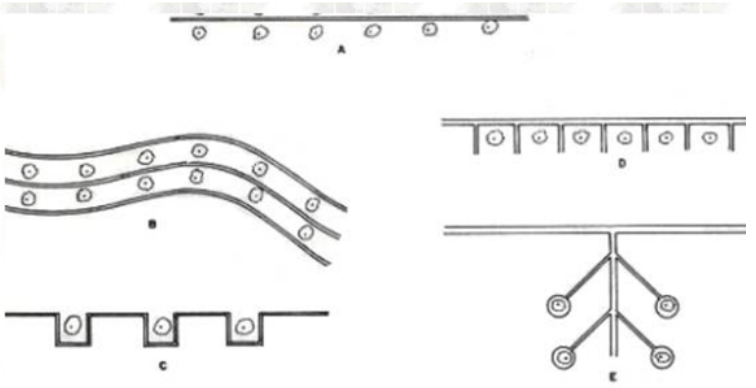
A grande vantagem do sistema de gotejamento, quando comparado com o de micro-aspersão, é que a água, aplicada na superfície do solo, não molha a folhagem ou o tronco das plantas. Comparado com o sistema subsuperficial, as vantagens são a facilidade de instalação, inspeção, limpeza e reposição, além da possibilidade de medição da vazão de emissores e avaliação da área molhada. As maiores desvantagens são os entupimentos, que requerem excelente filtragem da água e a interferência nas práticas culturais quando as laterais não são enterradas (SALOMÃO; BASÍLIO, 2012). Em solos muito arenosos, tem-se usado o bulbo molhado sob o gotejador e irrigação subsuperficial.

3.6 - Micro-aspersão

Como o nome indica, nesse sistema, a água é aplicada por emissores rotativos ou fixos. A vazão dos micro-aspersores varia de 12 a 120 $l.h^{-1}$. Permite o umedecimento de uma área maior, o

que é uma vantagem para culturas de espaçamentos mais largos, plantadas em solos arenosos (Figura 11).

Figura 11 - Micro-aspersores em diferentes tipos de sulcos: sulcos retos, sulcos em contorno, sulcos em zig-zag, sulcos em dentes e sulco em anéis circulares



Fonte: Apelo comercial.

A manutenção é mais simples que nos sistemas de gotejamento e subsuperficiais. Há necessidade de filtragem da água, mas a propensão ao entupimento é menor, dado o maior diâmetro dos bocais dos micro-aspersores. Pode sofrer a influência do vento, com culturas de pequeno porte ou em pomares jovens, além do efeito da evaporação direta da água do jato, em locais muito secos. Pode estimular o desenvolvimento de doenças de ambiente úmido. No caso de citros, há a possibilidade de se empregarem micro-aspersores setoriais para evitar o molhamento do tronco das plantas.

3.7 - Sub-superficiais

Atualmente, as linhas laterais de gotejadores ou tubos porosos estão sendo enterradas de forma a permitir a aplicação subsuperficial da água. A vantagem desse sistema é a remoção das linhas laterais da superfície do solo, o que facilita o tráfego

e os tratos culturais, além de vida útil maior. A área molhada na superfície não existe ou é muito pequena, reduzindo ainda mais a evaporação direta da água do solo. As limitações desse sistema são as dificuldades de detecção de possíveis entupimentos ou reduções nas vazões dos emissores. É comum a ocorrência de entupimento quando as linhas laterais são esvaziadas e succionam sujeira para dentro dos emissores ou quando as raízes das plantas entram dentro dos emissores. Novos materiais que repelem as raízes e novos desenhos dos emissores minimizam esses problemas. Além do mais, herbicidas podem ser injetados de tempo em tempo, para prevenir a entrada de raízes nos emissores. A instalação das laterais pode ser feita com máquina, o que permite utilizar o sistema em grandes áreas.

3.8 Subirrigação

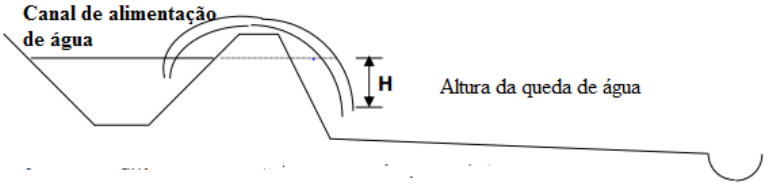
Com a sub irrigação, o lençol freático é mantido a uma profundidade capaz de permitir um fluxo de água adequado à zona radicular da cultura. Geralmente, está associado a um sistema de drenagem e se encontra em franca expansão e tem sido testado para irrigar hortaliças e gramados (Figura 26). Sub superficial. Havendo condições satisfatórias, pode-se constituir no método de menor custo.

3.9 Irrigação por sulcos

A fonte de água de irrigação em sulco deve ser proveniente de águas de mananciais naturais ou de águas armazenadas em poços artificialmente construídos. Esta é desviada do ciclo natural através de sulcos previamente construídos (Figura 12).

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 12 - Esquema de distribuição de água para irrigação proveniente de uma fonte de alimentação para consumo de plantas em um sistema de irrigação em sulco



Fonte: Melo e Silva, 2007.

A irrigação por sulcos tem sido usada em várias culturas, tanto em terras altas como em várzeas sistematizadas e drenadas (STONE *et al*., 2017; MELO; SILVA, 2007;). Este sistema de irrigação apresenta vantagens como o baixo custo de implantação comparativo aos outros métodos, pode ser empregado por muitas culturas, pouco interferência dos ventos, pouca interferência nos tratos fitossanitários, a qualidade da água tem seu valor relativo, interrupções operacionais são mais fácil controladas, pode utilizar de operações automatizadas.

Como limitações requer a sistematização do terreno devido à acentuada dependência das condições topográficas, solos muito permeáveis e pouco profundo devem ser evitados, exige teste de campo quanto ao dimensionamento, o dimensionamento tem influência da água no solo que influencia na operacionalidade necessária e adequada, necessita de reavaliação frequentes, as áreas são fixas e não tem condições de ser deslocadas, necessita de controle de erosão.

Para se fazer irrigação por sulcos de modo correto, há necessidade de testes de campo para o dimensionamento do projeto. Os parâmetros a determinar são a vazão inicial não erosiva, a vazão reduzida, a velocidade de infiltração da água, a curva de

avanço da água no sulco, a infiltração acumulada, o perfil de umedecimento do solo e o comprimento do sulco.

Geralmente os sulcos apresentam a forma de V (v com 0,15 a 0,20 m de profundidade e 0,25 a 0,30 m de largura. O espaçamento entre sulcos depende da textura do solo e do perfil de umedecimento. Geralmente o espaçamento de 0,4 a 0,5 m requer a sistematização do terreno devido à acentuada dependência das condições topográficas; não é adequado para solos excessivamente permeáveis, pouco profundos; é necessário teste de campo para o seu dimensionamento; a variabilidade espacial de parâmetros de dimensionamento, especialmente da água no solo, afeta a sua adequada operação; necessita de reavaliações frequentes para correções no dimensionamento e na operação; não pode ser deslocado para outras áreas; devem ser adotadas medidas de controle de erosão entre as duas linhas de plantas entre os sulcos.

O comprimento do sulco é um dos principais fatores do sistema de irrigação. A quantidade de mão-de-obra exigida, o custo de irrigação, a perda de áreas de cultivo com canais e drenos e a dificuldade de mecanização aumentam com o decréscimo do comprimento do sulco. Em contrapartida, as perdas d'água por percolação aumentam com o acréscimo do comprimento, e a uniformidade de aplicação d'água, em geral, decresce com o acréscimo do comprimento do sulco.

Como observação geral, tem-se concluído que o tempo de irrigação para uma dada lâmina de água a ser aplicada é determinada com base na curva de infiltração acumulada, ou seja, na curva que relaciona a quantidade total de água infiltrada com o tempo gasto para a agua chegar ao limite teórico do terreno arável (STONE, 2017).

3.10 - Irrigação por inundação

Seleção do Método de Irrigação – O primeiro passo no processo de seleção do sistema de irrigação mais adequado para uma certa situação consiste em selecionar antes o método de irrigação. Vários fatores podem afetar a seleção do método de irrigação. Dentre eles se considera a topografia; se a área a ser irrigada é plana ou pode ser nivelada sem gasto excessivo, pode-se empregar qualquer um dos métodos. Se a área não é plana, deve-se limitar ao uso de aspersão ou localizada, para os quais a taxa de aplicação de água pode ser ajustada para evitar erosão. O método de irrigação por superfície pode ser desenvolvido em áreas com declividades de até 5%. Aspersão pode ser empregada em áreas de até 30%, enquanto gotejamento pode ser implementado em áreas com declives de até 60%. A presença de obstrução na área com a presença de rochas, voçorocas e construções que dificultam o emprego do método de superfície e subirrigação, mas pode ser contornada com os métodos de aspersão e, principalmente, com o método de irrigação localizada. Áreas com formato e declividade irregulares são mais facilmente irrigáveis pelos métodos de aspersão e localizada do que com o método de superfície.

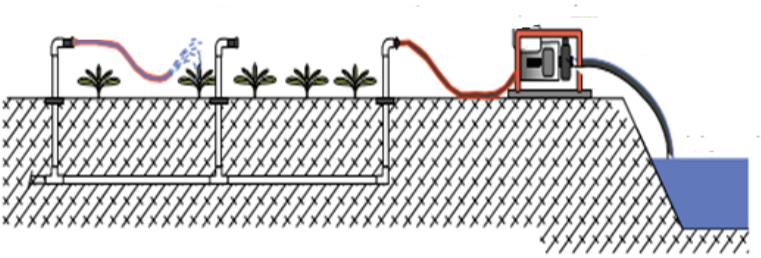
4. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE IRRIGAÇÃO

Os resultados observados e mostrados nas publicações técnicas e científicas permitem relatar que os sistemas, como o método de aspersão, de baixa pressão (Mendonça *et al*., 2007), reduzem o consumo de energia na irrigação. Esse sistema quando em malha possibilitam redução do custo de irrigação. Técnica e econômia associadas ajudam o agropecuarista decidir sobre a escolha do método de irrigação a utilizar. A automação de custo

baixo no processo de irrigação principalmente em pequenas propriedades, otimizam a aplicação de água e minimizam os custos de energia e mão de obra. A mão obra treinada com planejamento de irrigação contribui para a melhoria do uso de água fazendo reduzir o custo de produção quando se usa sistemas intensivos de produção.

A agricultura familiar, uma utilitária obrigatória de atividades agropecuárias intensivas, quase sempre utiliza métodos mais simples e eficientes (MENDONÇA *et al*., 2007). Geralmente o seu sistema de irrigação é constituído por uma fonte de água, rio, lago ou canal, cano de sucção de água, uma bomba motorizada de baixa potência, um tubo de entrada de água para ser utilizada na lavoura ou forrageira para pastagem colocada após a bomba motorizada, um cano central subterrâneo para a distribuição de água nos outros canos na cultura e cano de boca livre ou controlada com aspersores (Figura13). Esse tipo de sistema tem sido recomendado para regiões áridas de climas tropicais para produção agrícola objetivando a auto sustentação de famílias em pequenas áreas agrícolas (VOLTOLIN *et al*., 2017).

Figura 13 - Técnica de irrigação familiar em processo rústico e efetivo



Fonte: Smith *et al*., 2014.

IR PARA SUMÁRIO

5. IRRIGADO DE PASTAGENS PARA GADO DE CORTE

A irrigação de pastagens, tornando cada vez mais popular, é uma estratégia que pode proporcionar produção de forragem quando há limitação por déficit hídrico e quando as condições de solo, temperatura, tanto máxima como mínima, luminosidade em termos qualitativo e quantitativo, além da área e clima, apresentar níveis de correção e adubação adequados. A espécies forrageiras adaptadas à diferentes condições ambientais ao serem implantadas devem responder com altas respostas de crescimento e produção quando desenvolvidas em áreas química e fisicamemente corrigidas (Figuras 14 e 15). Para isso devem carregar potencial genético para boa capacidade de rebrota e bom valor nutritivo e de consumo, além de alta produção por área durante todo o ano. As espécies atuais mais utilizadas são *Panicum sp.* (Tanzânia e Mombaça)*, Brachiaria sp. (*Marandú e Xaraés), *Cynodon sp.* (Tifton e Coast cross) e *Pennisetum sp. (*Elefante). Todas essas espécies possuem vantagens e desvantagens associadas. A preferência por uma ou mais deve ser baseada em função do tamanho da área a ser formada, tipo de solo, nível de adubação, localidade geográfica, ou seja latitude, produtividade e custo de implantação (CSR, 2017).

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 14 – Relação densidade e umidade do solo em dois teores de matéria orgânica desenvolvido em Latossolo vermelho-escuro do cerrado.

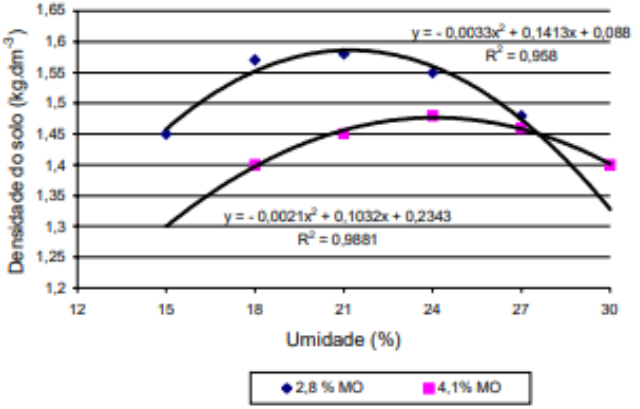
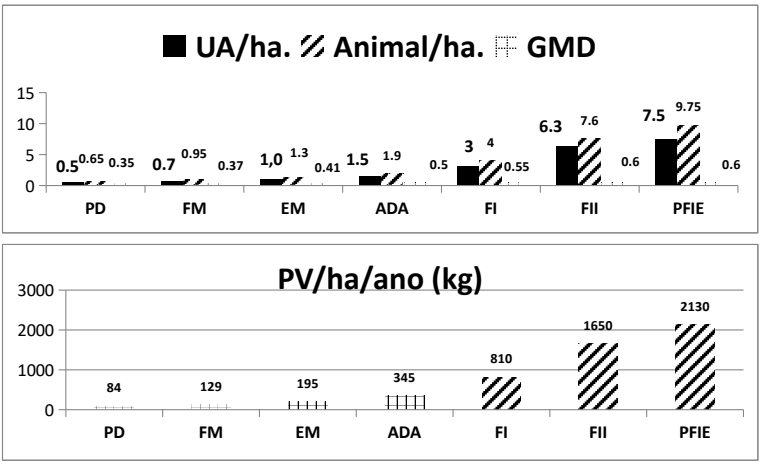


Figura 15 - Resultado de manejo de pastagem de gado de corte observando o número de unidade animal por hectare, número de animais por hectare e ganho médio diário de peso animal em pastagem degradada (PD), tecnologia média de fazenda (MF), extensiva melhorada (EM), adubação uma ou duas vezes/ano e/ou consorciada (ADA), FI = fazenda de criação intensiva, FII = fazenda intensiva de criação com irrigação e, potencial da fazenda irrigada em criação extensiva (PFIE)



Fonte: Adaptado de SCR, 2017.

Ao mesmo tempo para completo as raças do rebanho, para responder a tecnologia empregada deve apresentar potencial de produção animal em pastagens irrigadas. Com os devidos tratos pode-se obter resultados superiores aqueles obtidos em manejo tradicional de fazendas. Vale ressaltar, porém, que o uso de irrigação está se tonar cada vez mais problemático diante de um cenário de mudanças climáticas e com crises hídricas frequentes.

6. IRRIGAÇÃO DE PASTAGEM PARA GADO DE LEITE

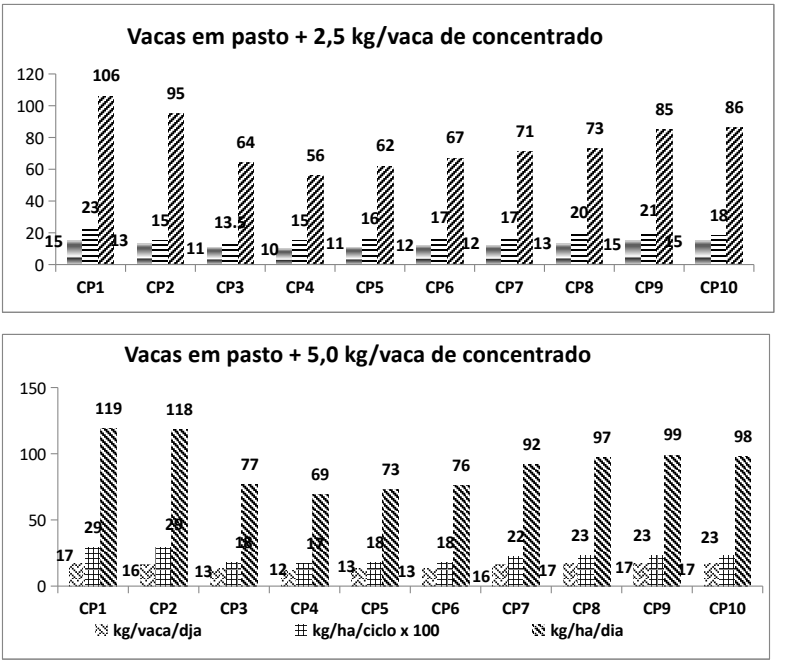
A irrigação para regiões de clima temperado no Brasil, principalmente nas macrorregiões que apresentam características climáticas amenas utilizam a irrigação de pastagem com mais assiduidades que nas regiões tipicamente tropicais (SANCHEZ *et al*., 2017). Nessas regiões, quase sempre, ocorre períodos curtos de veranicos e, em muitas delas, correm precipitações leves nos períodos mais quentes e que não ocorrem nas condições tropicais características.

Experiências, tanto de caráter científico como de atividades prática, tem ocorrido com sucesso produtivo e nem sempre econômicas. Ao lado desse fator, atualmente tem-se acompanhado pelas autoridades técnicas a utilização controlada de água e seus efeitos no meio ambiente. Como resultado tem sido obtido aumento da produção de massa verde, maior produção de leite e certa estabilidade de produção média nos períodos secos comparados com as obtidas no período chuvoso. Os melhores resultados têm sido obtidos, em propriedades altamente tecnificadas e bem organizadas, que podem ser classificadas como excelente no processo de gestão agropecuária.

No Brasil Central, em locais privilegiados, o pasto irrigado tem aumentado a área com o emprego de pivô central. O sistema tem sido denominado de boi irrigado. Têm sido utilizadas

as forrageiras tropicais com argumentos de que são tecnologias economicamente viáveis, emprego de altas taxas de lotação, redução na idade de abate, menor uso de suplementos alimentares, otimização do uso de adubos. Atualmente tem sido testados outros tipos de forrageiras mas as maiores experiências são realizadas com os capins Coast cross e Capim elefante (ALVARES *et al*., 2001) Figuras 16/17.

Figuras 16 e 17 - Produção de vacas em kg de leite por dia (kg/ha/dia), produção de leite x 100 por hectare e por ciclo (kg.ha^{-1}.Ciclo^{-1}) e (kg.ha^{-1}.dia^{-1}) sob manejo rotacionado em pastagem de Tanzânia e, produção de leite do rebanho em rebanho com alimentação suplementar de 2,5 e 5,0 kg de concentrado por vaca



Fonte: Adaptado de Signoretti, 2017.

CP = ciclo de pastejo de 24 dias.

7. CUIDADOS COM A IRRIGAÇÃO

Até a década de setenta, a pecuária utilizava predominantemente pastagens de capim-gordura *(Melinis minutiflora)*, colonião e guiné *(Panicum maximum)*, jaraguá *(Hyparrhenia rufa)* e angola *(Brachiaria mutica)*. Na década de setenta, teve início o ciclo das braquiárias, destacando-se a *B. decumbens*, a *B. ruziziensis* e a *B. humidicula*, especialmente nas regiões do Cerrado e na região amazônica. Sua implantação nas áreas do Cerrado proporcionou aumentos de 5 a 10 vezes na taxa de lotação, comparadas às pastagens anteriormente existente.

A partir da década de 80, outras forrageiras foram introduzidas nas regiões do Cerrado e na Amazônia, destacando-se, por sua grande expansão, a *Brachiaria brizantha*, cultivar Marandu, forrageira resistente à cigarrinha das pastagens e, em menor escala, o capim andropogon *(Andropogon gayanus)*, cultivar Planaltina e Baeti.

Mesmo com a introdução de novas gramíneas, as pastagens brasileiras estão aquém de suas reais potencialidades. A capacidade de suporte das pastagens é bastante variável em função do solo, clima, estação do ano, espécie ou cultivar da forrageira e do manejo aplicado. O desempenho animal necessário ou desejado e o sistema de produção adotado têm também efeito marcante sobre a capacidade de suporte da pastagem.

Os principais problemas na produtividade das pastagens são a ausência e o uso inadequado de correção e adubação de manutenção, além do manejo inadequado das espécies forrageiras, desrespeitando os períodos de pastejo e descanso corretos. O resultado é a queda acentuada da capacidade de suporte e do ganho de peso animal após três ou quatro anos da formação da pastagem.

Em efeito, a degradação das pastagens é um dos maiores problemas da pecuária brasileira e tem influência direta na susten-

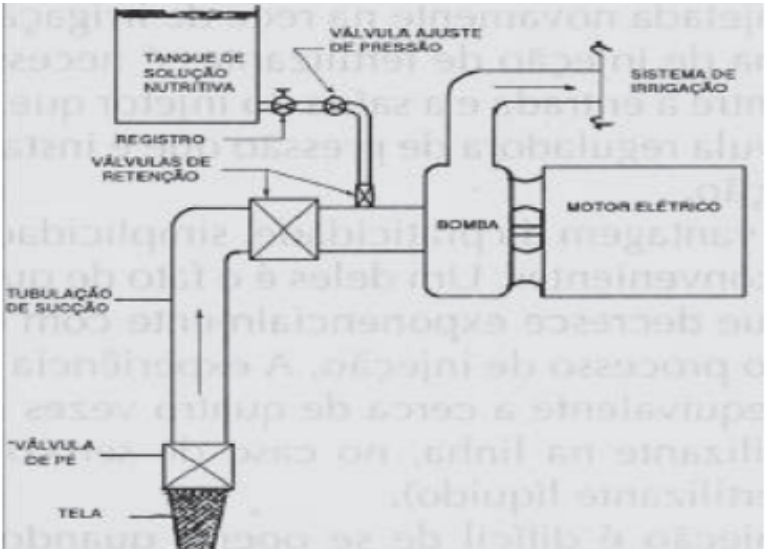
tabilidade do sistema produtivo. Considerando a fase de recria e engorda de bovinos, a produtividade de carne de uma pastagem degradada está em torno de 2 arrobas/ha/ano, enquanto em uma pastagem em bom estado ela pode atingir, em média, 16 arrobas/ha/ano.

8. CÁLCULOS BÁSICOS PARA USO DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

Caracterização da área – 1ª etapa

Algumas características físicas do solo devem ser conhecidas para serem aplicadas nas fórmulas corretas de irrigação (SANCHEZ *et al*., 2017). Ao mesmo tempo, também deve-se conhecer as características químicas uma vez que se pode usar a irrigação da pastagem para a aplicação de fertilizantes (Figura 18 e Tabela 1).

Figura 18 – Tanque contendo nutrientes acoplado no processo de irrigação por aspersão



Fonte: Alencar *et al*., 2009.

Tabela 1 - Análise química de solo da área experimental na camada de 0-20 e 20-40 de profundidade

Prof. (cm)	pH em H_2O	* P mg.	K dm^{-3}	**Ca	Mg	H+ Al cmo. dm^{-3}	Al	CTC	** *areia	silte %	argila
0-20	5,3	72	0,94	3,9	1,8	3,1	0,2	9,74	35,7	19,2	45,1
20 -40	4,9	31	0,44	1,3	1,0	4,2	0,2	6,94	29,3	18,7	52,0

Fonte: Piracicaba-SP. 2015.

Segunda etapa: Sequência de cálculos

a) Conhecimento do coeficiente de cultura (Kc)

A evapotranspiração, ou seja, a evaporação e a transpiração são os primeiros parâmetros a serem observados. Para isso devem estar posicionados os tanques de evaporação em condições de se conhecer a capacidade de campo (CC) do solo e o ponto de murcha permanente (PMP) nas fases importantes de crescimento das plantas cujas necessidades de água com as diferentes variam de acordo com as fases de crescimento da forrageira. Na prática, a preocupação essencial, além das condições climáticas e fase de crescimento da planta para a produção de massa para manter a estabilidade do rebanho geralmente o agropecuarista se focaliza mais no período da seca, quando se complementa a alimentação dos animais com silagem, feno, concentrados e outros.

Os estádios de crescimento das plantas, para irrigação devem ser centrados nos períodos de perfilhamento, expansão das folhas e estabilização de crescimento que geralmente ocorrem entre a emergência e perfilhamento, entre o perfilhamento e mudança máxima na morfologia da planta e, a fase de estabilização entre 0-20, 20-40 e acima de 40 dias, respectivamente (SCHNYDER *et al*., 2000).

Folha em expansão

Figura 19 - Diagrama representativo das zonas de formação e crescimento de novas folhas

Fonte: Adaptado de Schnyder *et al*., 2000.

A zona de crescimento e diferenciação celular em gramíneas localiza-se na região basal da folha em expansão, dentro da bainha das folhas mais velhas.

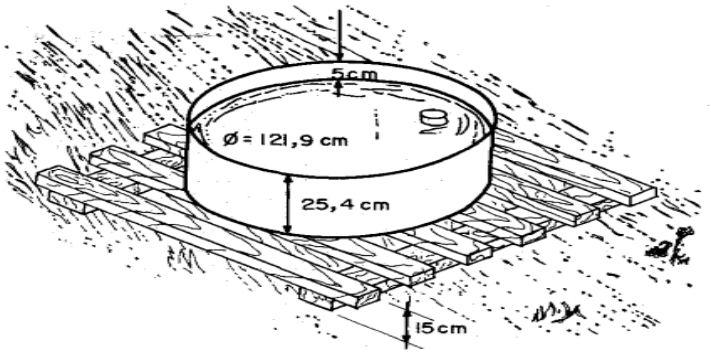
Esses parâmetros, que podem sofrer variações entre variedades, clima, manejo, umidade do solo e outros estão relacionados com a irrigação, ora por falta ou excesso de água, mas que tem influência direta com a manutenção e produção da forrageira no campo (Figura 19). Alguns trabalhos têm sido realizados com colonião, *Panicum maximum* Jacq, "gordura" *Melinis minutiflora* Pal de Beauv), "jaraguá" (*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf) and "pangola" {*Digitaria pentzi*i Stent), (PEDRO JUNIOR, 1995).

a.1) Evaporação de água pelo tanque USWA classe A

As operações vão relacionando sempre os fatores de produção. Na Tabela 2 pode-se observar os parâmetros ETo = evaporação obtida no tanque USWV classe A. Esse tanque apresenta em forma circular feito de aço galvanizado em chapa 22, com

121 centímetros de diâmetro interno e 25,4 de profundidade devendo ficar sobre um estrado de madeira a 15 cm de altura

Figura 20 - Tanque classe A para conhecer evaporação e evapotranspiração



Fonte: Stone e Moreira 1984; Silveira e Stone, 1986.

É recomendado colocar o tanque (Figura 20) em área coberta com grama batatais, *Paspalum notatum*, sem restrições de água em fase de desenvolvimento ativo e com bordadura adequada. Leituras devem ser feitas diariamente para verificar o abaixamento da água. Essa leitura indica a água que é perdida pelo ambiente naturalmente necessária para o desenvolvimento da planta suprir suas necessidades na transpiração, no caso a forrageira (STEINMETZ, 1984).

Contudo esse autor indica os parâmetros para cálculos de irrigação.

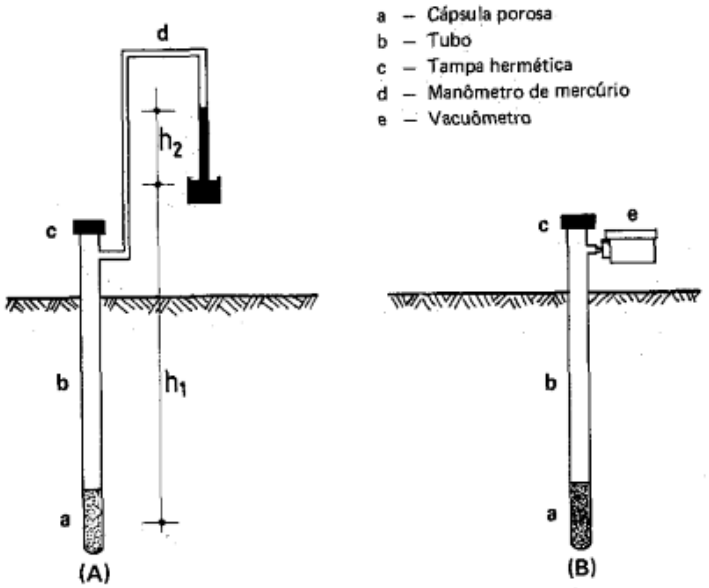
ETo = ECA (mm.dia-1) x Kp

ETo = evaporação da superfície vegetal coberta por grama batatais (*Paspalum notatum* L.)

Kp = coeficiente do tanque.

ECA = evaporação do tanque. Kp = encontrado na tabela construída em função da velocidade do vento local e pela umidade relativa média do ar.

Figura 21 - Tensiômetro com manômetro de mercúrio e com vacuômetro (A) e Manômetro de mercúrio (B)



Fonte: Silveira e Stone, 1994.

O parâmetro Kp, coeficiente do tanque, depende da velocidade do vento e posição do tanque Clase A circundado pela grama batatais e do tanque circundado pelo solo nu. (Figura 21 e Tabela 2).

Tabela 2 - Valores de coeficientes do tanque (Kp)

Vento (m/s)	Posição do tanque R (m)	Tanque circundado por grama			Tanque circundado por solo		
		Umidade relativa média					
		Baixa <40%	Média 40-70%	Alta >70%	Baixa <40%	Média 40-70%	Alta >70%
Fraco	0	0,55	0,65	0,75	0,70	0,80	0,85
m/s	10	0,65	0,75	0,85	0,60	0,70	0,80
<2,0	100	0,70	0,80	0,85	0,55	0,65	0.75
	1000	0,75	0,85	0,85	0,50	0,60	0,70
Moderado	0	0,50	0,60	0,65	0,65	0,75	0,80
m/s	10	0,60	0,70	0,75	0,55	0,65	0,70
2-5	100	0,65	0,75	0,80	0,50	0,60	0,65
	100	0,70	0,80	0,80	0,45	0,55	0,60
Forte	0	0,45	0,50	0,60	0,60	0,65	0,70
m/s	10	0,55	0,60	0,65	0,50	0,55	0.75
5-8	100	0,60	0,65	0,75	0,45	0,50	0,60
	1000	0,65	0,70	0,75	0,40	0,45	0,55
Muito	0	0.40	0,45	0,50	0,50	0,60	0,65
forte	10	0,45	0,55	0,60	0,45	0,50	0,55
m/s	100	0,50	0,60	0,65	0,40	0,45	0,50
>8	1000	0,55	0,60	0,65	0,35	0,40	0,45

Fonte: Dorembos e Kassam, 1984, citado por Stone e Moreira, 1986.

Obs: Para extensas áreas de solo nu, reduzir os valores de Kp em 20%, em alta temperatura e vento forte reduzir 10% e 5% em condições de umidade, temperatura e vento moderados. Fonte: Stone e Moreira. 1996.

ETo = ECA (evaporação do tanque em mm.dia-1) x Kp

ETo = evaporação da superfície vegetal coberta por grama batatais (*Paspalum notatum* L.)

Conhecendo os valores de ETo (evaporação do tanque em um dia) obtidos com dados do tanque A e o Kp, observado na Tabela 2, pode-se calcular o valor de ETc ou seja a evaporação da cultura.

A relação entre ETp/ETo = Kp = coeficiente da cultura para as fases essenciais de pastagem.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 3 - Variação do coeficiente de cultura (Kc) de forrageira de acordo com o estádio de crescimento da planta

Fase de crescimento da forrageira.	Duração (dias)	Idade da planta (dias)	Kp
Emergência até o inicio do perfilhamento	20	0-20	0,99 - 0,69
Perfilhamento ate ´alargamento das folhas	20	20-40	1,07 - 1,28
Alargamento até o ponto de pastejo	20	40-60	1,09 1,04

Fonte: Dados adaptados para o ciclo de forrageiras. Steinmetz, 1984.

Tabela 4 - Coeficiente de cultura, doses de nitrogênio e coeficiente de cultura (Kc); alguns parâmetros que influenciam esse os valores desse parâmetro Kc

Variedade de forrageiras	Doses de nitrogênio	Kc-coeficiente de cultura
Capim elefante adubado	50 kg de N por hectare	0,5
Capim elefante adubado	100 kg de N por hectare	0,8
Capim elefante adubado	150 kg de N por hectare	1,1
Capim Tanzânia		0,45-0,93
Milho em estágio inicial 9 folhas		0,40
Milho em taxa máxima de crescimento		1,20

Outros valores também são relacionados como as fases da cultura (Tabela 3). Na pastagem considera-se a fase que compreende a emergência até o início do perfilhamento denominada EP, do perfilhamento à expansão das folhas chamado PE e do PE até amadurecimento da forrageira AF. Em cada etapa existe uma necessidade diferencial de água para as plantas e por isso para cada fase novos parâmetros de irrigação devem ser definidos. Assim encontra-se o Kp calculado em relação cada fase da

cultura, duração em dias para cada aplicação média de água e de acordo com a idade da planta.

9. LÂMINA DE ÁGUA E TURNO DE REGA

Em relação ao solo, as quantidades de água a serem aplicadas são calculadas pelas plantas cultivadas em parcelas rodeadas da grama batatais e as cultivadas em parcelas sem nenhuma cobertura de solo. A diferença dos valores encontrados equivale a umidade necessária para o desenvolvimento da pastagem no solo, sendo que a umidade protegida pode ser encontrada uma cobertura do solo onde a evaporação do solo é pequena sobrando então a transpiração da planta através da umidade do solo e a umidade no solo sem cobertura equivale a água necessária para a planta mais a água naturalmente necessária para a evaporação natural da água do solo (SANTANA *et al*., 2016).

Para isso é necessário conhecer a água disponível no solo, AD, que depende dos fatores como matéria orgânica do solo, textura e estrutura do solo usando a fórmula que envolve a umidade da capacidade de campo, CC, a umidade do ponto de murcha permanente, a densidade global, dg, e a profundidade efetiva do solo, Pe. A Pe, profundidade efetiva, é considerada a uma profundidade do solo onde se encontra as raízes, efetivamente de 60 cm.

AD = 0,1 (CC – PMP) x dg x Pe = água disponível do solo.

D = CC – PMP = quantidade de água potencial que pode estar disponível no solo saturado de água.

CC = capacidade de campo.

PMP = ponto de murcha permanente.

dg = densidade global = densidade aparente.

Pe = profundidade efetiva do solo = profundidade do solo onde concentra as raízes das culturas.

10. LÂMINA DE ÁGUA A APLICAR – LL

LL =.AD x f = [0,1 (CC-PMP) x dg x Pe] x f

f = citado por Stone e Moreira (1986) varia entre 0,30 e 0,50 com média de 0,40.Em Goiânia esse valor foi de 0,45

f = fração de água que pode ser extraída sem prejuízo para a cultura à profundidade efetiva do sistema radícula (Pe), para a forrageira 60 cm

ETm = evapotranspiração máxima,

LB = quantidade total de água a ser aplicada por irrigação em mm

LB = LL/Ef

Ff = Eficiência de aplicação de água (ETm), (Tabela 5).

Tabela 5 - Eficiência de aplicação de água (%) na irrigação por aspersão

Velocidade do vento (km/h)	CU (%)*	Lâmina liquida (mm)	ETm** (mm/dia0		
			0 – 5,1	5,2 – 7,6	>7,6
0 – 6,4	85 a 3,1 km/h	25,4	68	65	62
		50,8	70	68	65
		101,6	75	70	68
		152,4	80	75	70
6,5 – 16,0	85 a 11,3 km/h	25,4	65	62	60
		50,8	68	65	62
		101,6	70	68	65
		152,4	75	70	68
16,1 – 24,1	80 a 19,3 km/h	25,4	62	60	58
		50,8	65	62	60
		101,6	68	65	62
		152,4	70	68	65

CU* = coeficiente de uniformidade; ETm** = evapo transpiração máxima.

IR PARA SUMÁRIO ▲

11. TURNO DE REGA E LÂMINA DE ÁGUA

AD = quantidade de água disponível no solo
AD = 0,1 (CC – PMP x dg x Pe
CC = capacidade de campo
PMP = ponto de murcha permanente.
dg = densidade global
Pe = profundidade efetiva do solo

LAMINA DE´ÁGUA = LL calculada em mm
LL = LL x f
f = f =fração de água disponível que pode ser extraída sem prejuízo para a pastagem varia entre 0,30 a 0,50
LB = LL/Ef = lâmina bruta = a quantidade total de água a ser aplicada na cultura em mm.
TR = LL/ETm = turno de rega expressa em mm/dia.
ETm = evapotranspiração máxima
TR = Turno de rega = lâmina de água necessária por irrigação LB
f = fração de água disponível que pode ser extraída sem prejuízo para a pastagem varia entre 0,30 a 0,50
Ef = eficiência de aplicação de água.

Geralmente se utiliza colocar em caixas recipientes anexas e ligadas aos tubos de irrigação contendo fertilizantes solúveis, como o nitrogênio, ao serem aplicados junto com a água no processo de perenização da pastagem. Considerando o processo de formação de óxido (N_2O) e ácido nitrosos gasosos produzidos, pela utilização de adubos nitrogenados, esse processo de produção de gases pode influenciar na eliminação da vegetação original da área, sugerindo, por isso, aplicações controladas de adubos nitrogenados. Ainda deve-se considerar a poluição de carbono gerada e diluída pelo tempo produtivo da pastagem.

Pedreira e Primavesi (2008) relatam, ao mesmo tempo, que não se deve ser admitido a transformação de floresta em pastagem, devido a importância desse bioma nas condições naturais ambientais. Esses autores relatam que a floresta contém de 120 a 300 t MS.ha^{-1}, que se queimados podem gerar de 240 a 600 t CO_2. ha^{-1}, valores superiores a quaisquer outras atividades agropecuárias poluentes (PE).

12. CONSIDERAÇÃOES GERAIS

A irrigação de pastagem envolve uma série de fatores relacionados ao solo, planta e ambiente. Inicialmente o estudo da irrigação envolve física do solo, ao mesmo tempo, que o conhecimento da fertilidade deve ser considerado uma vez que associado à irrigação pode-se fazer correção da fertilidade e controle de pragas e doenças. Por isso mesmo não pode ser considerado uma prática isolada, é sim um conjunto de técnicas, envolvendo planta, animal, manejo e ambiente, correlacionadas que determinam o momento correto da aplicação da lamina de irrigação requerida pelas culturas, melhorando a eficiência no uso da água e respeitando o meio ambiente. Dentro de cada programação, tem-se verificado o desenvolvimento das forrageiras variável de acordo com o manejo dos pastos (SCHNYDER *et al*., 2000).

Como ciência, irrigação tem como objetivo aumentar a produção, em quantidade e qualidade. Ao mesmo tempo o uso da irrigação significa fazer da agropecuária uma atividade sustentável, incorporando ao processo produtivo novas áreas que em condição natural não seriam possíveis. Um projeto de irrigação deve incluir o manejo de irrigação, as inter-relações entre solo-água-planta- atmosfera. Desse modo pode-se ter uma inter-relação entre desenvolvimento agrícola e reponsabilidade ambiental.

Dentre os cálculos de irrigação a umidade do solo constitui uma importante ferramenta nos estudos relacionados à movimentação de água no solo e manejo dos sistemas agropecuários observando o controle de irrigação associado a sistemas de manejo mais eficientes no uso da água, levam a resultados de produção com maior economia destes recursos (ALENCAR *et al*., 2009). O conhecimento da umidade do solo no manejo de irrigação resulta no melhoramento das condições hídricas principalmente em relação à quantidade de água armazenada. O solo é um sistema complexo, constituído de materiais sólido, liquido e gasoso onde as partículas sólidas formam um arranjo poroso tal que os espaços vazios, denominados poros têm a capacidade de armazenar líquidos e gases, portanto pode-se relacionar a um grande reservatório de água. Nesse ambiente, seja após uma chuva ou irrigação, parte da água fica retida nesses poros para ser, posteriormente utilizada pelas plantas.

A água substitui parcialmente o ar dos poros, fazendo com que o solo possa ser considerado um grande reservatório de água variável com as condições de textura, estrutura e nível de água disponível. Por isso, fisicamente o solo tem influência principalmente quantitativa na disponibilidade de água, transporte de nutriente criando condições para o desenvolvimento das raízes. Ao esse volume de água dá-se o nome capacidade de campo. Ao mesmo tempo, estudos de Reichardt, (1990) relata que a atmosfera apresenta uma mistura gasosa, cuja composição volumétrica media seca, é de aproximadamente 78% de nitrogênio, 21% de oxigênio, 1% de argônio e 0,03% de gás carbônico. Outros gases estão presentes em proporções muito menores, em concentrações de partes por milhão. Ao mesmo tempo sempre resta certa concentração de ar que favorecem a respiração das raízes e dos microrganismos no solo. Por outro lado, tem-se o

ponto de murcha permanente caracterizado por uma situação onde as plantas entram em fenecimento devido à falta de água sem condições de recuperação

A capacidade de infiltração do solo é uma característica inerente ao tipo de solo. A água infiltra com maior facilidade em solos arenosos. Para irrigação é considerável o conhecimento da quantidade de água a ser aplicada. A velocidade de infiltração retrata a capacidade de permanência da umidade na superfície do solo. Um solo argiloso ou rico em matéria orgânica pode manter a umidade por mais tempo nas camadas superficiais. Em relação à irrigação quanto maior esse tempo maior é o turno de rega para a cultura que tem a sua disposição maior volume de água continuamente por maior tempo. A água afeta os processos fisiológicos e, portanto, o crescimento e o desenvolvimento das plantas, sendo essencial para a estrutura das moléculas biológicas e, portanto, para as células, tecidos é organismos como um todo. Mesmo que o Brasil seja detentor de 12% da água superficial do planeta, é importante cuidar da qualidade da água de irrigação (Reichardt, 1990) e evitar drenagem de áreas que naturalmente funcionam como fonte que alimentam os mananciais de água.

Tem-se verificado que pequenas quantidades de solutos na água de irrigação podem transformar lentamente uma área fértil em salino de baixa produtividade. Análises periódicas das águas em uso devem ser realizadas para acompanhar a concentração total de sais solúveis ou salinidade, percentagem de saturação de sódio em relação aos outros cátions presentes no solo, concentração de elementos tóxicos, concentração de bicarbonatos, aspecto, sanitário e acompanhamento cuidadoso de entupimento dos emissores em irrigação.

O custo influencia na escolha do método mais econômico de uso de água sem prejudicar a sua eficiência. Quase sempre

os sistemas de irrigação localizados gastam menos água como gotejamento e micro-aspersão. Socialmente é mais ético reconhecer que a água é um recurso limitado e por isso deve evitar desperdícios e contaminação de mananciais. Saber usar a água demanda conhecer tanto a carência como o excesso de água de irrigação para as forrageiras específicas sem prejudicar a produtividade. Embora a carência de água afeta todo tipo de vegetação, em exploração agropastoril, esse fenômeno tem efeito prejudicial nas atividades de engorda e produção de leite (SIGNORETTI, 2017).

De modo geral, à maioria das plantas não toleram condições de excesso de água, que ocasiona falta de aeração nas raízes e que pode sufocar as raízes pela falta de oxigênio provocando sua podridão ou inibindo o seu desenvolvimento. O manejo da cultura, bem como suas necessidades e características devem ser levados em consideração na escolha da cultura a ser plantada para determinada situação e região.

Em pastagem é importante a escolha das espécies a serem cultivada, bem como, a seleção de culturas tolerantes à concentração de sais, principalmente quando a água de irrigação tem elevados teores de elementos e compostos salinizantes ou salinizadores. A parte área da planta quando molhada com água salina é capaz de absorver íons pelas folhas e se intoxicar mais rapidamente, principalmente com relação aos íons de cloro e sódio.

Os cálculos de volume de água para irrigação são muito influenciados pelo ambiente natural incluindo a atmosfera, muitas vezes considerada como a fundamental parte de estudo para um correto manejo de irrigação, devido sua grande viabilidade espacial e temporal, como fatores de clima temperatura, umidade, vento dentre outros.

IR PARA SUMÁRIO ▲

A atmosfera ora tem demanda de água, quase sempre não corresponde à necessidade da planta, ora tem excesso de água e ora falta, fazendo assim uma constante mudança do ambiente. Geralmente o ambiente é caracterizado por ar relativamente seco, alta radiação solar disponível e vento irregular. O ar pode absorver e transportar grandes volumes de água proveniente da evaporação de oceanos, lagos, rios, solo e fontes caracterizadas por umidade.

O vento atua no transporte de massas de ar, arrastando ar úmido para outras regiões e repondo-o com ar seco, capaz de absorver mais água. Em condições de excesso, o ar encontra-se saturado ou supersaturado de vapor e o processo de evaporação praticamente cessa. As variações no teor de umidade podem entrar em equilíbrio dinâmico e pode haver retorno de água da atmosfera para as superfícies da crosta terrestre, nas formas de chuva, granizo, neve ou orvalho.

No sistema de produção agropecuária surge o animal pressionado ainda que necessário, à intensificação das pressões ecológicas, fundiárias e mercadológicas (VALLE, 2009). Esses consumidores das forrageiras apresentam melhor desempenho quando consomem alimento de qualidade. E, para isso, é necessário também a utilização da água para irrigação racionalmente.

A agropecuária sempre foi questionada como responsável pelo desmatamento e redução de mananciais. A água é fator essencial para reduzir perdas de produtividade de volumoso para animal na época das secas influenciando positivamente na eficiência da produção de alimentos essenciais para consumo humano. Como a evapotranspiração na seca ultrapassa as precipitações, a irrigação é essencial para complementar a necessidade da forrageira.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Em estudos de Reichardt (1990) são relatados que a atmosfera como uma mistura gasosa, cuja composição volumétrica media seca, é de aproximadamente 78% de nitrogênio, 21% de oxigênio, 1% de argônio e 0,03% de gás carbônico. Outros gases estão presentes em proporções muito menores da ordem de partes por milhão.

Fatores como vento, temperatura, umidade relativa e tempo de radiação solar ao longo do dia, devem ser analisados para um bom manejo de irrigação, é lógico que regiões com alta temperatura a demanda de água requerida pelas culturas é maior e deve sempre que possível evitar o uso de irrigação por aspersão, nos períodos de maior demanda de temperatura, em virtude da grande perda de água por evaporação. Um processo de simples entendimento e fundamental ao manejo de irrigação, e influencia atmosférica, é a evapotranspiração. De acordo com Ramos *et al*. (2000) a evapotranspiração é o processo que associa a transferência de água do solo e da planta para a atmosfera. Ela representa na prática, o consumo de água por uma cultura, geralmente medida em milímetros por dia (mm/dia), ela é maior nas regiões de temperatura elevada, umidade relativa baixa e ventos moderados a forte.

Referências bibliográficas

ALENCAR, C. A. B.; CUNHA, F, F.; MARTINS, C. E.;, CÓSER, A. C.; ROCHA,W.S.D.; ARAÚJO, R.A.S. Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo. **Rev. Bras. Zootec.** v. 38, p. 98-108, 2009 (suplemento especial).

ALVARES, J. A. S.; HOLANDA Jr., E. V., MELO, M. V. M.; MADALENA, F. E. **Produção de leite em pastagens tropicais irrigadas:** uma alternativa econômica. Cap. 18, Produção de leite e Sociedade: FEPMVZ Editora, Belo Horizonte – MG, p. 275-294. 2001.

BISCARO, G. A. **Sistemas de Irrigação por Aspersão**. Universidade Federal da Grande Dourados, Editora UFGD Dourados -MS, 2009, 134 p.

CHOBTANG, J.; McLAREN, S. J.; LEDGARD, S. F., DONAGHY, D. J. Life cycle environmental impacts of high and low intensification pasture-based milk production systems: A case study of the Waikato region, New Zealand. **Journal of Industrial Ecology**, New Zealand, v. 140, Part 2, n. 1, p. 664-674. 2017.

C. L. T. **Seleção do sistema de irrigação.** Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas – MG. 2001, 18 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica 14).

CONCEIÇÃO M. A. F. **Manejo da Irrigação**. Embrapa Uva e Vinho. Sistema de Produção de Uva de Mesa no Norte do Paraná. Disponível em: http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/MesaNorteParana/ Acesso em: 20 maio 2017. s.p. (Sistema de Produção 10).

CST – Centro de Sensoramento Remoto. Departamento de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. **Manejo de pastagem**: Cenários para pecuária de corte amazônica. Disponível em: http://csr.ufmg.br/pecuaria/portfolio-item/manejo-de-pestagem/. Acesso em: 21 maio 2017.

CUNHA, F. F. **Irrigação de *Panicum maximum* Jacq.cv.Tanzânia em ambiente protegido.** Viçosa, UFV. 2005. 87 p. (Dissertação para defesa de pesquisa para receber o título de mestre na UFV- Departamento de Zootencia).

CUNHA, F. F.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. C.; PEREIRA, O. G.; ABREU, F. V.de S. Produtividade do capim Tanzânia em diferentes níveis e freqüências de irrigação. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v. 30, n. 1, p. 103–108, 2008.

ESALQ - USP. **Variações sazonais no crescimento de plantas forrageiras**. Disponível em: www.zootecnia.esalq.usp.br/silas/set2012/Estacionalidade%Lilian_ *2*.pdf . Acesso em: 18 maio 2017.

HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (Eds.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology.** CABI Publishing, CAB International, Wallingford, Oxon OX10 8DE, UK, 2000. p. 41-60.

MELO, J.L.P.; SILVA, L. D. B. Irrigação. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia. 2001. p.i.

MENDONÇA, F. C.; CAMARGO, A. C.; STIVARI, A.; LIMA, C. R. C.; FERREIRA, F. C.; AKINAGA, L.; COTI, L. B.; GONÇALVES, L. R.; QUINAGLIA NETO, P. **Dimensionamento de sistemas em propriedades de agricultura familiar**. São Carlos. Embrapa Pecuária Sudeste. 2007. 55p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 10).

MOREIRA, A. L. Efeito da água sobre o crescimento e o valor nutritivo das plantas forrageiras. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 2, Jul-Dez 2012. s.p.

MUNIZ, R. A.; SOUSA, E. F.; MENDONÇA, J. C.; ESTEVES, B. S.; LOUZADA, L. L. Balanço de energia e evopotranspiração do capim Mombaça sob sistema de pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 29, n. 1, p. 47-54, 2014.

PALHARES, J. C. P.; PEDROSO, A.; ZAFALON, L. F.; MENDONÇA, C.M. **Boas´práticas hídricas na produção leiteira**. Embrapa Agropecuária Sudeste. São Carlos, São Paulo, 2013. 7p. (EMBRAPA- Comunicado técnico 101).

PEDREIRA, M. S.; PRIMAVESI, O. Atuações zooténicas para a adequação ambiental na bovinocultura. *In*: Zootec, 2008, João Pessoa, PB, p. 1-14, 2008.

PEDRO JUNIOR, M. J. Índice climático de crescimento para gramíneas forrageiras no Estado de São Paulo. **Bragantia** v. 54, n. 2, p. 427-435. 1995.

RAMOS, M. M.; OLIVEIRA, R. A.; LOPES, J. S. **Manejo de Irrigação-Quando e Quanto Irrigar**. Manual n. 231. Viçosa, CPT, 2000. 62p.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. Ed. Monole Ltda. São Paulo, 1990, 188p.

SALOMÃO, L. C.; BASILIO, E. E. **Irrigação por gotejamento na cultura do café**. 2006. 72p.. Monografia (Trabalho de Graduação em Tecnologia

em Irrigação e Drenagem) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Urutaí, Urutaí-GO, 2006.

SALOMÃO, L. C. **Parâmetros que devem ser observados no manejo de irrigação.** Disponivel em: http://br.monografias.com/trabalhos3/parametro-observados-irrigacao/parametro-observados-irrigacao2.shtml. Acesso em: 25 maio 2017.

SANCHES, A. C.; SOUZA,D. P.; JESUS, FLF; MENDONÇA,F. C.; MAFFEI, R. G. Consumo de água de forrageiras tropicais no período de formação de pastagem. **Revista Brasileira** de **Agricultura Irrigada, Fortaleza**. v. 11, n. 2, p. 1291-1301. 2017.

SANTANA, M. J.; WACHSMUTH, R.; SGOBI, M. A.; ALMEIDA, F. S. Evapotranspiração e coeficiente de cultura do Tifton 85 em Uberaba, MG. **Global Science Technology**, v. 9, n. 3, p. 39-50, 2016.

SCHNYDER, R. H.; SCHAUFELE,R.; VISSER, R.; NELSON, C. J. An integrated view of c and n uses in leaf growth zones of defoliated grasses. *In*: LEMAIRE, G.;

SIGNORETTI, R. D. **Produção de leite em pastagem irrigada.** 2013. Disponível em: https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/28164/producao-de-leite-em-pastagem-irrigada.htm. Acesso em: 20 maio 2017.

SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. **Irrigação do feijoeiro por aspersão**: feijão de inverno. **Inf. Agropec**, Belo Horizonte, v. 17, n. 178, p. 28-34. I994.

SMITH, M.; MUÑHOZ, G; ALOVREZ, J. S. FAO. **Técnicas de irrigação para agricultores de pequena escala**. Joanesburgo – África. 2014. 46 p.

STEINMETZ, S. **Evapotranspiração máxima no cultivo do feijoeiro de inverno**. Goiânia. EMBRAPA-CNPAF, 1984. 4p. (EMBRAPA-CNPAF, Pesquisa em Andamento, 47).

STONE, L. F. **Irrigação por sulco**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONTAG01_34_1311200215102.html. Acesso em: 17 maio 2017.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. **Irrigação do feijoeiro**. Goiânia, EMBRAPA-CNPAF, 1986. 31p. (EMBRAPA-CNPAF, Circular técnica, 20).

VALLE, C. B.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Ceres** v. 56, n. 4, p. 460-472. 2009.

VOLTOLIN, T. V.; CAVALCANTI, A. C. R.; MISTURA, C.; CÂNDIDO, M. J. D.; SANTOS, B. R. C. **Pastos e manejo de pastejo em áreas irrigadas**. Procução de caprinos e ovinos no Semiárido. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/917098/1/12Pastosemanejodopastejoemareasirrigadas.pdf18122.pdf. Acesso em: 25 maio 2017.

Capítulo 14

NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE

Itamar Pereira de Oliveira,[1] Ubirajara Oliveira Bilego,[2]
Victor Costa e Silva,[3] Eduardo Valcácer Brandstetter[4]

Resumo: A produção de leite constitui uma atividade semelhante a qualquer outra atividade agropecuária quando se procura cercar todos os fatores que prejudicam a produção mostrado pelo resultado final básico, ou seja o leite, em quantidade de modo que torne a atividade sustentável ao criador e em preço e qualidade necessária exigida pelo consumidor. Esta atividade exige a seleção do gado indicado para a atividade leiteira sabendo que os fracionamentos de idades dos animais possuem exigências que devem ser antecipadamente adaptadas para cada idade, de modo que a atividade biológica do animal adulto não seja prejudicada. Para isso é necessária uma assistência técnica qualificada que atualmente existe com sucesso, embora atuando com pouco recurso assistencial e um carente aceite oficial pela atividade leiteira em nível da política de produção. O baixo desempenho animal observado está relacionado com os valores do que se gasta para produzir e o retorno que se consegue com a exploração leiteira. As raças exploradas e desempenho dos animais sempre corresponderam com a assistência obtida. Para um programa de melhoria da produtividade e/ou de maior margem de lucro

1 Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão.

2 Médico Veterinário, DSc. Ciência Animal. Pesquisador do Instituto de Ciência e Tecnologia Comigo, Rio Verde.

3 Professor do Instituto Federal Goiano, Campus Cristalina.

4 Zootencista do Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí.

IR PARA SUMÁRIO ▲

por litro produzido, o desempenho da atividade pode ser melhor em termos econômicos. Tem-se bons animais, bons técnicos do ramo, além da oferta de alimentos para atravessar as secas e os veranicos, contudo falta a atenção da política agrícola. É de conhecimento técnico, observado para especialistas do ramo, que transformar uma atividade inicialmente ineficiente na utilização de seus fatores de produção e colocá-la em condições de competir com uma agricultura altamente tecnificada exige trabalho e dedicação, pois o sucesso não acontece por eventualidade. Um animal para ser produtivo quando adulto tem que ter tido um acompanhamento no manejo, na alimentação, no controle de doenças e pragas que afetam o rebanho e no cumprimento, de pelo menos no essencial, para o desenvolvimento animal. Em toda a literatura técnica se encontram alternativas inteligentes e pouco utilizadas quando se pode concluir que falta interagir produção, economia e assistência técnica.

Palavras-chave: Assistência técnica. Correção e fertilização das áreas de pastagens. Formação de pastagem. Forrageiras. Manejo animal, Raças bovinas.

1. INTRODUÇÃO

A criação de gado leiteiro, como qualquer outra atividade animal, requer tratamentos especiais adaptados, seja na programação, seja no manejo, nutrição e qualidade de alimentos. O planejamento alimentar dos bovinos faz parte quando se procura tecnologias para a produção sustentável de leite tanto em condição de pasto como confinado. Nesta programação, os pontos vitais no gerenciamento incluem adequação da água, subdivisão das pastagens, manejo, produção de alimentos a serem fornecidos no período pré-seco e seco do ano, sombreamento para o rebanho, preservação e revitalização ambiental, entre outras iniciativas.

Os princípios que norteiam cada atividade sugerem planejar o alimento do rebanho levando em consideração o solo, o clima, saber como plantar, conduzir e manejar essas pastagens enfatizando inclusive um dos principais alimentos que é a água, denominado interação genótipo-ambiente. Esses princípios na fase de programação dever ser ponderados uma vez que para cada situação econômica do criador existem tecnologias apropriadas e que nem sempre mesmo usados corretamente a gama de produtos comercias suprem a necessidade do animal, principalmente na época da seca. Atualmente já existem técnicos que adaptam tecnologias complementares como forma de suprir o que falta no pasto por conta da seca e comportamento animal, a pastagem e o uso correto da tecnologia para preparar o concentrado e assim aumentar a produtividade e tapar as lacunas que o pasto deixa durante o período da seca. Esses técnicos entusiasticamente acreditam que a tendência do futuro é eliminar o uso da ração, uma vez que, tanto a chuva como o calor, favorecem a produção de pastagem (DUARTE, 2019, BATTISTI *et al*., 2013).

A pesquisa sobre gado leiteiro tem tido como objetivo e com sucesso, a implantação unidades demonstrativas na parte de bovinocultura de leite para esclarecimento de várias metodologias, como a gestão da propriedade rural e manejo das pastagens para melhorar a rentabilidade de acordo com o potencial da bacia leiteira renovando sempre o desenvolvimento e multiplicação de animais pela produção de bezerros da raça desejada.

Em relação à raça, para a bovinocultura de leite, a raça holandesa constitui um fator considerável em estreita relação com o sistema de produção e criação de animais, adotado na propriedade do agropecuarista brasileiro. Considera-se que as primeiras raças introduzidas na atividade pecuária nacional são de origem holandesa e ganharam relevância por serem de fácil adaptação e

apresentarem alta produção de leite. Várias outras raças (MVZ, 2019; DUARTE, 2019) também foram introduzidas e fazem parte do rebanho nacional sendo mais representativas na produção de leite as raças Holandesa, Girolando, Pardo-suíço e Jersey.

Holandesa: raça europeia considerada a mais disseminada no mundo e com maior potencial para a produção de leite. Possui a pelagem branca e preta ou branca e vermelha. Esta é exigente quanto ao clima, conforto animal e manejo. Contudo apresenta facilidade de adaptação e alta produtividade. Como matriz, é muito utilizada em cruzamentos devido ao seu elevado grau de mansidão e fácil resposta aos diferentes manejos. As novilhas são precoces podendo ter a primeira cria aos dois anos de idade. A produção média de leite é de 6 a 10 mil kg em 305 dias de lactação. Possui superioridade sobre as demais raças o que faz com que ela seja reconhecida pela sua lucratividade e a qualidade do leite produzido com maior quantidade de gordura e proteína.

A raça Girolando foi criada com o objetivo de encontrar um animal que se adequasse melhor as condições topográficas e climáticas do nosso país. A ideia inicial de cruzamento foi reunir e conseguir a alta produtividade da raça europeia, holandesa, com a rusticidade do Gir leiteiro. Essas duas características foram agregadas, além da precocidade sexual, longevidade e fertilidade. Atualmente, se considera que um dos benefícios das raças mestiças é a questão do preço comparado às raças puras, no caso do Girolando o valor é menor que a média de produção de leite considerada elevada, aproximadamente 5.061 kg em 283 dias.

Pardo-suíço: é uma das raças mais antigas do mundo, têm elevado desempenho na produção de leite e carne e são mais comumente encontradas no sul do país. Pode ser utilizada para produção de carne, porém a raça é predominantemente usada na produção leiteira. Possui uma pelagem parda clara a cinzenta

escura, são animais rústicos e com alta fertilidade e longevidade. A idade das novilhas ao primeiro parto é de 30 meses. A produção média de leite é de aproximadamente 2.500 kg em 200 dias de lactação.

Jersey: É uma raça europeia mais rústica, ou seja, que se adapta mais fácil com uma boa produção de leite, alta fertilidade e grande longevidade. Foi eleita a segunda melhor raça leiteira, após a raça holandesa. Muito dócil que se adaptar a qualquer tipo de sistema. Produz leite de excelente qualidade, pois possui maior conteúdo de sólidos totais, além de ser mais nutritivo apresenta pequeno porte com pelagem parda com variação de pardo escuro ao amarelo claro. O leite apresenta elevados teores de proteína e gordura. Devido a precocidade sexual a primeira parição pode ser de 15 aos 18 meses de idade. A produção média de leite é de 3.500 a 5.500 mil em 305 dias de lactação.

1.1 PERFIL DO CRIADOR DO GADO DE LEITE

O perfil do criador de gado que se sente, sob pressão da necessidade de produzir, na obrigação de lapidar uma atividade sustentável, obrigatoriamente ele tem que programar sua atividade procurando as técnicas e processos que possam lhe render dividendos. Para isso, ele tem que procurar caminhos que lhe aumente o conhecimento para atingir o seu objetivo com sucesso. Para isto é necessário substituir o amadorismo pelo profissionalismo capacitando equipes e contratando profissionais preparados.

A capacitação operacional constitui um dos melhores pontos observados pelo contratante que exige do profissional contratado, uma vez que enquadra conhecimento adquiridos através de cursos e palestras e aprendizado com a atividade e observação das práticas em campo e em comunicação com outros profissionais. A capacitação especializada é importante à medida que

pontos chaves que devem ser melhorados para evitar a perda do produtor pela concorrência atualizada de acordo com a tendência do mercado. A capacidade gerencial envolve os campos de administração, comunicação, relacionamento social, envolvimento com fontes financeiras, práticas de extensão e princípios de economia.

Atualmente se conhece que nenhuma empresa sobrevive sozinho e para dar continuidade a atividade com alta produção e manutenção da qualidade do produto o caminho é desenvolver em uma rede onde sempre está sendo renovada com produtos e tecnologias atualizadas. As ideias novas precisam ser compatíveis com os ambientes comerciais, políticos e produtivos. Ao mesmo tempo o associado deve se priorizar a qualidade, segurança e sustentabilidade.

O empresário, no caso o agropecuarista, deve criar autocrítica, relacionando a situação atual e a inicial, e tentar priorizar a qualidade, segurança e sempre a sustentabilidade. Este produtor utiliza de um investimento que funciona como elo de uma corrente, onde se encontram profissionais dispostos a ter paciência para esperar o momento certo para criar, mudar, atualizar e realizar o objetivo de colocar no mercado um de qualidade exigido consumidor (ROGE, Fundação, 2020, BRITO *et al*., 2019).

A exploração sustentável da produção de leite, de primeira vista, parece um negócio complexo que envolve muitas variáveis muitas vezes nunca antes testados e que surgem quando o criador inicia sua nova atividade na agropecuária. Exige do criador eficiência para sobreviver com a atividade selecionada. Algumas barreiras devem ser ultrapassadas exigindo inicialmente conhecimentos das raças produtoras de leite, da aptidão climática da região que favorecem a atividade e a necessidade do produto no mercado para consumo envolvendo qualidade e preço. Vários

sistemas de exploração existem nesse campo que muitas vezes dificultam a escolha de um deles (INÁCIO *et al*., 2018a, 2012b).

O sistema extensivo nem sempre exige altos investimentos tecnológicos podendo trabalhar com menor preocupação com a relação volumoso e concentrado. Trata-se uma tecnologia que requere trabalho de produção de leite de qualidade difícil, muitas vezes, de ser realizada com ordenha manual e manuseio inapropriado do leite. O capital exigido pode ser elevado em grandes extensões de terra e a rentabilidade por unidade de área torna-se muito baixa.

Semi-intensivo é um sistema geralmente utilizada em fazendas de tamanho médio ou fazendo exploradas por talhões de terra. O nível de detalhamento é baixo, porém organizado. Equipamento de ordenha comum e inseminação artificial. Complementa as necessidades animais com técnicas de suplementação de concentrados. Praticam algum manejo sanitário como vacinação e controle zootécnico com formação de grupos de animais de diferentes idades. Fazem manejo de pastagem diferenciando época das secas com a época das águas.

Sistema intensivo é caracterizado pela suplementação nutricional calculando as fontes de alimento volumoso e concentrado. Observa-se investimento de tecnologia como tratos sanitários evoluídos e sistemas de vacinação controlados. Produzem em sistema de escala realizando época de cobertura e época de manejo animal de vacinação e descanso com alimentação controlada. Caracterizado pela alta produção de leite, com entrega e acompanhamento dos laticínios. Acompanham a produção e os gastos utilizando as tecnologias para cada fase da atividade leiteira.

Sistema de pastejo rotacionado envolve pastejo rotacionado com suplementação de concentrado no verão e concentrado e volumoso no inverno. O manejo das pastagens e acompanhado

de correção da acidez do solo e manutenção da fertilidade. Geralmente utilizam de rebanho de alto potencial produtivo de leite, como o rebanho de gado Girolando. Tem pastos com sombreamento cultivado com forrageiras de alto potencial produtivo. Naturalmente o sistema exige menor investimento em relação ao confinamento.

O sistema de pastejo intensivo rotacionado caracterizado por subdivisões com capacidade de controlar grupos de animais por confinamento é o sistema onde se utiliza suplementação volumoso e concentrado ano todo. Apresenta alto investimento em instalações com animais de alto potencial produtivo. Esse sistema sofre grande impacto pelo mercado de commodities. Caracterizado pela produção em grande escala e investimento de alta tecnologia como conforto, cuidados com a nutrição e animais de alta genética (OLIVEIRA, 2020). Outros modelos de confinamentos têm sido relatados como Free Stall, Tie Stall, Compost Barn, todos utilizando alta tecnologia. Esses são sofisticados com todo tipo de conforto para o animal incluindo alimentação, manejo do gado, genética incluindo controle de sombreamento.

2. MELHORIA RESTRUTURAL DAS PROPRIEDADES LEITEIRAS

A atividade da pecuária leiteira sofre uma restruturação tanto pela necessidade de produto de qualidade (Tabela 1) como pela exigência do mercado internacional e normas da FAO de práticas do bem-estar animal a partir de 2008. A tecnificação e a reestruturação que se tem verificado nos últimos anos nas explorações leiteiras traduzem em aumento da dimensão média da produção e consequentemente na intensificação da atividade leiteira (FAO, 2019; PETERS, 2010; CERQUEIRA *et al*., 2011). A atividade leiteira tem evoluído de um modelo tradicional e ex-

trativista para outro mais competitivo, sob observação de leis internacionais. Com isso, os sistemas de produção de leite deverão ser fundamentados no emprego de tecnologias que possam ser economicamente viáveis, além de ambientalmente sustentáveis.

Além dos investimentos em tecnologia, genética e nutrição (Tabela 2), cada vez mais tem se observado a necessidade de aprimorar as questões ligadas ao bem-estar animal e à redução de enfermidades (FERREIRA *et al*., 2013a; FERREIRA, 2005b); CERQUEIRA *et al*., 2011).

Tabela 1 - Algumas características-padrão do leite de bovino

Água	87 - 88%
Sólidos	12 a 13 %
Proteína	3 -4%
Gordura	3,5 – 4,5%
Lactose do leite	4,7-5,2% 52% dos sólidos totais do leite desnatado 70% dos sólidos do soro

Fonte: CABRAL *et al*., 2016; NORO *et al*., 2006.

Obs: a composição padrão relaciona a valores médios, contudo observa-se algumas variações influenciadas por vários fatores genéticos e esternos.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 2 - Vitaminas e minerais do leite em média

Nutriente	Quantidade (100 g)	% RDA (250 ml)
Retinol – Vitamina A	31 RE	8,9
Ácido Ascórbico – Vitamina C	0,94 mg	4,2
Tiamina – Vitamina B1	0.038 mg	8,2
Riboflavina – Vitamina B2	0,162 mg	30,0
Niacina – Vitamina B3	0,85 NE	13,9
Retinol – Vitamina A	31 RE	8,9
Ácido pantotênico – Vitamina B6	0,042	6,5
Folacina – Vitamina B9	5 ug	6,4
Cobalamina – Vitamina B12	0,347 ug	46,1
Cálcio	119 mg	32
Fósforo	93 mg	25
Magnésio	13 mg	10,2
Ferro	0,05 mg	0,9
Zinco	0,38 mg	6,5

Fonte: Mozele 2019.

Obs: RE = ug de retinol, ester de retinil. NE – equivalentes miligrama de niacina.

Tabela 3 - Requisitos físico-químicos para o leite cru refrigerado

Matéria gorda	g/100g - mínimo de 3,0
Densidade relativa a 15 °C	1028 – 1,034 mg/g
Acidez em ácido lático	0,14 - 0,18 g/100 ml
Extrato seco desengordurado	Mínimo de 8,4 - g/100g
Índice crioscópico	0,512°C a - 0,531 °C
Proteínas	g/100g - Mínimo de 2
Matéria gorda	g/100g - mínimo de 3,0

Fonte: Brasil 2011.

IR PARA SUMÁRIO

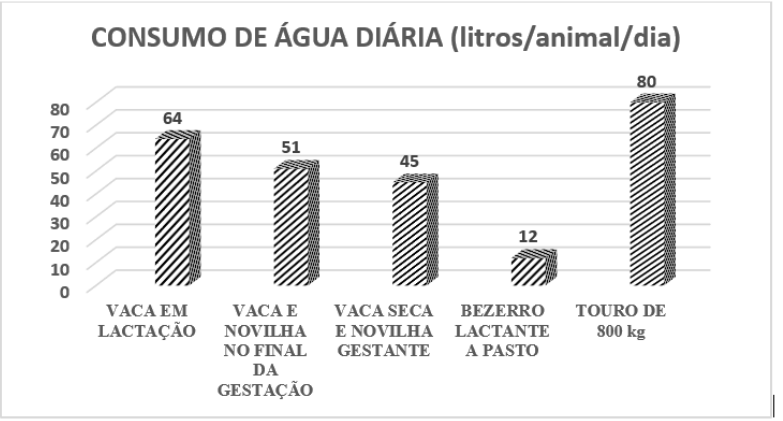
Dos sistemas agroindustriais brasileiros é a bovinocultura leiteira considerada a mais importante, tamanha sua relevância econômica e social para o país. A atividade é praticada em todo o território nacional em mais de um milhão de propriedades rurais, e somente na produção primária gera mais de três milhões de empregos e agrega mais de seis bilhões ao valor da produção agropecuária nacional (BATTISTI *et al*., 2013). Tanto a produção como as atividades pós-extração do leite são seriamente acompanhadas (Tabela 3) com o objetivo de cuidar do rebanho e produzir um alimento de qualidade.

Restruturação dos regimes de manejo animal agrega valores a atividade leiteira redução do seu impacto animal ambiental (SOUZA *et al*., 2014).

3. ÁGUA PARA A SAÚDE ANIMAL

Para cobrir as necessidades modernas inseridas nos princípios da FAO (2013) incluem saúde animal, higiene na ordenha, nutrição incluindo alimentos e água (Figura 1) que a asseguram os direitos e o bem-estar, sem reduzir a capacidade do planeta em manter a vida e sem ocorrer à custa do bem-estar de outros. Tem-se observado que não basta avaliar a produção ou a produtividade, mas é preciso verificar sustentabilidade, a ética, a aceitação social, os objetivos propostos, a necessidade e os recursos da comunidade para a qual foi projetado (SOUZA *et al*., 2014; COSTA; RODRIGUES, 2011; COSTA,2000).

Figura 1 - Consumo de água por vaca em lactação em relação aos outros animais em diferentes estágios biológicos



Fonte: Adaptado de Campos, 2020; Palhares, 2013.

O touro consome mais água embora atualmente as fazendas esporadicamente não necessitam a presença de um macho na propriedade devido ao uso da inseminação com espermatozoides armazenados.

4. MUDANÇA DE BEM-ESTAR ANIMAL

Assim, implantar mudanças nas atitudes humanas, que não requeiram investimentos adicionais constituem o ponto de partida para a incorporação de bem-estar nas propriedades. A assistência ao animal deve ser realizada desde a época de nascimento até o desenvolvimento final. Os bovinos são animais de hábito gregário, apresentam organização social bem estabelecida e são animais com comportamento de presa, além dessas características, os bovinos apresentam outros padrões comportamentais e fisiológicos próprios da espécie, como a ruminação (PHILLIPS, 2010).

Outro aspecto a ser considerado durante mensurações de bem-estar são as particularidades emocionais de cada animal como motivação, medo, preferência e outros. Esses aspectos

subjetivos podem ser considerados quando se avalia bem-estar através de testes de preferência (FRASER *et al*., 2009; FRASER, 2006; FRASER; MATTHEWS, 1997).

Os principais problemas de bem-estar de vacas leiteiras são problemas podais, mastite, problemas reprodutivos, e qualquer condição que torne o animal incapaz de demonstrar respostas comportamentais normais ou fisiológicas emergenciais (BROOM; FRASER, 2010; PETERS, 2012). Sob as condições de desconforto permanente causado por enfermidades, os animais passam menos tempo se alimentando e ruminando. (ALMEIDA *et al.*, 2008, ALMEIDA; MOLENTO, 2007), o que leva a distúrbios metabólicos. As altas taxas de prevalência e incidência das afecções digitais em bovinos leiteiros, principalmente em sistemas de confinamento, incentivaram pesquisas nas quais diversos autores constataram que esta é a terceira maior causa de descarte nos rebanhos, ficando atrás apenas da mastite e problemas reprodutivos (RUTHERFORD *et al*., 2013).

As afecções do casco em bovinos levam a diminuição entre 5% e 20% na produção de leite por lactação, além de dificultar a observação e reduzir a ocorrência do estro e a taxa de concepção (GREEN *et al*., 2002). Um dos principais fatores preponderantes que influenciam no bem-estar animal com relação aos problemas de casco na exploração de bovinos leiteiros é o pavimento. A higiene das superfícies também é considerada um fator chave que pode agravar os problemas de claudicação de origem infecciosa (COOK *et al*., 2005).

Também desencadeiam custos com tratamento de animais doentes, maior incidência de mastite, perda de valor genético por acometer frequentemente animais de grande valor, e em alguns casos pode até levar o animal a óbito (MARTINS *et al*., 2002; FERREIRA *et al*., 2005).

4.1 - Dor

Quando o cérebro percebe o estímulo doloroso, o sistema nervoso simpático é ativado, produzindo a adrenalina. A adrenalina causa aumento na frequência cardíaca e na pressão sanguínea, além de aumentar os níveis do hormônio do estresse, o cortisol (FIERHELLER, 2009).

A mastite afeta diretamente a terceira liberdade, a qual prevê que as vacas devem estar livres de dor e doenças para ter um alto grau de bem-estar (BROOM; FRASER, 2010). Desta forma, um animal submetido a um quadro clínico crônico de mastite não tratada adequadamente pode resultar, além das perdas em produção e composição do leite, em morte, o tratamento da dor objetiva tem como alvo, obter um estado no qual a dor não é totalmente eliminada, mas se torna muito mais suportável, ao mesmo tempo em que os aspectos positivos são conservados e potencializados (HELLEBREKERS, 2002).

A relação doença, dor e bem-estar formam um sistema em que os elementos se influenciam entre si e cada um tem seu nível de importância. Apesar do atual reconhecimento, pelas pessoas, da capacidade dos animais em sentir dor, nem sempre um tratamento adequado é seguido (PETERS, 2012).

Assim, considerando a função biológica de determinado animal, que no caso de vacas leiteiras, a principal finalidade é a reprodução e a produção de leite, é possível cumprir a função do animal e, ao mesmo tempo, atender ao bem-estar, de acordo com os indicadores fisiológicos (PETERS, 2019; PETTER, 2012; PETERS *et al*., 2010).

4.2 - Higiene local

Os fatores que afetam a higiene da vaca estão relacionados à dimensão do local aonde elas habitam e com a consistência das

fezes. A pontuação da higiene na exploração permite quantificar o grau de sujidade e matéria fecal presente nas diferentes regiões anatômicas e fazer uma avaliação global da limpeza do animal. Fatores que interferem no bem-estar de bovinos leiteiro (PETERS *et al*., 2010). Um grave problema relacionado ao manejo é a mortalidade de bezerras, e decorre de problemas sociais e nutricionais, associados à criação até o desmame (JENSEN; BUDDE, 2006).

Normalmente as bezerras leiteiras de reposição são alimentadas com um volume de leite equivalente a 10% do seu peso vivo, o que equivale aproximadamente à metade do seu consumo voluntário (APPLEBY *et al*., 2001). Mesmo quando as bezerras têm acesso à ração inicial, o consumo no primeiro mês não é suficiente para compensar a restrição nutricional (JASPER; WEARY, 2002).

Em muitos aspectos do manejo de animais de produção, a melhora do grau de bem-estar leva à melhora da produção pela resposta comportamental dos animais em relação a esse tratamento do homem (ROSA, 2004, 2002).

A docilidade é uma característica de valor econômico, pois a lida com animais agressivos implicaria em mais estresse e maiores custos com mão de obra, instalações, manejo, além da perda no rendimento e qualidade do produto (COSTA, 2011; COSTA *et al*., 2000)

Por exemplo, estima-se que 20% da variação do rendimento de leite em vacas é explicada pelo medo dessas em relação às pessoas que as tratam (BREUER *et al*., 2000), o que indica a ocorrência de estresse nos animais, a sanidade é o maior componente do bem-estar animal, e é regido essencialmente pela interação entre os animais, o seu ambiente e organismos patológicos. Se a doença causa dor ou outros tipos de desconforto

ou aflição, um tratamento veterinário que reduza os efeitos da doença melhorará claramente o grau de bem-estar do animal. É importante enfatizar, que não é o diagnóstico da doença que ocasiona o bem-estar, mas o tratamento consequente (BROOM; FRASER, 2010).

Entre as consequências do baixo grau de bem-estar associado à doença tem-se a redução da resistência a outras doenças (BROOM; FRASER, 2010), podendo explicar casos em que uma doença inicialmente suave leva o animal à morte. A avaliação de dor em bovinos pode ser ainda mais difícil, pois estes são considerados espécies presa e menos prováveis de demonstrarem sinais de dor quando comparado com outros animais ou pessoas. Isto é um instinto natural de sobrevivência das espécies presas, onde a não expressão de sinais de dor ou doença evita a aproximação de predadores (FIERHELLER, 2009).

Entre os comportamentos indicativos da condição de dor em bovinos de leite, que leva evidentemente a um baixo grau de bem-estar, podem-se citar a alteração do comportamento ingestivos, do comportamento social alterado e as mudanças do comportamento de ordenha. Três classes principais de comportamentos podem ser úteis na avaliação da dor, sendo que a mais óbvia destas são os comportamentos específicos da dor, como contorções, número crescente de vocalizações e comportamentos vigorosos de fuga (PETERS, 2012). A segunda classe de resposta à dor é a diminuição na frequência ou magnitude de certos comportamentos, por exemplo, a apatia geral tem sido considerada como um sinal clássico de dor em animais e estudos da dor, muitas vezes, inclui medidas de redução da atividade tais como, menor ingestão de alimentos ou reatividade (WEARY *et al*., 2006; PETERS, 2012). Uma terceira classe de medidas de dor são as de escolha ou preferência. O comportamento tem um

papel importante na transmissão de uma ampla variedade de doenças, é consensual entre os pesquisadores que condições de enfermidades causam dor, apesar de ainda pouco se conhecer sobre o processo da dor em casos de inflamação da glândula mamária bovina (BROOM; FRASER, 2010).

4.3 - Mastite

Um dos principais entraves para a bovinocultura leiteira é a mastite, apesar do desenvolvimento de diversas estratégias para o seu controle e prevenção, continua sendo a doença que mais causa prejuízos a atividade leiteira. A mastite afeta rebanhos leiteiros do mundo inteiro, sendo considerada não só um problema econômico, mas também um sério problema ao bem-estar animal (BROOM; FRASER, 2010). Além do impacto econômico da mastite, resultante das perdas em produção de leite, alterações na composição e descarte de animais, fatores relacionados à dor e desconforto causado por esta doença devem ser considerados nos sistemas de produção leiteira, buscando assim elevar os níveis de bem-estar na propriedade e consequentemente, a produtividade animal (PETERS, 2019).

Segundo Broom e Fraser (2010) o risco de ter baixo grau de bem-estar indicado por doenças como mastite, claudicação ou problemas de fertilidade é maior à medida que a produção aumenta.

Por outro lado, baixos níveis de bem-estar ocasionados por doenças inflamatórias podem impedir o animal de atingir o potencial máximo de produção. As pesquisas avaliando a relação específica de doenças da glândula mamária e bem-estar são incipientes. Como ocorre com outras doenças, é difícil conhecer como a mastite afeta o bem-estar dos animais. No entanto, sa-

be-se que o efeito da mastite no animal depende da forma da doença (RUSHEN *et al*., 2008; RUSHEN *et al*., 2007).

Por exemplo, mastite sistêmica tem uma longa duração do efeito em relação à mastite localiza e pode ter maiores consequências no bem-estar. Vacas leiteiras com mastite sentem dor e tem seu bem-estar prejudicado, essa provavelmente é a maior fonte de dor em ruminantes (FITZPATRICK *et al*., 2006).

Cabe afirmar que os animais são seres sencientes e tem capacidade de sentir e perceber dor, ou seja, se a mastite causa dor essa é, sem dúvida, percebida pelos animais, comprometendo assim o bem-estar e a produtividade animal (CERQUEIRA *et al*., 2011).

5. ESTRESSE

5.1 - Estresse calórico

O estresse calórico é um típico problema encontrado no manejo de vacas leiteiras nos países de clima tropical e subtropical, causando reduções na produção e mudanças na composição do leite, redução na ingestão de alimentos e aumento na ingestão de água. A perda de produção de leite devido ao aumento de temperatura depende de fatores como a umidade relativa do ar, velocidade do vento, nutrição e outros fatores relacionados ao manejo (HEAD, 1995).

5.2 - Estresse térmico

O estresse térmico se deve à baixa adaptação das raças bovinas leiteiras especializadas às condições de clima e de manejo prevalentes em regiões tropicais. Diferentes autores têm demonstrado que criar animais, em ambiente de conforto e bem-estar, pode refletir diretamente na melhora de seus desempenhos produtivo e reprodutivo (LEME *et al*., 2005).

As condições climáticas no verão podem causar desconforto e até o óbito de animais menos adaptados. O calor excessivo reduz a ingestão alimentar e aumenta o gasto de energia para manutenção do equilíbrio térmico (MADER *et al*., 1999).

Além disso, o estresse calórico diminui a produção de leite e a eficiência reprodutiva resultando em baixo desempenho dos animais (ARMSTRONG *et al*., 1993).

São realizadas alterações de comportamento pelo animal com o intuito de reduzir a produção de calor ou promover a sua perda, evitando estoque adicional de calor corporal. Essas alterações referem-se à mudança do padrão usual de postura, movimentação e ingestão de alimentos. Em geral, verifica-se que o percentual de vacas se alimentando durante as horas mais quentes do dia é maior em ambientes sombreados (Tabela 4), especialmente no verão (PERERA *et al*., 1986).

Rossarolla (2007) constatou que os animais sem acesso à sombra diminuem o tempo de pastejo, sem conseguir compensá-lo com pastejo noturno. As vacas observadas neste estudo ruminaram mais à noite, não havendo diferença entre tratamentos, entretanto durante o dia as vacas sem disponibilidade de sombra permaneceram mais tempo em ruminação. Além disso, animais sem acesso à sombra tiveram a temperatura retal, frequência cardíaca e respiratória aumentadas em comparação com os animais que tiveram acesso à sombra. Tem sido verificado também, que vacas leiteiras passam menor tempo em pastejo no verão e maior tempo no inverno. Por outro lado, no inverno, a porcentagem de vacas ruminando é maior do que no verão (WERNECK, 2001) e os animais permanecem maior tempo em ócio durante o verão do que no inverno (PERERA *et al*., 1986). O sistema silvipastoril pode ser uma opção para prover sombra aos animais. Este sistema caracteriza-se pelo cultivo de espécies

arbóreas em associação com pastagens. As árvores, além contribuírem para a melhora na produção, qualidade e sustentabilidade das pastagens, contribuem para o conforto dos animais, atenuando as temperaturas extremas, diminuindo o impacto de chuvas e vento, e servindo de abrigo (BEHTING *et al*., 2013; CARVALHO, 1998).

Também em sistemas de criação confinados o bem-estar pode estar comprometido. Poderá haver ventilação deficitária, muitos animais ofegantes na tentativa de amenizar o calor. O ideal é encontrar 80% das vacas deitadas na cama (COOK *et al*., 2005). É preciso também observar a limpeza das baias, pois isso está diretamente relacionado aos problemas sanitários, principalmente mastite. Para vacas da raça Jersey, a climatização da sala de espera propicia uma produção de leite aproximadamente 20% maior (PINHEIRO *et al*., 2005). Em relação à manutenção de um ambiente de conforto térmico, para atenuar os efeitos do clima de inverno em climas temperados, fornecendo abrigo, aumentando a condição corporal e proporcionando maior quantidade e qualidade de alimentos (TUCKER *et al*., 2008, 2007). Por outro lado, para atenuar os problemas com o. calor é possível diminuir a temperatura ambiental modificando a estrutura do galpão onde os animais são mantidos ou pela a introdução de instalações de refrigeração.

Aumentando a eficiência da energia de alimentação e reduzindo o calor resulta no incremento de alimento dos animais (GARCIA, 2013; TUCKER *et al*., 2008). Uma boa relação homem-animal deve ser estabelecida desde o início da vida dos bovinos (GARCIA, 2013, PHILIPS, 2010).

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 4 - Espécies arbóreas indicadas para sombreamento para regiões de clima quente sem ocorrência de geada e clima frio com geadas utilizadas em sistemas agropastoris

Nome comum	Nome científico	Adaptação ao clima
Acácia	*Acacia mangium*	Quente
Acácia negra	*Acacia mearnisii* e *A.melanoxylon*	Frio
Albízia	*Albizia sp.*	Quente
Angico branco	*Anadenanthera macrocarpa*	Frio
Angico vermelho	*Anadenanthera peregrina*	Quente
Araucária	*Araucaria angustifolia*	Frio
Nim	*Azadirachta indica*	Quente
Sibipiruna	*Caesalpina peltophorioides*	Quente
Casuarina	Casuarina cunnighamiana	Frio
Cratília	*Cratylia argentea*	Quente
Baru	*Dipteryx alata*	Quente
Eucalipito	*Eucalyptus spp*	Quente/frio
Gliricídia	*Gliicidia sepium*	Quente
Grevílea	*Grevilia robusta*	Quente
Uva-do-japão	*Havenia dulcis*	Frio
Ingá	*Inga sensilis*	Quente
Mogno africano	*Khaya ivorensis*	Quente
Leucena	*Leucaena leucocephala*	Quente
Angico mirim e angico	*Mimosa artemisiana, Parapiptadenia rigida*	Quente
Bracating	*Mimosa scabrella*	Frio
Amoreira	*Morus alba*	Quente
Pau de balsa	*Ochroma pyramidale*	Quente
Canafístula	*Peltophorum dubium*	Quente
Pinus	*Pinus sp*	Quente/frio
Paricá	*Schylozobium amazonicum*	Quente
Teca	*Tectona grandis*	Quente
Cedro australiano	*Toona ciliata*	Quente

Fonte: Behting *et al.*, 2013.

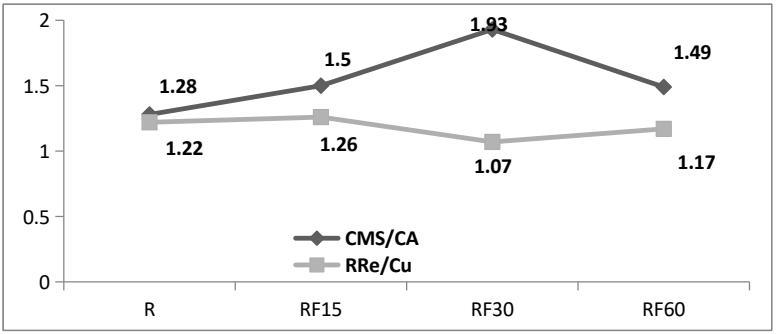
6. NUTRIÇÃO DE BEZERROS DE GADO LEITEIRO

A exploração do bezerro, ou seja, do macho na fazenda que explora a atividade leiteira enfrenta por muitos anos, a perda de direito de sobrevivência ao lado de suas irmãs e de sua mãe biológica. Por não ser produtor da matéria prima da principal atividade da propriedade é eliminado no segundo dia de vida. O principal fator para a sua eliminação é não ser na prática produtor de leite. Vários países desenvolvidos utilizam esse animal para exploração de carnes macias ou são aproveitados tradicionalmente como gado de corte. Em condições brasileiras, perde-se um mínimo dez milhões de bezerros que poderiam entrar no processo de engorda por ano. Mesmo que o rebanho nacional seja explorado com animais a pasto, na grande maioria, e a livre concorrência com os rebanhos leiteiros, esses animais podem ser engordados em regime nutricional de confinamento, recebendo suplementação. Tem-se pensado que dentre as vantagens esse animal pode ser abatido precocemente, possibilitando a liberação da vaca mais cedo, e que facilita a sua recuperação para a gestação futura.

Partindo do ponto primeiro, o dia do nascimento, programando nove meses com peso variando entre 260 e 190 quilogramas, a criação desse animal pode ser considerada fator agregador de lucros da nova atividade considerada nas fazendas leiteiras. Veterinários e zootecnistas têm relatado que a alimentação com leite pode ocorrer até 40 dias, servida ao animal em quantidades decrescentes. Desde o primeiro dia deve ser oferecido ração exclusiva. Nos primeiros 15 dias o consumo é baixo, mas a presença da ração constitui um estímulo para o animal iniciar o consumo de ração (Figura 2). Após três meses inicia o processo de engorda. Observando a variação dos preços dos alimentos, controle de doenças e manejo, a atividade de engorda passa ser

lucrativa uma vez que o mercado para a carne de qualidade existe e também tem-se observado criadores incentivados na tecnologia de engorda (HORTOLANI, 2019).

Figura 2 - Relação CMS (consumo de matéria seca total) /CA (conversão alimentar); RRe (relação receita) /Cu (custo) Bezerras



Fonte: Adaptado de Oliveira *et al*., 2014.

Foram utilizados 16 bezerros lactentes da raça Girolando, 3/4 Holandês e 1/4 Gir, distribuídos num delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 4 repetições, com duas fêmeas e dois machos.

OLIVEIRA *et al*. (2014) alimentaram bezerras lactentes Girolando com ração pura e ração (R) mais feno (F) a partir de 15 dias nas relações R (ração) F (feno)15, RF30 e RF60, sendo os tratamentos T1- Ração concentrada; T2- Ração concentrada mais feno fornecido a partir do 15º dia de vida, T3- Ração concentrada mais feno de alfafa (*Medicago sativa*) sem trituração fornecido a partir do 30º dia de vida e T4- Ração concentrada mais feno fornecido a partir do 60º dia de vida. Os melhores resultados foram melhores com a relação contendo concentrado mais feno de alfafa.

O bezerro, ao nascer, é um monogástrico, com o estômago apresentando características diferentes do ruminante adulto, não sendo capaz de utilizar alimentos sólidos; tem reflexo para

mamar e todas as condições fisiológicas e bioquímicas para utilizar o leite. Estas condições normais primárias de alimentação e manejo, em sessenta a noventa dias, este bezerro se transforma em ruminante com habilidade para sobreviver com alimentos volumosos e concentrados, com o rúmen-retículo apresentando atividade microbiana considerável, com desenvolvimento de papilas em suas paredes e capacidade de absorção de nutrientes pelas paredes do rúmen-retículo (BARBOSA *et al*., 2019).

O fornecimento de concentrado às novilhas é dependente da idade, da qualidade do alimento volumoso utilizado e do plano de alimentação adotado. Em geral, até os seis meses é necessário o fornecimento de 1 a 2 kg de concentrado com 12% de proteína bruta e 61% de nutrientes digestíveis totais.

As novilhas devem ter à sua disposição água fresca e limpa diariamente. O monitoramento do desenvolvimento das novilhas é feito por meio de observações do ganho de peso mensalmente. Vários comentários da literatura técnica comentam sobre limites de ganho de peso das novilhas, dos 80-90 kg de peso vivo até a puberdade elas não devem ganhar mais que 900 g por dia. Após a puberdade, ganhos superiores podem ser admitidos deste que se evite que as novilhas fiquem obesas. A avaliação do crescimento das novilhas pode ser feita pela pesagem ou pela condição corporal delas. Numa escala entre 1 e 5, sendo 1 = magra e 5 = obesa, as novilhas devem apresentar escore igual a 3.

A vaca leiteira deve ter acompanhamento de suplementação alimentar antes e depois da fecundação principalmente em relação à dieta de fósforo e cálcio, nutrientes essenciais para as matrizes. O animal deve ter o fósforo sempre disponível no cocho uma vez que esse nutriente é responsável por manter a fecundação em condição de ser desenvolvida e gerar animais saudáveis potencialmente aptos para apresentar um desenvolvimento vi-

goroso. Esse nutriente mesmo que o pasto seja de qualidade, a concentração do fósforo deve ser reforçada no cocho. O cálcio, além de manter a vaca sem desgaste ósseo é responsável pela formação óssea do bezerro. Para promover uma alta linhagem genética, é recomendável utilizá-lo na alimentação da matriz. As proteínas, vitaminas e sais minerais auxiliam na produção de leite em volume suficiente para alimentar o bezerro e aproveitar o excedente para consumo humano (BARBOSA *et al*., 2019).

7. MODELOS DE PRODUÇÃO DE LEITE À PASTO (Equipe Técnica da Matsuda)

Como sempre, existe uma preocupação do agropecuarista sobre o que alimentar as vacas no inverno para a produção do leite. Antes de aplicar uma dieta necessária, nesta estação de clima frio é necessário que se pense que a produção do leite, que constitui um processo de troca entre a qualidade da dieta oferecida ao animal e o volume de leite produzido (Tabela 5).

Tabela 5 - Países produtores de leite em diferentes métodos de pastejo, produção média diária, e diferenças, médias, entre preço de custo e valor comercial do litro de leite

Região	Sistema	Alimentação	Custo (US/L)	Preço (US/L)
Nova Zelândia Sul da Austrália	Pastejo intensivo (estacional)	Azevém adubado e trevo	(10-14)*12	(15-19)*17 Retorno **5,0
Norte da Austrália	Pastejo intensivo	Grama tropical adubada, forrageira de inverno, silagem, concentrado médio	(12-20) *16	(17-25) *21 **5,5
Argentina e Chile	Pastejo intensivo	Alfafa, feno concentrado (baixa)	(13-17)*15	(18-25)*21,5 ** 6,5
União Europeia	Pastejo intensivo	Azevém, silagem, fino, concentrado (médio)	(27-38)*32,5	(29-40)*34,5 **2,0
USA e Canadá	Confinamento	Silagem, feno, concentrado (alto)	(24-34)*29	(25-36)*30,5 **1,5
Brasil	Pastejo extensivo	Gramínea tropical	(10-15)*12,5	(15-20)*17,5 **5,0
Brasil	Pastejo intensivo	Gramínea tropical adubada, silagem/cana, (concentrado médio)	(18-22)*20	(23-28)*25,5 **5,5
Brasil	Confinamento	Silagem de milho feno (alto)	(35-38)*36,5	(38-40)*39 **2,5

Fonte: Adaptado de Assis, 1997.

Preço – Custo = Retorno ou lucro de acordo com o sistema baseado em época passada, não atualizado. *Médias; **Retorno em cada litro de leite.

7.1 - Produção intensiva de leite em pasto

Conhecedores do processo de produção do gado leiteiro a pasto atribuem que este sistema de exploração leite reduz o custo de produção, porém diminui a produtividade. O volume de produção fica limitado ao tamanho das áreas, que geralmente são pequenas. A saída ainda é aumentar a receita, ou seja, comercializar por um preço justo o litro de leite. Nestas condições mesmo executado em regime intensivo, as pastagens constituem-se no componente principal da dieta dos ruminantes, especialmente nas regiões tropicais, onde, exceto em regiões de alta densidade demográfica, a terra ainda é considerada um fator de baixo custo, e plenamente disponível.

Mesmo em áreas onde o uso da terra é intensivo, pastagens manejadas racionalmente tem função na preservação das características físico-química do solo, reciclando nutrientes e controlando a erosão do solo, sempre observada e discutida em reuniões da classe produtiva. De acordo com a revisão de Nascimento Jr; Barbosa, tendo como suporte vários pesquisadores da área, verifica-se pela aptidão leiteira da vaca, o valor nutritivo do pasto e o consumo de forragem determinam a produção de leite do animal. Sob pastejo intensivo em condições climáticas do período das secas, o consumo de matéria seca verde é afetado principalmente pela disponibilidade de forragem e também pela estrutura da vegetação envolvendo a densidade, altura, relação folha: colmo. A pressão de pastejo (PP) é um parâmetro essencial para a determinar a produção de leite por vaca por hectare, kg de leite/ha. Para muitos estudiosos, incluindo a equipe citada por esses autores, a vaca na atividade agropecuária equivale a uma fábrica, na qual produtos como carne, leite, lã, grãos e outros são produzidos a partir de matérias primas que incluem a

terra, águas e adubos, como meio de subsistência e também para satisfazer a realização do proprietário.

O sistema de produção é caracterizado pela sequência envolvendo a matéria prima e o produto final programado. O animal deve ser considerado uma máquina de transformação de pasto em produtos úteis ao homem e não como um moinho de transformar forragem em esterco. Para a determinação do potencial das pastagens, ou de qualquer sistema, para a produção de leite é necessário caracterizar ou quantificar a ênfase que o criador atribui aos principais insumos envolvidos no processo de produção de leite na propriedade agrícola. Para isto pode-se estabelecer três insumos importantes como responsáveis pela alteração no nível de produtividade de leite na propriedade, ou seja, a produção anual de forragem, a lotação animal por hectare e a quantidade de alimento adquirida fora da propriedade, que complementa a necessidade animal. Apesar do potencial para a produção animal nos trópicos seja promissor, a capacidade atual de produtividade brasileira é ainda muito baixa, ou seja, cerca de 360 kg de leite/animal/ha/ano diretamente dependente do problema da descontinuidade de produção das pastagens perenes tropicais ao longo do ano, relacionada à época chuvosa e a seca. Esse baixo rendimento verificado, pode ser considerado como um alerta otimista uma vez que incentiva os agropecuaristas investirem mais e melhorar o padrão do manejo da sua atividade leiteira. Embora se encontre um certo número de profissionais que se dedica à atividade leiteira com esforço e inteligência sempre é necessário manter em contato com órgãos governamentais mostrando a estas autoridades os pontos fracos da atividade em execução.

É conhecido que viabilidade de um sistema produtivo econômico seja ele industrial ou tradicionalmente agropecuário pode

ser considerada a análise de seus custos e benefícios, para tanto esta viabilidade da produção leiteira em sistemas de pastagens, seja ela nativa ou melhorada, deve passar por análises econômicas periodicamente e serem bem analisadas sobre a sua continuidade em determinada região ou época do ano. A realidade da atividade é injusta com o produtor de leite, por não terem poder de barganha principalmente por produzirem um produto perecível, quase sempre sem a visão dos órgãos governamentais interessados em estabelecer um preço equivalente ao custo de produção. Na prática observa-se que tecnologias novas existem, assistência técnica preparada se encontra disponível, contudo a situação lenta do progresso da agropecuária sugere uma política de incentivo dos setores de produção (Tabela 6).

Tabela 6 - Uso de Capim elefante na alimentação intensivo do gado de leite a pasto

Entidade	Verão	Tx. lotação	Adubação	Prod. Leite	Inverno
ESALQ - USP	C.elefante 1	7 a 10 vacas por hectare	400 N/ kg/ ha/ano	20 kg/vaca dia	Silagem feno
CNPGL	Elefante 3	6 vacas/ha	200 kg N e K_2O kg/ha/ ano	12 a 13,3 kg/vaca dia	Cana e ureia

1 – Pastejo de um dia e 45 dias de descanso,

2 –Suplementação com concentrado (1 kg/2kg leite),

3-Pastejo de três dias e 33 dias de descanso,

4 – Até 12 kg leite/ha sem complementação de concentrado=capim, ha=hectare. Tx=taxa. Modelo Matsuda.

Tabela 7 - Índices técnicos e econômicos de fazendas produtoras de leite, antes e depois da adoção de pastejo de capim elefante

Indicadores	Antes	Depois
Produção diária (litros/vaca).	5,8	7,0
Produção por lactação (litros de leite/vaca)	1746	2090
Taxa de lotação (UA/ha)	0,82	2,0
Produção por ha (litros/ano)	1578	2391
Concentrado (kg/ha/ano)	225	421
Custo total por litro	0,23	0,18
Preço médio recebido por litro	0,20	0,19
Ponto de nivelamento (litros)	165691	205394
Produção obtida (litros/ano)	140284	223820

Fonte: Silvestre, Reis, 1994 – EMATER-MG, citado pelo Grupo Matsuda, 1919.

Tabela 8 - Programação nutricional prática de alimentação de vacas

	VACAS EM LACTAÇÃO		VACAS SECAS*	
	Secas	**Águas**	Secas	**Águas**
Volumoso	Silagem capim, cana ou pasto diferido	Pastejo rotacionado	Silagem capim, cana ou pasto diferido	Pastejo rotacionado
Suplemento	1 kg de ração/3 kg de leite.	Top milk proteinado	1 kg de ração	Top milk proteinado

*20 dias antes do parto aumentar gradativamente a ração de 1 kg até 1% de peso vivo com o objetivo de adaptar a vaca parideira quando em lactação. Observação do Grupo Matsuda: Vacas que produzem mais de 12 kg de leite/dia necessitam de dosagens maiores de concentrados.

Esse potencial de produção, a maioria ocupada por rebanho a pasto leva em consideração que aproximadamente 80% da área ocupada na atividade leiteira se encontra na faixa tropical com possibilidades de produção forrageira durante todo o ano incluindo condições naturais de clima ou pastos irrigados em áreas menores.

Devido à presença, especialmente de forrageiras tropicais que apresentam crescimento estacional, em mais 70%, da produção de matéria seca realizada no período de primavera-verão. O equilíbrio de oferta de alimento, procurado, baseado nas condições de planta verde, disponível com sobra, na estação chuvosa e carência de disponibilidade de alimento no período seco, faz com que a pressão de pastejo varie ao longo do ano (Tabelas 7 e 8). Na programação de oferta e a demanda de nutrientes para os animais, é salutar evitar períodos de super e subpastejos que comprometem a produção e a qualidade da pastagem (ASSIS *et al*., 1997).

Esta alerta de comprometimento de produção para cobrir os períodos de baixa produção de massa foi discutida por Assis *et al*. (1997), Zimmer e Euclides Filho (1997), preocupados com a capacidade de produção do rebanho bovino brasileiro e a instabilidade de garantias quantitativas na produção, atualmente da ordem de 32 bilhões de litros por ano, sendo aproximadamente 20 milhões das vacas submetidas à ordenha. De acordo com esses autores, estas vacas podem ser de corte, de duplo propósito ou especializada. Cabe ressaltar que grande proporção de leite produzido é a pasto, pois o concentrado somente é oferecido aos animais de produções superiores a 8 litros/vaca/dia, como complemento da pastagem (ZIMMER; EUCLIDES FILHO, 1997).

A mesma situação se repete anualmente e desta situação é necessário programar para a estabilidade qualitativa dos alimentos a serem oferecidos aos animais. Cada vez mais, com a redução de áreas de pastagem, torna-se necessário oferecer aos animais alimentos conservados.

A vaca em pasto procura o seu alimento, sozinha. A alimentação de animais em pasto, sempre foi considerada como o processo mais barato, utilizando seja a cana ou o sorgo, fresco ou silagem ou feno, é manter as vacas em ambiente de pasto. Ainda,

o custo do capim do pasto é o mais baixo e consegue manter a atividade leiteira sempre em evidência. Sempre quando as condições de clima não são favoráveis à produção de leite, por oferecer produtos de preço não sustentáveis, a atividade em pasto consegue manter a produção em níveis equilibrados com o consumo interno. Tem sido observado pela equipe técnica da Matsuda que o sistema em situação de estação de clima desfavorável a produção de massa a produção máxima de leite em pasto fica entre 25 e 30 kg de leite por dia.

O custo é importante, quando a silagem é mais cara, a vaca precisa produzir mais leite para pagar o custo desta silagem (OLIVEIRA NETO, 2018), se o preço da cana é mais baixo e se a vaca estiver produzindo menos leite, então maior quantidade de suplementação deve ser oferecida a este animal, não somente melhora em quantidade e, também, na porcentagem de energia e proteína no concentrado. O feno ou a silagem sozinha não constitui uma opção pelo fato do preço, ambos são opções para fases especiais porque atende a necessidade do rebanho em circunstância especial, ou seja, a última opção para casos extremos. Cana é muito bom para vaca de baixa produção, pois atende pequenos produtores por ser mais rústica, menos exigente e acessível a baixa tecnologia. Contudo tem-se sugerido que não se deve optar pela cana em função da grande mão de obra em cortar cana todos os dias. Considerando que a agropecuária tem desenvolvido paralela aos setores de máquinas, o mesmo tempo sugerem o uso da cana quando o agropecuarista possuir máquinas adaptadas a esse serviço, o processo de alimentação do gado é facilitado, podendo ser uma opção ou alternativa para levar alimentos aos cochos.

Com a cana bem picada, associada ao concentrado bem formulado, uma vaca pode produzir 25 kg de leite tranquilamente, se

tiver genética. Para vacas mais produtoras de leite, a cana isolada não é uma boa opção. O mesmo acontece com o grão de sorgo, por ser um grão pequeno e se não for ser bem processado, passa direto no rúmen e não é aproveitado, sem contar com o consumo de grãos em campo aberto pelos pássaros que comem o grão de sorgo e a qualidade da silagem resultante fica empobrecida.

Silagem é excelente alimento e apresenta facilidade de trabalhar, mas o sistema precisa ser acompanhado. Embora a cana permita mais erros e, mesmo não indicada, a silagem de cana pode ser oferecida aos animais para evitar que esta venha a se perder por motivos como envelhecimento da cana, fogo no canavial e necessidade de ser substituída na propriedade. A cana, na prática é um tipo de silo em pé, a melhor opção é cortar todos os dias durante a seca. Tudo deve ser antecipadamente planejado. Os fatores que transformam a atividade leiteira em fator de dificuldades devem ser consultados e muitas vezes acompanhados por técnicos especializados.

A atividade de manejo animal incluindo a leiteira tem sido trabalhada no ramo de manipulação de espécies especializadas na produção de massa criação e teste de diferentes espécies de capins com resultados que devem ser conhecidos pelos agropecuaristas.

8. TECNICAS PARA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS DOS BOVINOS

Animais bovinos alimentados com o capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) têm demonstrado a importância dessa forrageira na produção de massa e na redução de custos da atividade leiteira. Seu valor está associado à sua qualidade e com a contribuição de até 100% da dieta do rebanho, apresentando boa adaptação aos diversos tipos de solos e boa aceitação pelos ani-

mais. Embora seja forrageira tradicionalmente usada para corte, atualmente é crescente o interesse dos pecuaristas pela sua utilização sob pastejo, principalmente para vacas em lactação (COSER *et al*., 2000). Silagem, também considerada forragem, o uso do capim-elefante na forma de forragem conservada, como alternativa para alimentação animal na época seca do ano. O elevado número de trabalhos de pesquisa sobre esse capim reflete o elevado nível de reconhecimento dessa forrageira tanto no nível interno como no exterior. Firmas particulares respeitadas pela sociedade agropecuária estão sempre prestigiando o valor dessa forrageira (Tabela 9).

Tabela 9 - Adubação recomendada de acordo com o modelo brasileiro de produção intensiva em pasto

Entidade	Verão	Taxa de lotação - vacas/ha	Adubação -kg/ha/ano	Produção de leite. kg/vaca/dia$_2$	Inverno
Esalq-USP	C.elefante$_1$	7-10	400 N	20	Silagem ou feno
CNPGL	C.elefante$_3$	6	200 N-K_2O	12 a 13,3$_4$	Cana e ureia

1 – Pastejo de um dia e 45 dias de descanso; 2 – Suplementação com concentrado 1 kg:2,5 kg de leite; 3 – Pastejo de três dias e 33 dias de descanso; 4 – Até 12 kg/leite/dia sem suplementação concentrada.

8.1 VACAS LEITEIRAS

As vacas, em especial condição em lactação, para demonstrar todo o seu potencial de produção, exigem atenção especial do agropecuarista e um manejo adequado para que não haja quebra na produção. Tem-se recomendado colocar as vacas em piquetes especiais dependendo da faixa de produção de leite, as matrizes em lactação devem ser separadas em piquetes em detrimento da sua faixa de produção de leite. Esta separação relacionada

ao manejo nutricional deve estar de acordo com a exigência dos animais de cada lote.

A frequência de colocação de alimento recomendada é três vezes por dia, após cada ordenha com ração composta por silagem de milho, feno, concentrado e sais minerais. O manejo sanitária tradicional e básico constitui de vacinação semestral contra febre aftosa acompanhada de vermifugação. Água limpa deve estar disponível continuadamente.

Os padrões ideais de **eficiência reprodutiva,** embora difícil de conseguir, são caracterizados por intervalo de partos de 365 dias, 12 a 12,5 meses. Para que isso ocorra, considerando o período de gestação de 284 dias ou seja 9,5 meses, o período de serviço deve ser de 81 dias.

A novilha, depois que ela atinge o peso ideal de cobertura, entre 350 e 330 kg de peso vivo, respectivamente, para a raça Holandesa e outra mestiça, obtidas pelo seu cruzamento com uma raça zebuína, ao final da etapa de recria, a novilha, ao apresentar o cio, será coberta por um touro ou inseminada artificialmente.

O período de serviço é conceituado como ciclo produtivo da vaca de leite, que antecede a próxima fecundação, no intervalo de tempo que vai do parto à próxima fecundação. Este compreende o período puerperal, quando ocorre a involução uterina, isto é, a recomposição do sistema genital, principalmente do útero e o serviço propriamente dito em que o touro está cobrindo a fêmea.

Caso houver atraso ou carência nos fatores nutricionais, sanitários e problemas na identificação do cio que contribuem para atraso no retorno à atividade ovariana pós-parto, resulta em maior período de serviço e de intervalo entre parto, redução no período de lactação e menor produção de bezerros por ano e durante sua vida útil. Consequentemente, os custos de produção passam a ser elevados pela manutenção de animais com baixa

produção no rebanho. O controle de todos os fatores que influenciam no número de partos, um período de serviço acima de 60 dias significa que o manejo pós-parto é deficitário. Nesses cuidados com a vaca inclui a atividade de reprodutores saudáveis.

O diagnóstico da concepção e gestação da vaca, para comprovação da fertilização, ocorre aos 40 e 60 dias após a cobertura ou inseminação, e, se a concepção for confirmada, essa fêmea passa a ser manejada junto às vacas secas ou, se há animais em número suficiente, num lote apenas de novilhas, que receberão alimentação para continuar ganhando peso para chegar ao parto com a meta de peso adequado à sua genética.

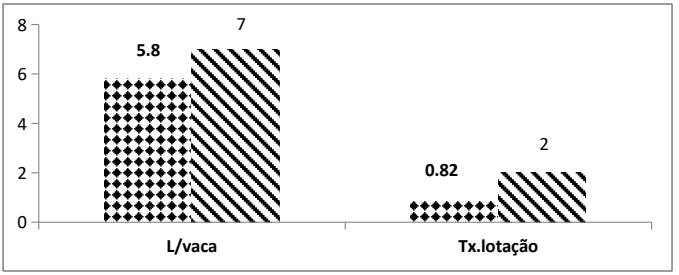
Em torno de três a quatro semanas antes do parto, ela poderá ser manejada para junto ao lote de vacas em lactação. Essa transferência é indicada para permitir a adaptação da novilha à nova dieta e, principalmente, para adaptação à rotina de ordenha das vacas em lactação.

Geralmente, essas vacas consomem uma dieta contendo mais concentrado, e são manejadas, no mínimo, duas vezes por dia para as ordenhas. Poucos dias antes do parto, a novilha é levada para uma baia maternidade, no caso de confinamento, ou para o pasto maternidade, onde ocorrerá o nascimento da cria. A alimentação fornecida será a mesma das vacas em produção. Após o parto, a vaca passa até 24 horas com o bezerro, que é, então, apartado, passando a ser manejada junto às vacas em lactação. Se o rebanho estiver dividido em lotes, para alimentação diferenciada conforme a produção, a fêmea primípara, ou seja, que pariu pela primeira vez, receberá a mesma alimentação do grupo de maior produção (SANTOS, 2020).

Os bezerros consomem principalmente o leite por um período de desenvolvimento consumindo leite e alimentos apropriados a sua idade. Os criadores organizados na procura de con-

seguir uma cria por ano utilizando o desmame precoce. Dentre as vantagens da desmama ou do desaleitamento precoce, que devem ser realizadas abruptamente, são as reduções no custo da alimentação, da mão-de-obra e a não ocorrência de distúrbios gastrointestinais. Destina-se a transformar o bezerro de monogástrico em ruminante o mais cedo possível. O marco desta mudança no processo de nutrição da cria é quando o bezerro estiver consumindo 600 a 800 g de concentrado por dia, de maneira consistente, ele estará pronto para ser desaleitado ou desmamado, independentemente de sua idade, tamanho ou peso. Após duas semanas o novo animal está consumindo alimento sólido e água. Assim os animais crescem saudáveis com manejo caracterizado por cuidados que auxiliam a manutenção e melhoria da eficiência da produtividade do rebanho leiteiro.

Figura 3 – Produção de leite por vaca e taxa de lotação antes e depois com o cultivo de Capim elefante



IR PARA SUMÁRIO

Tabela 10 - Recomendação de ração de vacas em lactação e vacas secas ou prenhas

	Vacas em lactação[1]		Vacas secas*	
	Secas	**Água**	**Secas**	**Água**
Volumoso	Silagem de capim, cana ou pasto diferido	Pastejo rotacionado	Silagem de capim, cana ou pasto diferido	Pastejo rotacionado
Suplemento	1 kg de ração:3 kg de leite	Top Milk proteinado	1 kg de ração	Top Milk proteinado

*20 dias antes do parto – aumentar gradativamente à ração de 1kg até 1% do peso vivo.

Tabela 11 - Plano nutricional para bezerros de 0 a 10 meses de idade

	Até a desmama		Da desmama até ao quarto mês		Do 4-7/7-10 meses	
	Seca	**Águas**	**Seca**	**Águas**	**Seca**	**Águas**
Volumoso	Feno	Feno	Feno ou silagem capim	Pastejo rotacionado	Feno ou silagem capim	Pastejo rotacionado
Suplemento	Ração à vontade e 3-4 litros de leite	Ração à vontade e 3-4 litros de leite	Até 2 kg de ração	Até 2 kg de ração	1-2 kg de ração	Até 1 kg de ração

Tabela 12 - Plano nutricional de novilhas de 10 meses até o primeiro parto

	10 meses ao acasalamento		Primeiro serviço ao primeiro parto*	
	Secas	**Águas**	**Secas**	**Aguas**
Volumoso	Silagem capim, cana ou pasto diferido	Pasto de boa qualidade	Silagem capim, cana ou pasto diferido	Pasto de boa qualidade
Suplemento	1 kg de ração	Milk proteinado ou Phos Verão	1 kg de ração	Milk proteinado ou Phos Verão

*20 dias antes do parto, aumentar gradativamente a ração de 1 kg até 1% do peso vivo para ir adaptando com a quantidade que irá receber quando em lactação e levar a vaca para a sala de ordenha junto com outras vacas para adaptação.

Top Milk proteinado: tipo de produto branco da Matsuda com vitaminas usado para vacas (Figura 3) e novilhas a pasto tanto na seca como na época das águas. Contem teores de selênio e cobalto elevados por isso indicado para rebanhos de leite em geral. Sua composição por kg do produto e constituído de cálcio (Ca) (175 g), Cobalto (Co) 200 mg, Cobre (Cu) 1700 mg, Enxofre (S) 15 g, Ferro (Fe) 1000 mg, Flúor (F) máximo 900 g, Fósforo (P) 90 g, Iodo (I) 200 mg, Magnésio (Mg) 15 g, Manganês (Mn) 1500 mg, Níquel (Ni) 45 mg, Selênio (Se) 36 mg, Sódio (Na) 88 g, Zinco (Zn) 8 000 mg, Vitamina A, 110 000 UI (unidade internacional) , UI Vitamina D 30 000 UI, Vitamina E 75 mg.

Existem recomendações de mistura envolvendo produtos vegetais e minerais para vacas de alta produção de leite, entre 20 e 30 litros (Tabelas 10, 11 e 12).

Tem-se sugerido dietas em vacas pesando entre 500 e 600 kg/animal que produzem entre 25 e 35 litros de leite/dia para consumo e necessidade dietéticas quantidades em torno de CVMS (consumo voluntário de matéria seca) 20 kg, CVMS (consumo voluntário de matéria seca) 20 kg, ELI (energia líquida para lactação)1,28 Mcal/kg, NDT (nutrientes digestíveis totais) 60%, PB (proteína bruta) 14%, FDN (nutrientes digestíveis totais, mínimo e máximo) 25-33%, PNDR (proteína não degradável no rúmen (% PB) 32, FDA (fibra em detergente ácido, mínimo e máximo) 17-21 %, Ca (cálcio) 0,60 %, P (fósforo) 0,30 %, Mg (magnésio) 0,18 % , K (potássio)1,0 % , Na (sódio) 0,22 %, S (enxofre) 0,20 %, Co (cobalto) 0,11 mg/kg, Cu (cobre) 0,11 mg/kg , I (iodo) 0,62 mg/kg, Fe (ferro) 12 mg/kg, Mn (manganês) 14 mg/kg, Se (selênio) 0,30 mg/kg, Zn (zinco) 43 mg/kg, Vitaminas A 3700 UI (unidade internacional) /kg, D 1015 UI/kg, e E 27 UI/kg, Bases: lactose do leite 4,8 %; proteína do leite 3%; gordura

no leite 3,5%. Escore da condição corporal 3,0, Mcal = megacaloria. (REIS, *et al*., 2009).

A importância das empresas comerciais é a atualização constante nas recomendações para os diferentes grupos e época para os animais. Com isso paralelamente vão especializando as entidades governamentais de pesquisa criando sempre um ambiente competitivo saudável para o desenvolvimento da agropecuária.

Tabela 13 - Alimentação de vacas leiteiras

	LACTAÇÃO	LACTAÇÃO	LACTAÇÃO
Fubá milho	59	65	57
Fubá de soja	36	29	21
Polpa cítrica	-	-	15
Ureia	1,0	1,0	2,0
Sal branco	1,0	1,0	1,0
TOP MILK NUCLEO	4,0	4,0	4,0
PB	22,0	22,0	22,0
NDT	75	75	72
Cálcio	1,15	1,16	1,32
Fósforo	0,66	0,66	0,59

Fonte: Grupo Matsuda.

O controle da saúde de uma geração que no futuro passa a fazer parte de um rebanho inicia antes do nascimento do bezerro (Tabela 13). Neste conceito de alimentação equilibrada enfatiza a saúde da vaca e desenvolvimento do feto durante a gestação. Dentre os seres vivos, tem-se observado que tendo ancestrais saudáveis, a geração contemporânea passa a gozar de melhor qualidade de vida. Oliveira *et al*. (2007) enfatizam que na gestação das matrizes, muitos nutrientes são usados diretamente na forma ação do feto. Alguns deles, além de serem essenciais

não só para o bezerro que está sendo gerado, ainda está preparando a vaca para um parto normal, sem dificuldades.

Vários são os pequenos cuidados de manejo incluindo a nutrição ideal das vacas prenhas, que garantem a saúde plena e bem-estar animal para essas matrizes e suas crias. Uma matriz é considerada saudável e produtiva ao gerar um bezerro por ano.

Procura-se com essas técnicas, a obtenção de baixas taxas de morbidade e mortalidade na criação de bezerros, fator essencial para o sucesso de todo sistema de produção de leite. Nas primeiras semanas de vida, os bezerros necessitam de maiores cuidados e proteção devido à sua elevada susceptibilidade às infecções.

O manejo deve ser orientado, a fim de se manter um bom estado nutricional e profilaxia de todas as doenças de ocorrência comum no rebanho. Assim, haverá redução nos custos de produção e das possíveis sequelas nos animais adultos, que se refletem no potencial produtivo do rebanho. A produção animal por área é o resultado do número de animais por área e do desempenho individual animal.

Este desempenho por sua vez depende do potencial genético do animal, da qualidade da dieta consumida e do consumo voluntário, sendo a qualidade da dieta e o consumo em função da pastagem e do animal. Portanto, desde que o potencial genético do animal (CARNEIRO JUNIOR, 2009) não seja limitante o desempenho individual será observado em função das características da forragem disponível, das características do animal envolvendo espécie, estádio fisiológico e tipo de produção e do comportamento animal frente às condições das pastagens.

O pastejo rotativo é baseado no consumo animal diário está que está sendo realizado consumindo uma forragem com alto teor de folhas, parte mais digestível e de melhor valor nutricional da gramínea, podendo assim expressar o seu potencial para leite

reduzindo, então, o concentrado de custo alto da dieta. A utilização de alimentos proteínas estimula um aumento no consumo do pasto, devido a um maior aporte de energia e proteína no rúmen, aliado a um correto balanceamento de minerais, vitaminas e aminoácidos permitindo um aumento na produção de leite.

Com a maturação da forragem, em decorrência de menor luminosidade, temperatura e umidade, tem-se decréscimos do seu valor nutritivo das forrageiras. Fato este, devido a translocação de nutrientes para produção de semente passando do seu estado vegetativo para reprodutivo aliado ao processo de lignificação da parede celular diminuindo os níveis de proteína, energia, minerais e vitaminas disponíveis para os animais. Sendo assim, na estação seca do ano, fica impossível manter a mesma produção de leite obtidas nas águas devido à baixa quantidade e qualidade nutricional das pastagens.

Tendo a suplementação, concentrada ou volumosa, a silagem de capim ou de grãos, cana-de-açúcar, feno de gramíneas ou pasto diferido vai melhorar as condições qualitativas do animal. O alimento preparado pode ser balanceado para a relação 1kg de ração para 3kg de leite/vaca/dia. Como resultado pode-se conseguir uma ração com 4% do Top Milk Núcleo e 1% de sal branco, que atende as necessidades diárias de todos os minerais sendo importante salientar as quantidades de zinco, cobre e selênio que reduzem a incidência de mastite nas vacas. O Top Milk Núcleo não possui sal branco, pois sua inclusão na formulação não permitiria fechar a exigência dos outros minerais.

As vacas secas em qualquer idade merecem atenção diferenciada, prevendo ter condições para uma parição em boa condição corporal para um retorno ao cio mais rápido e consequentemente um menor intervalo entre partos (Tabelas 14, 15 e 16). Com isso, são evitados problemas de doenças metabólicas e ca-

rências ao parto como febre vitular, cetose, acidose entre outras e, nascimento de bezerros fracos. Vacas de produção superior a 12kg leite/dia necessitam de maior quantidade de concentrado.

A febre do leite (FL), chamada de febre vitular, hipocalcemia puerperal, paresia puerperal ou paresia da parturiente, é uma doença metabólica que ocorre em vacas na primeira semana pós-parto devido a uma hipocalcemia aguda, ou seja, uma deficiência de cálcio no organismo. Normalmente, esta alteração ocorre 72 horas após o parto, no entanto pode ocorrer antes deste período ou durante todo o período de lactação. A deficiência de cálcio ocorre por ocasião da produção de colostro, período de pré parto, quando ocorre desvio deste nutriente para o colostro. No fim da gestação o organismo da vaca não consegue compensar a perda de cálcio pelo leite, no caso o colostro, e para a formação do feto e superar a absorção do cálcio pelo intestino, mesmo ocorrendo a mobilização deste nutriente proveniente dos ossos. Eventualmente, as vacas que passam por uma queda de cálcio na corrente sanguínea durante o período pós-parto mas é importante a realização de um balanceamento alimentar dos animais neste período. Animais carentes em cálcio, apresenta baixo teor desse nutriente na corrente sanguínea resultando pode ter redução de produção de leite em 14% na lactação e diminuição da vida útil e até quatro anos. Após o nascimento do bezerro, a mãe fica propensa a desordens na saúde como deslocamento do abomaso, retenção de placenta, cetose, mastites, além de reduzir a fertilidade em consequência do aumento do período de amestro.

As vacas leiteiras, principalmente as mais velhas, além do pasto deve receber ração especial para atender a mantença e produção e com isso evita-se a inadequada ingestão de fósforo. Vacas de corte são menos afetadas por esta doença. Essa autora

relata que depende da raça, a Jersey, mesmo produzindo menos que a raça Holandesa, é mais afetada pela FL. A ocorrência desta doença uma vez aumenta a possibilidade, em até cinco vezes, a reincidência da enfermidade. Os sinais clínicos são caracterizados pelo aumento de sensibilidade, tremor muscular da cabeça e dos membros, redução da locomoção e não se alimentam além de apresentar agitação e paralisia da cabeça, com ranger de dentes e, mais tarde, rigidez dos membros posteriores, deste modo o animal se deita, permanecendo em decúbito. O animal permanece deitado por um longo período de tempo, resultando em torcicolo e diminuição de consciência; após um certo tempo há o desaparecimento da rigidez dos membros, tornando-se flácidos. Geralmente, o tratamento é realizado com a administração intravenosa de 9 g de cálcio, contudo nem todas as vacas respondem a este tratamento. Efeitos indesejáveis ao coração são observados quando a aplicação de cálcio for muito rápida. As aplicações subcutâneas são mais seguras, porém a absorção é mais lenta. Tem-se usado a aplicação de metade da dose de cloreto de cálcio, por via intravenosa e metade por via oral. A absorção intestinal de cálcio e fósforo é melhorada com a aplicação de vitamina D, ocorrendo o recrutamento pelo organismo de cálcio presente nos ossos, verificando aumento deste na corrente sanguínea. O tratamento preventivo pode ser realizado com a administração de quantidades adequadas de cálcio logo após o parto, quando há queda deste mineral nas vacas. Outra medida eficiente é o fornecimento de uma dieta com níveis de cálcio adequados no pré-parto ou uso da vitamina D (MELDAU, 2020).

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 14 - Recomendações para cobertura (Matsuda)

Raça	Peso (kg)	Idade (meses)
Holandês e Pardo suíço	350-400	15
Jersey e Airshire	300-320	15
Mestiças	300-330	22

Tabela 15 - Pesos e idade na época do parto

Raça	Peso (kg)	Idade (meses)
Novilhas	75 a 85% do peso adulto	
Holandês	550-beso	24
Mestiças	450-500	31

Tabela 16 - Escore corporal desejada da vaca, na escala de 1 a 5 sendo 1, animal magro e 5, animal obeso

Novilhas	Escore corporal
Jovem	2,0 a 3,0
Acima de 6 meses de prenhês	3,0 a 3,5
Próxima ao parto	4,0

9. CRIAÇÃO DE BEZERROS

Um dos problemas que ocorrem para a baixa produtividade da atividade leiteira é a avançada idade ao primeiro parto das novilhas. Isso devido a muitas causas, mas a principal é a má alimentação e manejo incorreto dessa categoria animal, especialmente durante a estação seca do ano. O resultado de uma alimentação deficiente é o atraso no primeiro cio e consequentemente na idade da parição. Essa idade avançada ao primeiro parto tem efeitos negativos para o produtor como atraso no melhoramento genético do rebanho; diminui a taxa de

descarte de vacas velhas ou de baixa produção; diminuição de produção leiteira, pois antecipando a parição da novilha mais cedo será a sua produção de leite; permanência de uma categoria animal , novilha de 2 a 3 anos, significando em menor giro de capital e custos mais altos para mantê-la na propriedade sendo que uma outra categoria, vaca seca, vaca em lactação ou bezerros poderiam estar em seu lugar.

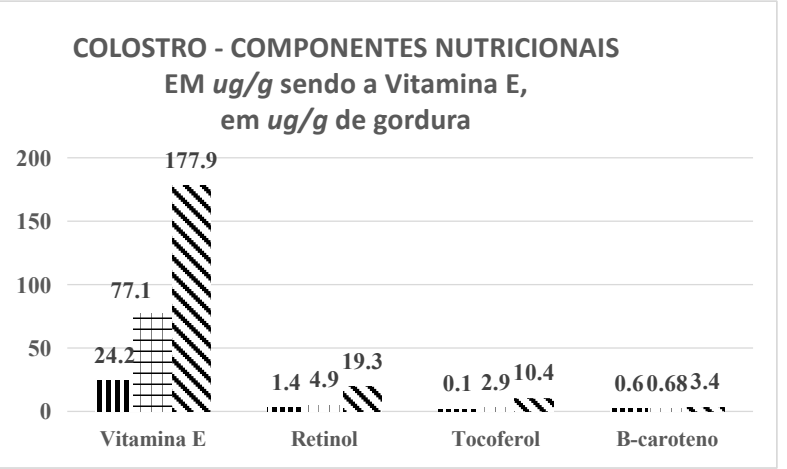
Um fator importante a ser avaliado é que o bezerro e a novilha devem ser considerados como investimentos da propriedade pois o futuro desta dependerá do manejo nutricional, sanitário e do melhoramento genético imprimido nestas categorias. E por estas categorias não gerarem receitas em curto prazo, na maioria das propriedades brasileiras elas são destinadas aos piores pastos, esquecendo que são animais com uma exigência nutricional alta, sensíveis a deficiências de energia, proteína, minerais e vitaminas. Uma novilha proveniente do cruzamento de uma vaca com um touro com alto potencial genético para leite, teoricamente, será melhor de produção que sua mãe, por isso é importante enxergar estes animais com olhos para o futuro. A qualidade do alimento, especialmente dos volumosos, influenciado por características de genética, ambiente e manejo, é um fator a ser considerado. Comparativamente, um volumoso de qualidade resulta em menores gastos com concentrado, que é o fator mais caro da alimentação animal, resultando em maior custo final no preço do leite e menor rentabilidade da atividade.

9.1 Alimentação dos bezerros

Os cuidados com o bezerro começam com a vaca gestante. Fase quando o animal necessita de energia, proteína, Ca, P, I, Mg, Co, Se, vit. A, D e E; a deficiência nutricional no final da gestação acarreta em nascimentos de bezerros fracos susceptíveis

às doenças, animais mais leves, natimortos, abortos; as vacas devem ganhar 500 a 600g/dia pois o feto ganha metade de seu peso (15 a 20 kg) no final da gestação as vacas devem ficar em baias ou pastos maternidades no pré-parto, em locais limpos, bem drenados, com cochos, sombras, com certa declividade para evitar poças e próximo à sede ou casa do encarregado.

Figura 4 - Composição nutricional do colostro



Fonte: Adaptação de Santos, 2013.

A mortalidade dos bezerros ocorre por deficiência alimentar da vaca gestante, o não fornecimento ou quantidade pequena de colostro, subnutrição, más condições de higiene e alta umidade. Evitar colocar os bezerros junto aos currais e misturados com bezerros mais velhos. O cuidado com o bezerro começa pela oferta de colostro ao bezerro mais cedo possível acompanhado de cura do umbigo até secar completamente, média de 3 dias, retirar as secreções do nariz e boca ao nascimento, pesar e identificar. O colostro tem de 13 a 14% PB, principalmente de imunoglobinas, tem de ser rico e ser dado o mais rápido possível com

6 horas após o nascimento tem absorção de 70%, com 12 horas 50% e com 24 horas só 10% pois tem uma alta concentração de imunoglobinas, maior permeabilidade intestinal, maior taxa de absorção e ausência de secreção gástrica nas primeiras 24 horas de vida do bezerro. Esse colostro (Figura 4) deve ser dado pelo menos três dias. Assim que passar a fase de aleitamento, o mais rápido possível é mais lucrativo, a quantidade de leite a ser oferecida vai depender do tamanho do bezerro, em torno de 10% do peso vivo os animais jovens devem ser separados em categorias por faixas etárias, o número de categorias dependerá do espaço físico de cada propriedade, por exemplo: de 0 a 2 meses, de 2 a 4 meses, 4 a 7 meses, 7 a 10 meses.

Mesmo considerando que o bezerro com menos de um ano, para se tornar um animal saudável não necessita somente de alimento, precisa também de acompanhamento de seu desenvolvimento, ou seja manejo; incluindo medicamentos no controle de pragas e doenças; mão de obra bem treinada, para obter boa relação entre funcionários e animais; alimentação para a sua constituição química, física e fisiológica para tornar-se uma boa produtora de leite; apresentar desempenho favorável em todas as fases de crescimento, ou seja ser concorrente pelo desenvolvimento e vigor, e ser proveniente de um grupo de animais com reduzido número de mortes devido à resistência genética e ser responsiva aos tratamentos oferecidos aos animais (MCGUIRK, 2008).

9.2 - Sistemas de aleitamento

Basicamente as formas de aleitamento incluem à aptidão natural, bezerro mamando na vaca, artificial, mamadeiras, biberões e balde, a produção é igual ou inferior a 8kg de leite por dia quando as vacas não descem o leite sem a presença do bezerro quando as condições de higiene são precárias quando não pos-

suem mão de obra treinada adequadamente. Aleitamento natural controlado ocorre durante o primeiro mês uma teta é deixada para o bezerro na ordenha da manhã e outra na da tarde, o bezerro ingere aproximadamente 4 litros/dia. No segundo mês a ordenha é realizada nas quatro tetas sem a esgota total do úbere, o bezerro ingere o leite residual em torno de 2kg/dia. Artificial quando as vacas descem o leite sem a presença do bezerro; quando a produção média diária é superior a 8kg de leite; quando o tratador dos bezerros reconhece a importância da higiene.

O aleitamento artificial permite a racionalização do manejo, uma ordenha mais higiênica e o controle do leite. Este aleitamento consiste no fornecimento de 3 a 4kg de leite/dia, sendo oferecido 1 ou 2 vezes ao dia. A alimentação uma vez ao dia deve ser iniciada na segunda semana de vida; apresenta vantagem de mão-de-obra livre pela manhã, diminui volume de leite que irá para o resfriador para o dia seguinte e ingestão de alimentos sólidos mais precocemente.

10. ALIMENTAÇÃO SÓLIDA

Para que o desaleitamento ocorra precocemente é necessário que os animais comecem a ingerir concentrado o mais cedo possível. Medidas para estimular o consumo do concentrado: fornecimento de leite uma vez ao dia; fornecimento de quantidade restrita de leite; colocação do concentrado à disposição do bezerro a partir do terceiro dia de vida, colocando um pouco no fundo do balde ao final da alimentação líquida ou diretamente na boca do bezerro; ser oferecida à vontade até 3 meses de idade, assegurando crescimento rápido.

IR PARA SUMÁRIO ▲

10.1 - Alimentos volumosos.

Considerando as forrageiras em geral, são conceituados como volumosos alimentos que contêm alto teor de fibra bruta, mais de 18%, e baixo valor energético. Apresentam entre 15 a 20% de matéria seca e aproximadamente 80 a 85% de água. Nesse grupo, incluem-se as pastagens**,** as forrageiras para corte, fenos, silagens, restos culturais, resíduos de agroindústrias, cascas, sabugos e outros. As principais características desses são a capacidade de manter a flora do rúmen e serem fonte de cálcio e micro minerais.

O consumo de pequena quantidade de forragem rica em volumoso pode ajudar a estimular a função do rúmen, mas grandes quantidades reduzem o consumo de ração, por isso, a taxa de crescimento de consumo teve grande aumento. A utilização de volumosos é realizada através do consumo de feno, gramíneas verdes picadas, silagem e outros. Tem sido observado um consumo médio é de 200g/dia até sexta semana pelos animais novos, a partir daí o consumo cresce rapidamente.

Pastos constituem uma categoria de volumoso mais econômica para a criação de bovinos, mas quando a forrageira é muito exigente nutricionalmente, a seleção da forrageira deve ser realizada para obter grandes volume de massa por área e ainda se a qualidade da ração produzida pelo pasto resulta em ração na qualidade desejada para consumo do animal. Para vacas leiteiras, os volumosos são importantes para manter o teor de gordura do leite. Seu uso permite a produção de alimentos de alto valor nutritivo com menores custos.

10.2 - Alimentos volumosos ou concentrados

A qualidade dos alimentos, volumosos ou concentrados, é medida pelos teores de fibra bruta (FB), proteína bruta (PB) e

nutrientes digestíveis totais (NDT). Para uma boa saúde ruminal e bom desenvolvimento de bovinos é preciso que na dieta formulada exista uma quantidade mínima de fibra. Além disso, ela deve ter uma efetividade capaz de estimular a mastigação, ruminação, salivação e a motilidade ruminal. Na falta de estímulo de fibra no retículo, o bovino não rumina, reduzindo a produção de saliva. Esta, por sua vez, é rica em elementos tamponantes, cuja falta resulta em queda de pH que, dependendo da intensidade, pode levar à acidose. O quadro de acidose pode se desdobrar em timpanismo espumoso e Laminite (REAGRO, 2020).

De acordo com Leonel *et al*. (2009), os estudos com ILP, integração lavoura pecuária, avaliam quase sempre a produção de grãos. São desconsiderados fatores como espécie, fertilidade do solo, maturidade, colheita, processamento, manejo dos animais, armazenamento e condições climáticas como água, temperatura e fotoperíodo que podem afetar a produção de matéria seca, a composição bromatológica e, portanto, o teor de energia ou nutrientes digestíveis totais (NDT) da forragem, principalmente em função de alguns componentes da parede celular, como a celulose, a hemicelulose e a lignina.

As rações, administradas aos animais sob a forma de farelos apresentam baixa concentração de umidade, em torno de 12% e ainda alto teor de matéria seca. Alimentos com mais de 18% de proteína é chamado de proteicos e menos de 18% é classificado como volumoso. FB é constituída de celulose e outras substâncias da parede celular. Caso a concentração de FB é igual ou maior que 18%; esse alimento é classificado como volumoso e se apresenta menor que 18% é denominado de concentrado. PB representa o teor de proteína na matéria seca e NDT (Figuras 5 e 6) representa o valor energético do alimento, energia proveniente dos carboidratos, proteínas e lipídios.

Figura 5 - Concentrações de FDN – Fibra em detergente neutro, FDA – fibra em detergente ácido e CNF – carboidratos não fibrosos

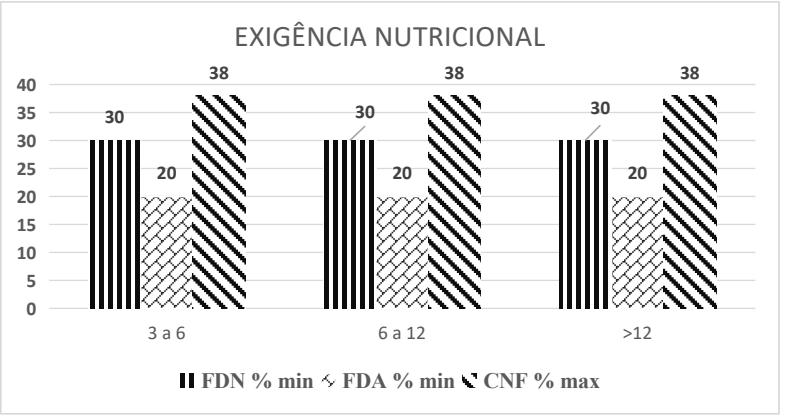
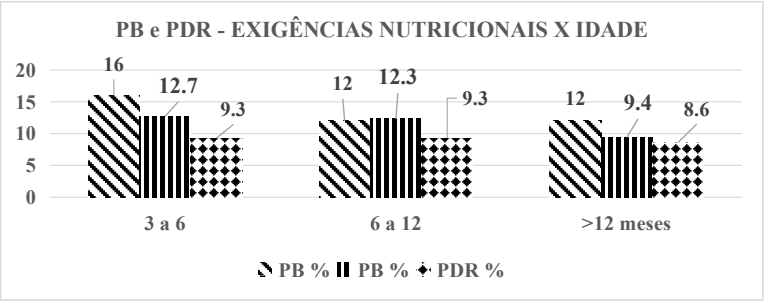


Figura 6 - Exigências nutricionais em concentrados para bovinos em diferentes idades de acordo com a recomendação média de adaptação de NRC 1988 e 2001



PB = proteína bruta, PDR = proteína degradável no rúmen.

Os alimentos *concentrados energéticos* apresentam menos de 20% de proteína bruta. São representados, principalmente, pelos grãos de cereais e seus subprodutos, raízes e tubérculos, e as gorduras e óleos de origem vegetal ou animal. Os *concentrados proteicos* apresentam mais de 20% de proteína bruta em sua composição e podem ser de origem vegetal, como as olea-

ginosas; de origem animal, excluídos os ossos e gorduras; subprodutos; excrementos de aves; cama de animais; entre outros. Dentre os alimentos que podem ser utilizados como concentrados, existem dois em especial incluindo o **milho,** que serve como referencial para os concentrados energéticos, e a *soja,* utilizada como referência a concentrados proteicos. Ao escolhê-los, deve-se considerar sua disponibilidade na região, economia, praticidade e se é o que melhor atende às necessidades nutricionais do rebanho (CPT, 2020).

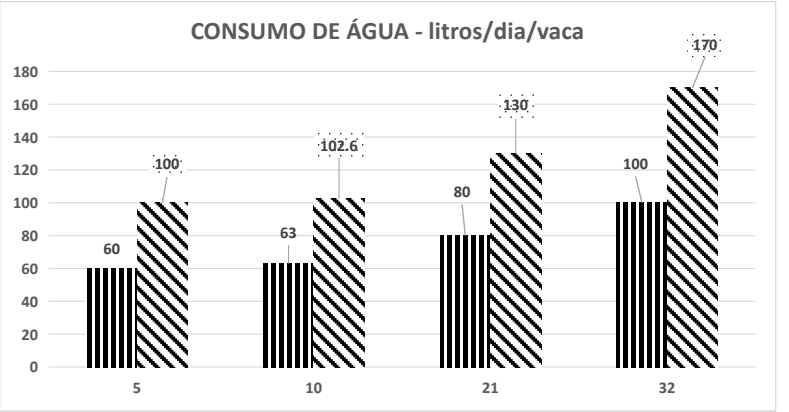
11. ÁGUA

Água fresca e limpa, deve ser colocada à disposição dos bezerros logo após o nascimento. É o alimento de maior aquisição quantitativa para o gado de leite. Vacas em lactação necessitam mais de água (Figura 7) em relação a seu peso vivo do que as outras categorias de animais uma vez que o leite apresenta 87% de água na sua composição. O gado adulto armazena no corpo de 55 a 70% desse elemento, chegando 85% no gado jovem e até 90% no recém-nascido. Os animais se perderem de 10 a 12% de sua água corporal, podem morrer. Além de ser recomendada água limpa e fresca, com níveis baixos de sólidos e de alcalinidade e ser isenta de compostos tóxicos. Para os bovinos 2% de salinidade na água significa toxidez, ou seja, o equivalente à salinidade provocada pela presença de NaCl.

O consumo de água depende do clima, animais criados em clima tropical podem (Figura 7) consumir o dobro de água que se consome em clima temperado.

IR PARA SUMÁRIO ▲

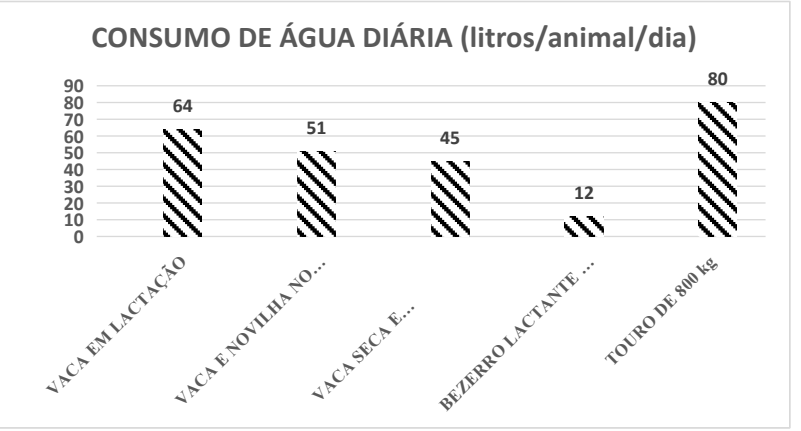
Figura 7 - Consumo de água por vaca leiteiras produzindo 20 e 30 litros de leite/dia a temperaturas de 5, 10, 21 e 32 graus centígrados



Fonte: Campos, 2020; Palhares, 2013.

Animais mesmo adaptados consomem mais água nas estações de clima quente. Os consumos de água para suprir as necessidades ocorrem em temperaturas entre 25 e 30 graus centígrados, contudo em temperatura abaixo de 15 graus o consumo de água é reduzido. Em temperaturas elevadas os animais sofrem estresse devido ao calor e à elevação de umidade, aumento de consumo de água e aumento de excreção como urina alterando a composição dos dejetos. Ao mesmo tempo em clima temperado quando os animais fazem maior consumo de alimento para se suprir em energia também consome maiores volume de água. Após as ordenhas o consumo de água pode aumentar entre 40 e 50%. A variação do consumo de água varia com a quantidade e qualidade de água disponível ao animal, idade, consumo de matéria seca consumida, tipo de alimento, peso do animal, a raça e com a situação biológica (Figura 8) principalmente considerando as vacas em estádio de gestação e a amamentação da cria (CAMPOS 2020; PALHARES, 2013),

Figura 8 - Consumo de água por vaca em lactação em relação aos outros animais em diferentes estágios biológicos



Fonte: Campos, 2020; Palhares, 2013.

O touro consome mais água embora atualmente as fazendas esporadicamente não necessitam a presença de um macho na propriedade devido ao uso da inseminação com espermatozoides armazenados.

12. MINERAIS

Os animais desde o nascimento necessitam de minerais, portanto devem receber suplementação via cocho ou junto à ração estes elementos, pois o leite não supre todas as exigências de minerais e vitaminas do animal. Altura do cocho para minerais é de 50 cm em relação ao solo. Os minerais são classificados em macro (Ca, P, Mg, S, Na, K, Cl) e micronutrientes (Zn, Fe, Co, Cu, Mn, I, Se, F) (Tabela 17). Os macros minerais são utilizados principalmente em funções estruturais e balanço ácido-base do organismo e os micros minerais são utilizados principalmente como cofatores de enzimas, vitaminas e hormônios.

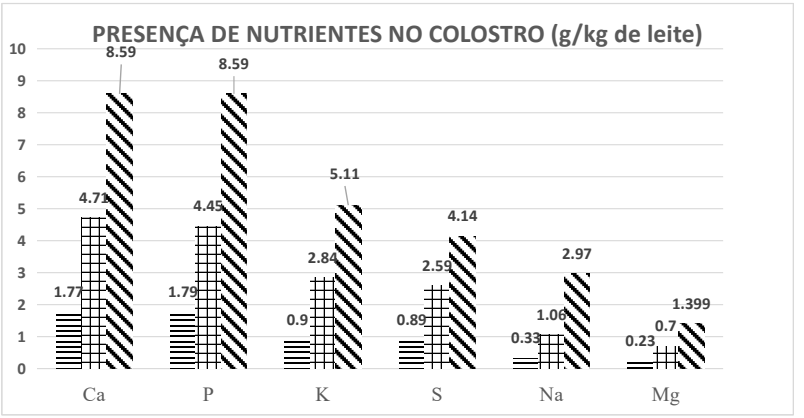
IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 17 - Macro e micro minerais importantes para bovino de leite

Mineral	**Função**
Cálcio	Componente estrutural de ossos Contração muscular Permeabilidade de membrana celular
Fósforo	Componente estrutural do osso Utilização de energia Diferenciação de componente de DNA e RNA Balanço homeostático Formação de fosfolipídios
Magnésio	Utilizado na ativação de mais de 300 enzimas Processos de glicólise Transmissão do código genético
Potássio	Balanço ácido-base Regulação osmótica Contração muscular
Sódio (e Cloro)	Pressão Osmótica Balanço do controle de água Balanço ácido-base
Enxofre	Componente estrutural de ossos Contração muscular Permeabilidade de membrana celular
Cobalto	Componente da Vitamina B12 (ruminante adultos não precisam da suplementação dessa vitamina por produzirem a partir do cobalto)
Cobre	Componente de enzimas
Iodo	Componente dos hormônios T4 e T3
Ferro	Componentes de proteína do transporte de oxigênio
Manganês	Componente de enzimas
Selênio	Componente da glutationa peroxidase, importante enzima no combate do estresse oxidativo
Zinco	Componente de enzimas Componente do sistema imunológico

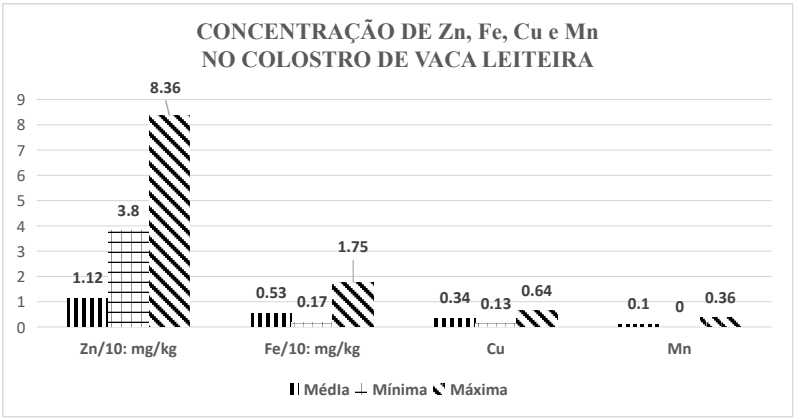
Fonte: *NRC*, 2016 (*Beef Cattle*).

Figura 9 - Nutrientes presentes (g/kg de leite) no colostro de vacas bovinas



Fonte Adaptado de Bittar e Santos, 2013.

Figura 10 - Concentrações de micronutrientes, Zn, Fe, Cu e Mn, no colostro de vaca leiteira



Fonte: Adaptado por Bittar de Santos 2013, Kehoe *et al*., 2013.

Colostro é considerado uma forma de leite de baixo volume secretado pela maioria dos mamíferos, no caso o gado bovino, nos primeiros dias de amamentação pós-parto. Composto de vários fatores para o desenvolvimento e proteção como água,

leucócitos, proteínas, carboidratos, nutriente (Figuras 9 e 10) e outros. O colostro vai se transformando gradativamente em leite maduro nos primeiros quinze dias pós-parto. O colostro tem uma importante função na imunidade passiva de algumas espécies de animais. Nele existem uma grande quantidade de imunoglobulinas, que em determinadas espécies não conseguem passar pela placenta, ficando a cargo total do colostro transferir da mãe para o filho (Figura 11).

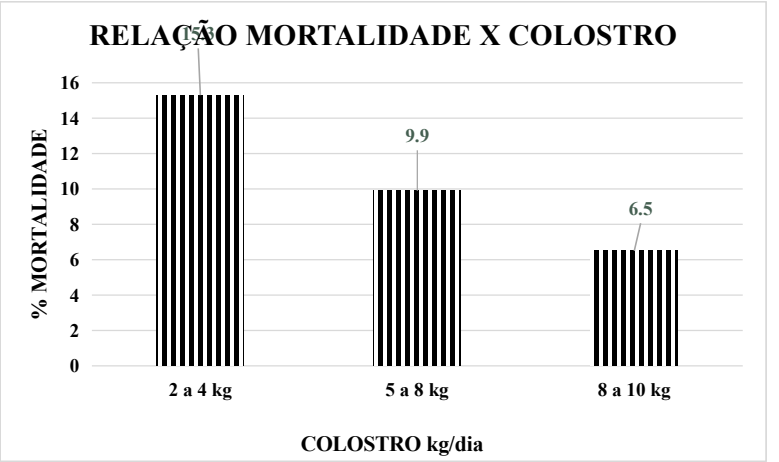
Além da quantidade de imunoglobulinas, o colostro se difere do leite pela quantidade de sólidos totais, proteínas e demais fatores como os minerais. Com o tempo, essas diferenças vão diminuindo e essa secreção vai se transformando em leite.

13. DESMAMA

A desmama pode ocorrer entre 4 a 8 semanas, quando os bezerros normalmente estão ingerindo 600-800g/dia de ração concentrada. Geralmente ocorre de forma abrupta para evitar que o bezerro fique esperando pelo leite sem comer ração. Bezerros desmamados devem permanecer no mínimo 5 dias no mesmo local, para evitar estresse. Bezerros doentes devem permanecer com dieta líquida até se recuperarem. Avaliar peso, idade e tamanho para o desaleitamento.

IR PARA SUMÁRIO

Figura 11 - Relação entre quantidade de colostro oferecido aos bezerros Holandeses recém-nascidos durante as 12 primeiras horas de vida



Fonte: Adaptado de Wattiaux, 2011.

Obs: Média de mortalidade entre uma semana a seis meses de vida.

A vantagens da desmama precoce, dentre vários outros, minimiza os problemas de diarreia; redução dos custos da alimentação já que os alimentos sólidos são mais baratos que o leite; aproveitamento melhor do tempo em assistir um menor número de bezerros com alimentação líquida além de aproveitar o tempo para outras atividades (CAMPOS; CAMPOS, 2004).

14. INSTALAÇÕES PARA BEZERROS

Tradicionalmente, a criação de bezerros na fase do aleitamento a pasto, em abrigos ou sobre sombrites constituem-se em boas alternativas para o produtor alojar os seus animais. Naturalmente que eles apresentam avanços em relação aos bezerreiros tradicionais de alvenaria ou madeira, por serem menos onerosos e de mais fácil manejo. Contudo, a escolha do agrope-

cuarista de uma delas vai depender do número de animais a alojar e seus custos, uma vez que o desenvolvimento esperado dos animais é semelhante (CAMPOS; CAMPOS, 2004). Com o desenvolvimento dos animais a engorda de bovinos a pasto é o método mais utilizado no Brasil. A pecuária extensiva tem resultado em boa rentabilidade para grande parte dos agropecuaristas brasileiros desde que tenha assistência e manejo (REIS *et al.*, 2019). No período anterior ao abate, chamada de terminação a pasto, o gado atinge seu peso final para adequar-se à comercialização ao frigorífico.

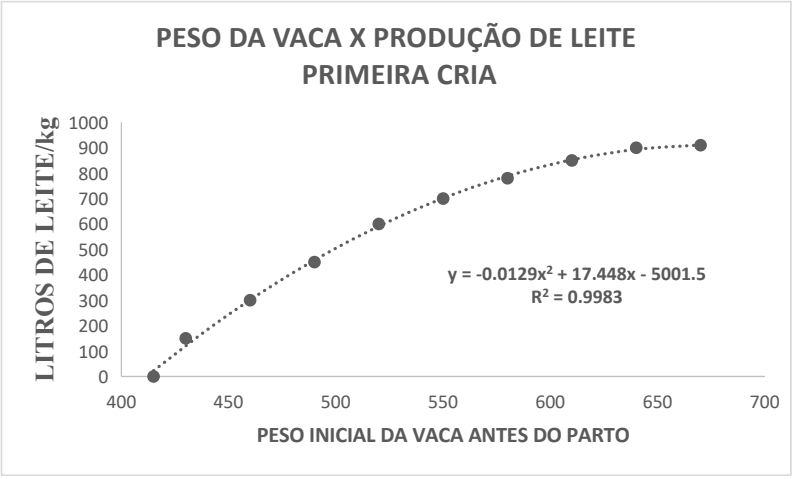
Nos primeiros dois meses de vida, os bezerros devem ser mantidos isolados uns dos outros. Um sistema que tem apresentado bons resultados é o de casinha. Recomendações: podem ser de madeira com 1 a 1,20 x 2m, sem piso; cocho para concentrado interno e bebedouro no solário; casinhas dispostas a permitir entrada do sol da manhã; localizadas em terreno seco e bem drenado; camas limpas e secas; desinfetar e trocar de local para ser utilizada por outro bezerro; piquetes para bezerros devem ter alguma declividade para evitar acumulação de umidade.

14.1 - Criação de novilhas

A criação de novilhas é uma das etapas determinantes para o sucesso da atividade leiteira. Se por um lado representa um custo expressivo na composição da produção, por outro, é a genética futura. A atividade de criação de animais deve ser econômica e eficiente. A taxa de crescimento e ganho de peso afetam diretamente a idade de cobertura; do primeiro parto (Figura 12), a lactação e a reprodução. Durante a fase de 3 a 9 meses de idade existe uma correlação negativa entre altos níveis de energia e níveis de somatotropina.

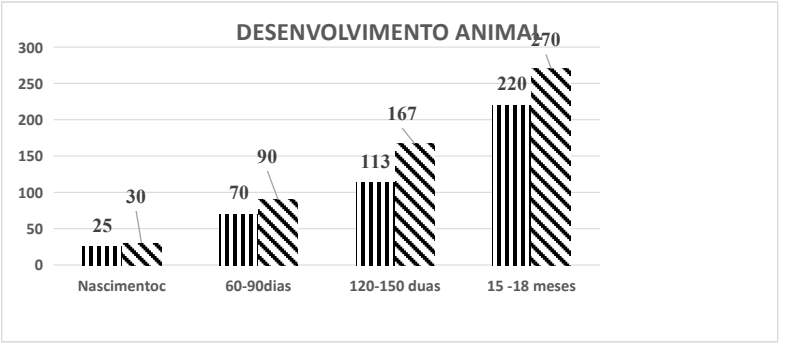
IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 12 - Relação entre peso do animal e produção de leite



Fonte: Adaptado de Keon, Everett, 1981 citado por Coelho, 2020.

Figura 13 - Ganho de peso de bezerros raça leiteira



Fonte: Adaptado de NRC 1988 e 2001.

Altas taxas de ganho de peso estão associadas a baixos níveis de somatotropina, provocando desenvolvimento inadequado da glândula mamária e comprometendo a futura lactação, devendo nesta fase ser evitado ganho de peso superior a 700-800g/dia. Não apenas a super alimentação (Figura 13) mas também

a carência de energia por períodos extensos considerada prejudicial à criação de novilhas, retardando a idade a puberdade, diminuindo a frequência e duração do estro, aumentando a incidência de partos distócicos, difícil e anormal, e reduzindo a lactação subsequente.

15. AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO

Normalmente o crescimento é medido pelo ganho de peso, mas esta não é uma única medida correta uma vez que o esqueleto cresce linearmente e o peso aumenta em progressão geométrica. A melhor forma para medir o crescimento animal é associar o ganho de peso à altura obtida na cernelha. Cernelha é conceituada como a região ímpar, anatômica denominada região inter-escapular. Situa-se entre o bordo superior do pescoço e o dorso. Tem por base anatômica as apófises espinhosas da segunda à sétima vértebra torácica. É considera como um elemento indicador do tipo zootécnico. O crescimento tem relação direta com a quantidade e a qualidade da carne, produto final da criação de bovinos, e pode ser resumido como aumento no tamanho ou no peso do animal. Precisamente, equivale ao acúmulo de tecidos corporais, obtido durante a vida do animal. Considerando a produção de bovinos, os tecidos de maior importância são os da carcaça, ou seja, músculos, ossos e gorduras (RESTLEI *et al*., 2000).

15.1 - Alimentação

Após a desmama o bezerro está fisiologicamente apto a digerir forragem. No entanto, ele não pode ser alimentado apenas com volumosos, pois seu estômago não tem o tamanho suficiente para a quantidade de volumoso necessário para cobrir suas exigências nutricionais. Isto é ainda agravado pelo fato das forragens de clima tropical apresentarem um rápido amadurecimento

com aumento do teor de hastes em relação às folhas, reduzindo o valor nutritivo em um curto tempo. Forragens de baixa digestibilidade têm lenta taxa de passagem e reduzem o consumo de matéria seca. Desta forma é necessário que após a desmama os animais continuem recebendo concentrado para que possam ter seus requisitos nutricionais satisfeitos (Tabela 18).

Tabela 18 - Parâmetros econômicos de avaliação da criação de novilhos

CARACTERÍSTICAS	Idade ao primeiro parto (meses)		
	24	**30**	**36**
Inseminação	15	21	27
Situação aos 3 anos (lactação)	Primeira - encerrado	6 meses	Início
Produção de leite (kg)	3.000	1.800	-
Quantidade de ração (kg)	1.500	1.365	480
Gasto de ração para lactação (kg)	1.000	600	-
Situação reprodutiva	1 cria + gestação	1 cria	-

Fonte: Saturnino, 1994.

16. RESUMO DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DO GADO LEITEIRO

Como parte dos cuidados com os bezerros que começam antes do nascimento, ou seja, no terço final da gestação, por volta do 7º mês, as vacas devem ser apartadas do rebanho e submetidas ao manejo de secagem, que tem a finalidade de interromper a lactação (COSTA; RODRIGUES, 2011).

O Grupo Matsuda recomenda que logo ao nascer, de 0 a 48h após nascimento, o bezerro deve permanecer com a mãe e ingerir pelo menos 2 litros de colostro (6h); de 48h até desmama = 3-4 litros de leite, água e ração à vontade (20% PB, 76% NDT);

da desmama até 6 meses = 2kg de ração (18% PB, 74% NDT), feno e gramíneas de boa qualidade + Top Milk Vitaminado no cocho (somente o pasto e esta quantidade de ração não fornece a quantidade necessária de minerais para desenvolvimento correto do animal); de 6 meses até adulto = pelo menos 1kg de ração (16% PB, 70% NDT), feno, silagem e gramíneas + Top Milk Vitaminado no cocho (somente o pasto e esta quantidade de ração não fornece a quantidade necessária de minerais para desenvolvimento correto do animal) exceto quando da indicação do Top Milk Proteinado ou Phos Verão.

16.1 Colostro

O colostro é o primeiro leite secretado pela vaca após o parto, sendo produzido aproximadamente por três dias consecutivos. A oferta de colostro para as bezerras recém-nascidas é fundamental porque os bovinos e outros ruminantes possuem uma placenta diferenciada de outros mamíferos. A placenta da vaca não permite a passagem de anticorpos da mãe para o feto (SALLES, 2020).

Existe um manejo adequado para o fornecimento do colostro para o bezerro que ainda não é generalizado. Mesmo assim, sabe-se que a diminuição da incidência de doenças e mortes no bezerreiro está relacionada ao sucesso neste manejo. O bezerro deve mamar seu primeiro colostro em até 3 horas após o nascimento, diretamente da sua mãe, e permanecer com ela no mínimo até 12 horas após o nascimento para ter a oportunidade de mamar à vontade e mais vezes.

Um colostro rico é, normalmente, espesso e cremoso. A qualidade do colostro depende do estado nutricional da vaca no pré-parto, duração do período seco ou parto prematuro e raça

da vaca. Não se deve fornecer colostro com sangue, oriundo de vacas com mastite ou de vacas vazando leite antes do parto.

A qualidade pode ser medida com uso do colostrômetro, instrumento prático e eficiente que mostra, por meio da densidade, a concentração de imunoglobulinas (célula de defesa) presentes no colostro. Uma amostra de colostro retirado da vaca recém-parida e analisada com auxilio deste instrumento pode ajudar a informar quando o colostro é de boa qualidade. A imunoglobulina responsável pela defesa contra doenças é a IgG presente 90% no colostro e é usada como parâmetro para avaliar sua qualidade, que é dividida em três categorias: vermelha, que é o colostro ruim com até 20 mg/ml de IgG; amarelo, colostro intermediário, que varia de 21 a 50 mg/ml e verde, que é o colostro de alta qualidade, com mais de 51 mg/ml de IgG. Com o lacto densímetro são utilizados os seguintes parâmetros: até 1,034, colostro ruim; de 1,035 a 1,046, colostro intermediário e acima de 1,047, colostro de alta qualidade (TAMEIRÃO, 2020). Toda vaca recém-parida deve ser ordenhada o mais rápido possível, para que não haja redução do conteúdo de anticorpos por diluição.

O tipo de fornecimento do colostro influencia a agilidade da absorção dos anticorpos. Um estudo recente mostrou que o fornecimento de colostro através da mamadeira, observando-se a qualidade, o horário de fornecimento e a quantidade de colostro fornecida, mostrou-se ser um método mais eficiente do que deixar com que o bezerro mame na vaca.

É possível observar menor eficiência de colostragem quando os bezerros são deixados mamar na vaca em relação a mamadeiras ou sondas esofágicas. Isso é devido ao tempo que o bezerro leva para ingerir o colostro. Além de que não é possível mensurar a quantidade de leite ingerido pelo filhote quando mama direto da matriz.

Através da sonda esofágica, também é possível controlar o tempo decorrido entre o nascimento e a ingestão de colostro. A colostragem por sonda ainda permite definir a quantidade de colostro que se quer ministrar ao bezerro. No entanto, esse método só deve ser utilizado por pessoas muito bem treinadas, evitando os riscos da passagem errônea da sonda e a entrada de colostro no pulmão. Uma desvantagem deste método é a passagem do colostro diretamente para o rúmen, atrasando em 2 a 4 horas sua chegada ao intestino delgado, onde ocorre a absorção dos anticorpos.

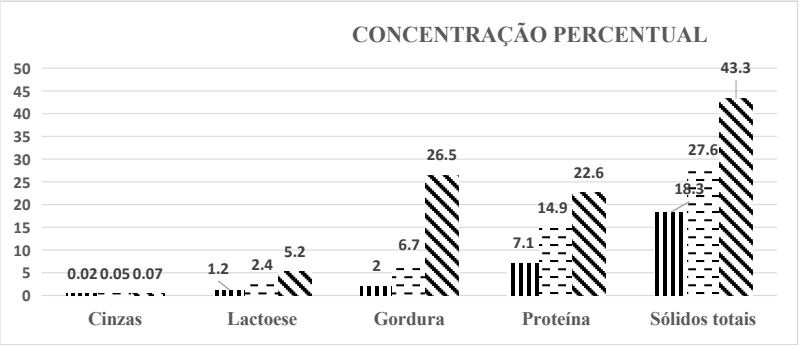
Os três modos de fornecimento do colostro resumem na forma direta da mãe; mamadeira e sonda. O colostro de qualidade pode ser retirado das vacas e congelado em frascos devidamente higienizados e utilizado para fazer um banco de colostro que é usado para atender casos em que bezerros são impossibilitados de receber a primeira mamada da própria mãe ou de outro animal. Dessa forma o recém-nascido receberá a proteção que precisa para garantir um desenvolvimento saudável.

O colostro armazenado deve ser descongelado em banho-maria à temperatura máxima de 45 a 50 graus Celsius para que as proteínas não desnaturem. Como os anticorpos são de natureza proteica, o aquecimento provoca sua desnaturação e perda da atividade imunizante.

Em revisões de Souza *et al.*, (2014) são comentados os mecanismos de transferência de imunidade da mãe para a prole de pequenos animais se desenvolveram para que toda experiência imunológica materna protegesse o Duração da imunidade passiva para lentivírus de pequenos ruminantes, no caso, em cordeiros filho após o nascimento. Em mamíferos, imunoglobulinas podem ser adquiridas passivamente pelo recém-nascido, através da placenta ou por meio da ingestão de colostro. No caso

dos ruminantes, a placenta do tipo sindesmocorial impede a passagem de proteínas séricas de alto peso molécula, como as imunoglobulinas, da circulação materna para a fetal. Por isso, o recém-nascido ruminante é desprovido de anticorpos, adquirindo-os somente após a ingestão de colostro (Figura 14).

Figura 14 - Concentrações mínimas, médias e máximas de substâncias importantes no colostro de 55 vacas de Pensilvânia

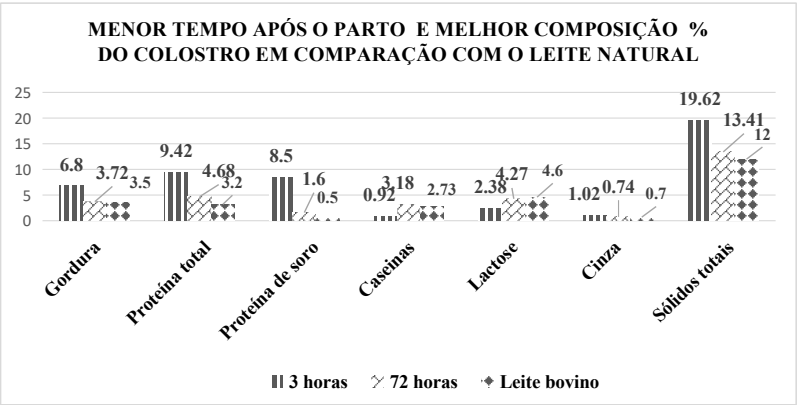


Fonte: Adaptado de Kchoe *et al.*, 2013.

Logo, o monitoramento da transferência de imunidade é uma medida que pode refletir na redução das taxas de morbidade e mortalidade neonatais em rebanhos ovinos, já que a inadequada ingestão de colostro está, até hoje, entre as principais causas de morte em animal recém-nascidos, no período perinatal. Além disso, a quantidade e qualidade, bem como a precocidade no fornecimento, são fundamentais para a aquisição de bons níveis de imunoglobulinas. Por outro lado, a ingestão de colostro e leite pode ser uma importante forma de transmissão de agentes infecciosos, como lentivírus de pequenos ruminantes (LVPR). Estes são retrovírus não oncogênicos, que infectam principalmente monócitos e macrófagos, provocando enfermidades de curso progressivo, denominadas de artrite-encefalite caprina (CAE) em caprinos e maedi-visna (MV) em ovinos. Em progra-

mas de sanidade de pequenos ruminantes, uma das alternativas adotadas para o controle e prevenção dos LVPR é a termização do colostro a 56ºC durante uma hora, para destruição das partículas virais. Duração da imunidade passiva para lentivírus de pequenos ruminantes em cordeiros método não prejudica a qualidade do colostro para a transferência de imunidade, mas deve-se atentar para a presença de anticorpos anti-LVPR, que serão transferidos, tornando os animais reagentes após a mamada, o que compromete a utilização de testes sorológicos para o diagnóstico. Esses autores concluem que a partir dos resultados expostos, aos 90 dias de vida, anticorpos colostrais anti-LVPR não mais são detectados no soro de cordeiros. Ademais, frente às recentes pesquisas acerca da heterogeneidade dos LVPR e considerando que os anticorpos colostrais não previnem a infecção, outras análises são necessárias para avaliar a ocorrência de transmissão interespécies, bem como a soro conversão desses animais e manifestação da doença.

Figura 15 - Colostro após o parto melhor composição de nutrientes; a composição do leite natural é mais baixa que a composição do colostro

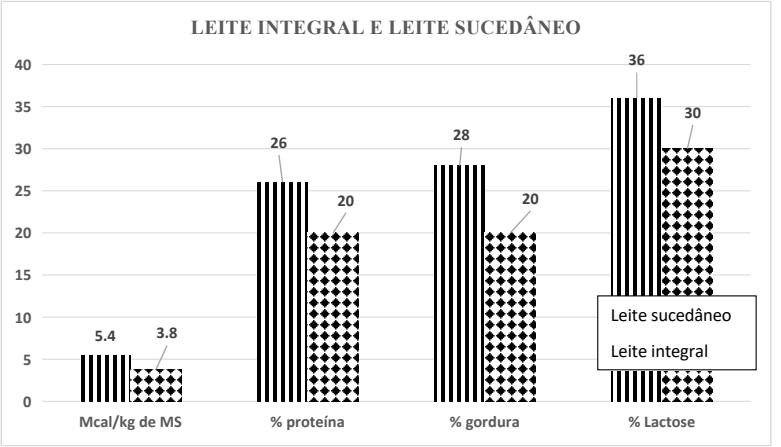


Assim como em outros animais, em gado bovino, o bezerro após o nascimento, entretanto o mais importante deles é o

fornecimento de colostro, a primeira secreção ou primeiro leite da vaca. O colostro tem uma composição diferenciado do leite, apresentando menores teores de lactose, mas maiores teores de gordura, sólidos totais, minerais e vitaminas, e principalmente proteína. O maior teor de proteína do colostro se deve principalmente teor de imunoglobulinas (IgE), responsável pelo controle de 90% das doenças, ou anticorpos.

Toda vaca recém-parida deve ser ordenhada o mais rápido possível, para que não haja redução do conteúdo de anticorpos por diluição e por isso o produtor deve sempre fornecer o primeiro colostro uma vez que a concentração de anticorpos se reduz conforme o número de ordenhas (Figura 15). O bezerro deve praticar o primeiro consumo até as 3 horas após o nascimento. Por isso recomenda-se que o agropecuarista invista tecnicamente na formação de um banco de colostro na fazenda e garanta a disponibilidade de colostro de boa qualidade e em quantidade suficiente. A conservação em geladeira pode ser feita durante até uma semana sem que haja redução na qualidade ou em freezer, mais utilizada em fazendas leiteiras, por até um ano. O colostro deve ser congelado em porções ou doses que facilitem o descongelamento, geralmente 1 ou 2 litros, e o descongelamento deve ser feito lentamente, em água com temperatura, em banho Maria, não mais que 50º C ou em micro-ondas em baixa potência, sempre retirando o que for descongelando para evitar superaquecimento. Em temperatura acima as proteínas são desnaturadas. O fornecimento prolongado de colostro e/ou leite transição ou sucedâneo tem se mostrado benéfico. Apesar de não haver absorção pela cria após 24-36 horas do nascimento, ocorre uma proteção local contra agentes patogênicos, devido à presença de imunoglobulinas (MILKPOINT, 2020).

Figura 16 - Leite integral e sucedâneo para bezerros de leite



Fonte: Adaptado de Coelho, 2020.

O colostro de qualidade, de acordo com essa mesma agência técnica, é aquele que contém quantidade satisfatória de anticorpos em quantidade e variedade de anticorpos (Tabela 19) que possam ser passadas ao bezerro, apresentando textura espessa e cremosa. Contudo, a qualidade do colostro varia com o animal, ou seja, com a raça e com o estado nutricional da vaca no pré-parto. O colostro recém colhido pode também ser de baixa qualidade com a ocorrência e duração do período seco no período da gestação e também caso ocorrer parto prematuro. Ainda a qualidade do colostro pode ser prejudicada em vacas de primeira cria por ser um animal jovem e com pouco contato com microrganismos. Não se deve fornecer colostro com sangue, oriundo de vacas com mastite ou de vacas vazando leite antes do parto. Após o período de consumo do colostro a qualidade do leite seja integral ou leite sucedâneo deve ser observado para verificar se o alimento oferecido ao bezerro está sendo suficiente para manter o animal em crescimento satisfatório (Figura 16).

Tabela 19 - Isótopos de anticorpos dos mamíferos

Nome	Tipos	Descrição
IgA	2	Encontrado em áreas de mucosas, como os intestinos, trato respiratório e trato urogenital, prevenindo sua colonização por patógenos. É passado para o neonato via aleitamento.
IgD	1	Funciona principalmente como um receptor de antígeno nas células B virgens. Suas funções são menos definidas do que as dos outros isótopos.
IgE	1	Se liga aos alérgenos e ativam os mastócitos - responsáveis pela liberação de histamina- e basófilos. Sempre o observa reação de hipersensibilidade Inata → alergia. Também protege contra parasitas helmintos
IgG	4	Participa da opsonização; ativação do sistema de complemento, inflamação e fagocitose; cito toxicidade mediada por células dependentes de anticorpo; Inibição por feedback das células B. Além de ser o único tipo de Ig que ultrapassa a barreira placentária.
IgM	1	Expressa na superfície das células B virgens. Elimina patógenos nos estágios iniciais da imunidade mediada pelas células B antes que haja IgG suficiente - ativação do sistema de complemento

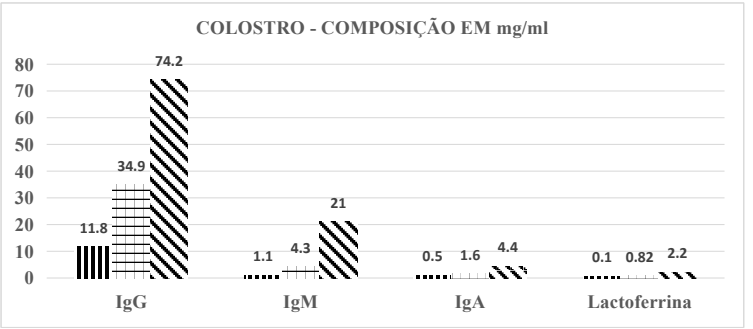
Fonte: Rebelatto; Weiblen, 2020. Rebelatto; Weiblen, 1992.

Obs: Ig = imunoglobulina.

Existem os colostrômetros, instrumentos práticos e eficientes, que medem a qualidade do colostro, ou seja, da concentração das células de defesa, as imunoglobulinas. A amostra do colostro deve ser retirada da vaca após a parição. A qualidade pode ser medida com uso do colostrômetro, instrumento prático e eficiente que mostra, por meio da densidade, a concentração de imunoglobulinas, as células de defesa presentes no colostro (Figuras 17, 18 e 19).

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 17 - Formulação de concentrado de acordo com a categoria

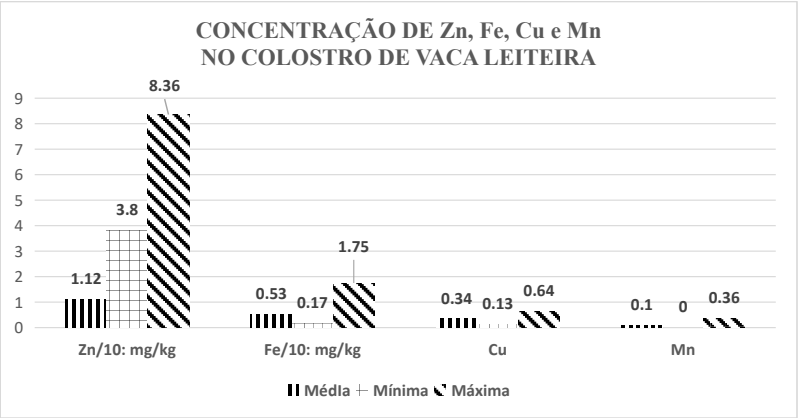


Fonte: Relatado por Coelho, 2020.

A qualidade é avaliada em três categorias: vermelha, que é o colostro ruim com até 20 mg/ml de IgG; amarelo, colostro intermediário, que varia de 21 a 50 mg/ml e verde, que é o colostro de alta qualidade, com mais de 51 mg/ml de IgG. Com o lacto densímetro são utilizados os seguintes parâmetros: densidade do colostro até 1,034, classificado como ruim; de 1,035 a 1,046, colostro intermediário e acima de 1,047, colostro de alta qualidade (MILKPOINT, 2020). Após o desmame, ao bezerro é permitido o uso de fórmulas de ração (Tabela 21) que podem ser usadas até a idade adulta.

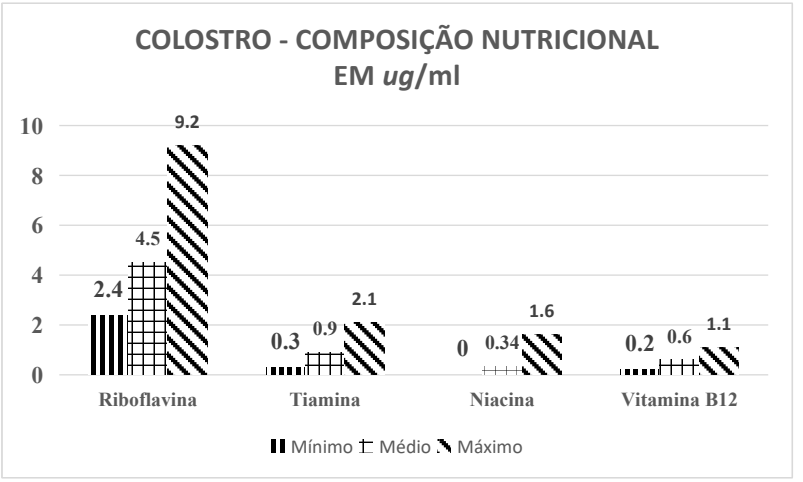
IR PARA SUMÁRIO

Figura 18 - Concentrações de Zn, Fe, Cu e Mn no colostro de vaca leiteira.



Fonte: Adaptado de Bittar; Santos *et al*., 2013, Kehoe *et al*., 2013.

Figura 19 - Composição nutricional, vitaminas, do colostro em ug/ml.



Fonte: Adaptado de Kehoe *et al.*, 2013.

IR PARA SUMÁRIO

Tabela 20 - Algumas formulações de ração para bezerros da desmama até adultos.

	Até a desmama	Desmama a 4 meses	4 meses a adulto*
Fubá milho	63,50	53,50	42,50
Fubá soja	32,00	28,00	12,00
Polpa cítrica	-	15,00	28,00
Farelo de trigo	-	-	14,00
Sal branco	0,50	0,50	0,50
Top Beef	-	3,00	3,00
Top Milk Núcleo	4,00	-	-
PB %	20	18	16
NDT	76	74	70
Cálcio	1,16	0,84	0,97
Fósforo	0,67	0,49	0,53

*Obs: inclui nesta categoria a vaca seca.

17. CUIDADOS E METAS DA CRIAÇÃO DE BEZERROS E NOVILHAS

Para se obter animais saudáveis, antes de o bezerro nascer deve-se programar a estação de monta, evitando o nascimento no período de maior intensidade de chuvas. Atribui-se que nesta época, o excesso de umidade coloca o animal com maior predisposição às doenças. Recomenda-se a cura do umbigo, cortando e desinfetando o corte, por 5 dias em solução de álcool iodado entre 5 a 7% ou outro produto indicado. A mortalidade e as doenças dos bezerros são reduzidas quando o cordão umbilical é rapidamente mergulhado nesta solução de iodo após o nascimento. A nutrição deve ser observada verificando se a cria consegue mamar normalmente.

Quando a teta da vaca é grande é necessário ajudar o recém-nascido nas primeiras mamadas e em seguida esgotar o úbere da vaca. O colostro é indispensável ao bezerro No caso de vacas de tetas grandes, é necessário ajudar o recém-nascido nas primeiras mamadas e depois esgotar o úbere da vaca. É indispensável colocar à disposição do bezerro o colostro. Quase sempre é necessário esgotar o peito guardando e excesso em ambiente de baixa temperatura. É importante o consumo precoce de colostro pela cria, antes de ingestão de bactérias. Separar os bezerros em lotes de 0 e 60 dias. Através fornecimento do colostro cedo está sendo realizada a transferência de imunidade passiva, modulação do sistema imune e nutrição do recém-nascido. A ingestão de colostro em quantidade necessária é importante, quando de oferece ao animal novo 0,9 a 1,8 litros a mortalidade pode chegar a 15,3%; 2,8 a 3,0 litros mortalidade de 9,9%, 3,7 a 4,7 litros mortalidade cai para 6,5% ou menos.

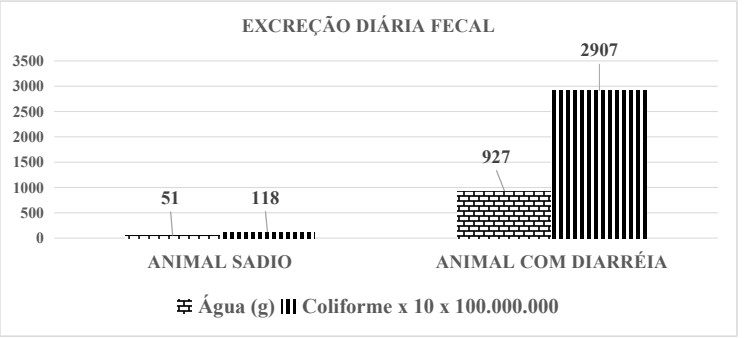
A partir do primeiro parto verificar as vacas de peito grande e aquelas que não apresentam aptidão para produção de leite devem ser descartadas. O bezerro preferivelmente deve ser mantido em pasto maternidade durante a primeira semana após o nascimento para facilitar a assistência. Evitar contato e movimentação de bezerros novos com os animais adultos, isolando-os em locais com porteiras e bretes. Ao verificar ocorrências de diarreias procurar combatê-las o mais breve possível.

17.1 - Diarreia

Pianta (1993) relata que diarreia neonatal em bovinos é um conjunto difícil de fatores, a qual tem-se atribuído ônus pelas elevadas taxas de morbidade e mortalidade.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 20 - Perda de água e número de coliformes fecais em animais sadios e com diarreia



Fonte: Adaptado de Facury Filho *et al*., 2013.

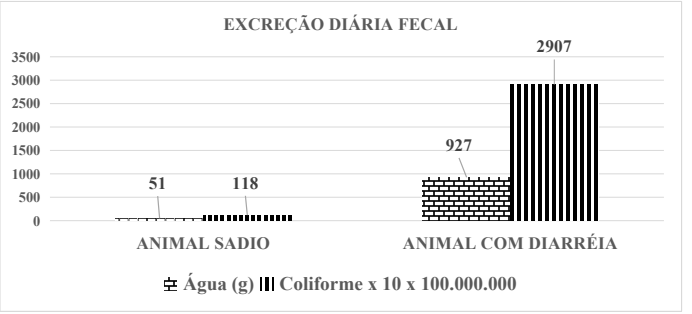
É caracterizada por um desarranjo intestinal que provoca fezes em estado líquido ou pastoso com evacuação constante (Figuras 20, 21 e 22). Seu tratamento e cura depende de uso de drogas, que resulta em défice econômico, além de poder levar o animal à morte ou mesmo prejudicar o seu desenvolvimento comprometendo os índices de ganho de peso ou influenciando negativamente a produção leiteira. Para esse autor a etiologia múltipla da enfermidade envolve a interação de diversas variáveis dos agentes, ou seja, do animal, no caso os bovinos, do hospedeiro como bactérias, vírus e parasitas e do meio ambiente envolvendo idade do animal, estado nutricional e condições imunológicas (Tabela 23).

As diarreias das bezerras recém-nascidos são enfermidades frequentes, tanto nas explorações para produção de leite, quanto de corte. Sua incidência pode atingir, até 100% dos animais até as três primeiras semanas de vida. A frequência diária de bezerras com diarreia varia de 6 a 12%. A diarreia, independente do agente etiológico envolvido, seja vírus, bactéria ou parasitas, ocasiona vários distúrbios na saúde do bezerro que podem de-

terminar altas taxas de mortalidade. Estas taxas são muito variáveis entre propriedades e estão relacionadas com o tipo de intervenção terapêutica empregada e com a intervenção rápida no controle da doença (FACURY FILHO *et al*., 2013).

Mesmo pelos profissionais e pelo agropecuarista, a doença é difícil definir os agentes (Blood; Radostitis, 1989) mais comuns de diarreia em bovinos, *Escerichia coli* enterogênica (ETEc), rotavírus, coronavírus, *Cryptosforidium* sp e *Salmonella* sp e outros. Os sintomas quase sempre observados são as lesões, desidratação, redução das emacias, luz intestinal contendo fluidos sem a presença de outras lesões macroscópicas significativas. A diarreia neonatal ocorre até os 15 dias e a diarreia aguda indiferenciada do bovino recém-nascido ocorre a partir de 35 dias. A enfermidade com *E. coli* ocorre entre 30 e 40% das demais que se encontra em torno de 3 a 6%, 30% os agentes da diarreia não são identificados (PIANTA, 1993).

Figura 21 - Perda de água e número de coliformes fecais em animais sadios e com diarreia



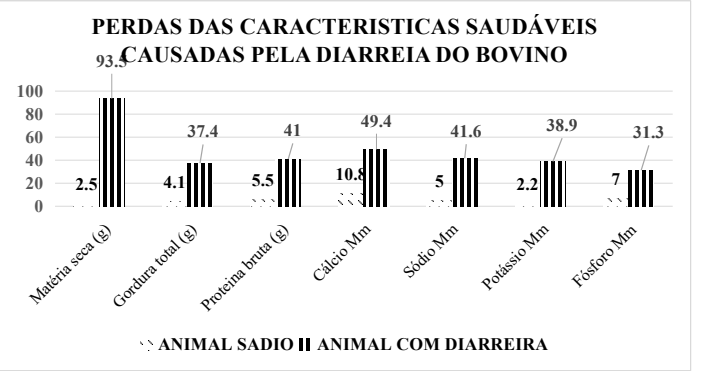
Fonte: Adaptado por Coelho, 2020.

Mesmo que sempre se observa a preocupação de pesquisadores e técnicos profissionais em desempenho animal. Teixeira *et al*. (2017) relatam que na atividade leiteira existem desafios e dentre eles sobressai a criação de bezerras. Suas preocupações referem-

-se aos cuidados com essa categoria são negligenciados na grande maioria das fazendas com a ideia errônea de que se deve gastar o mínimo possível com esses animais uma vez que não estão na sua fase produtiva. Considerando que o profissional, por outro lado, sabe que as atividades requerem frequência de cuidados e acompanhamento do desenvolvimento animal, e somente é completa quando se cumpre uma programação, essas falhas não dependem da técnica e sim do nível de conhecimento e aceitação do agropecuarista pela atividade, por ele, selecionada.

Porém, a mortalidade de bezerras nos primeiros meses de vida é uma das principais causas de prejuízo na bovinocultura mundial e a falha da transferência de imunidade passiva (FTIP) um dos fatores de grande contribuição para estas mortes. Dessa forma, pequeno investimento e as mudanças de manejo resultam em grande impacto na saúde e desempenho das bezerras e novilhas. A colostragem é um procedimento simples e de fácil realização. O fornecimento de colostro em qualidade, quantidade e tempo adequado é determinante para a manutenção da saúde e desempenho futuro das bezerras.

Figura 22 - Perdas das características nutricionais saudáveis caudas pela diarreia em bovino



Fonte: Adaptado de Coelho, 2020.

Observando a atividade leiteira no Brasil, dentre os desafios, destaca-se a criação de bezerras. Contudo os cuidados com essa categoria não são continuadamente satisfatórios com a justificativa incorreta de que esses animais ultrapassam as fases carentes de atenção e não são necessários investimentos pesados por se encontrarem na fase produtiva. Desse modo, tem-se desconhecido o que esse comportamento do agropecuarista constitui uma das principais causas de prejuízo na bovinocultura mundial e a falha da transferência de imunidade passiva (FTIP) um dos fatores de grande contribuição das mortes dos animais devido ao impacto na saúde e desempenho das bezerras e novilhas. A operação de colostragem é um procedimento simples e de fácil realização. Sem dúvidas, o fornecimento de colostro em qualidade, quantidade e tempo adequado é determinante para a manutenção da saúde e desempenho futuro das bezerras. A ingestão precoce e adequada de colostro de alta qualidade é um fator primordial na determinação da saúde futura e sobrevivência da bezerra e com isso, tem-se a redução do risco de morbidade e mortalidade pré e pós desaleitamento. Os benefícios da transferência de imunidade passiva incluem as elevadas taxas de ganho de peso animal e eficiência alimentar, redução da idade ao primeiro parto e maior produção de leite na primeira e segunda lactação (TEIXEIRA *et al.*, 2017).

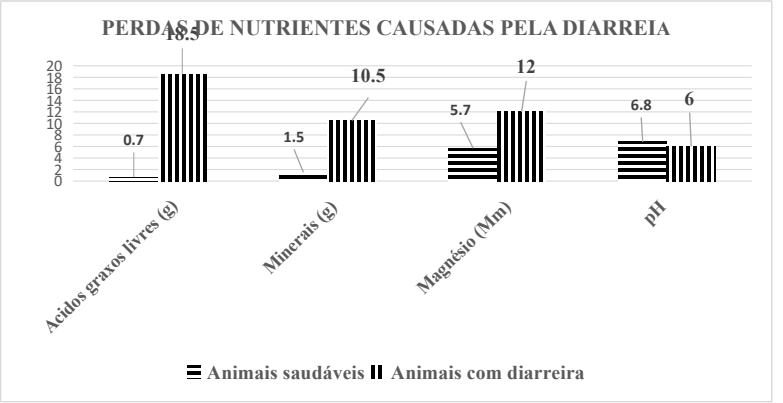
Para Coelho (2009) a criação de bezerras é uma etapa de grande importância na pecuária leiteira, por representar o futuro da produção de leite. A reposição no rebanho dos melhores animais é facilitada, por ter os melhores animais oriundos dos programas de melhoramento genético constituindo uma forma de obter um lucro adicional a partir da comercialização de novilhas excedentes. Reconhecendo a importância da criação de bezerras, desde o primeiro dia de vida até o desaleitamento, o

processo de criação de bezerras exige boas práticas de manejo e muita atenção e critérios para se obter uma atividade de sucesso, uma vez que a maior taxa de mortalidade de bezerras se encontra neste período de cria.

17.2 - Solos e nutrientes

Os solos brasileiros de modo geral são pobres em nutrientes, contudo quando se trata de rebanho leiteiro é necessário corrigir as deficiências, através da suplementação da ração com sais minerais, para evitar os sintomas de carência nos animais que sempre prejudicam o desenvolvimento e a qualidade dos rebanhos. Em se tratando de minerais, estes devem ser suplementados através de sais minerais uma vez que os nutrientes consumidos através de forrageiras não são suficientes para suprir as necessidades dos animais. Cada nutriente tem sua importância no tecido do organismo dos bovinos e por isso os desenvolvimentos dos animais devem ser acompanhados por técnicos especializados no comportamento e desenvolvimento animal.

Figura 23 - Alguns compostos importantes para o bovino perdidos pela ação da diarreia



Fonte: Citado por Coelho, 2020.

Atualmente, existem pesquisadores, discutindo sobe o uso de lipídios na dieta animal (MEDEIROS *et al*., 2020). Apesar da necessária moderação no seu uso em dietas para ruminantes, em função dos seus potenciais efeitos negativos na fermentação ruminal (Figura 23), os lipídeos são componentes essenciais à vida do animal. A gordura é importante para os ruminantes, por ser a principal forma de reserva de energia. Há um sistema especializado em acumular a energia como triglicerídeos nos momentos em que sua ingestão ultrapassa as necessidades e que, nas épocas de déficit energético, mobiliza essa reserva. Os depósitos subcutâneos de gordura auxiliam a manutenção da temperatura corporal dos animais.

17.3 - Compostos lipossolúveis

A gordura é veículo para as vitaminas lipossolúveis A, D, E e K. Há ácidos graxos que estão envolvidos em processos regulatórios da bioquímica animal, como, por exemplo, a própria síntese de gordura ou o controle da ingestão. Portanto, é envolvida em importantes efeitos metabólicos.

Ácidos graxos são ácidos monocarboxílicos de cadeia normal que apresentam o grupo carboxila, –COOH = C_nH_{2n+1}, ligado a uma longa cadeia alquílica, saturada ou insaturada. Como nas células vivas dos animais e vegetais os ácidos graxos são produzidos a partir da combinação de acetilcoenzima A, a estrutura destas moléculas, geralmente, contêm número par de átomos de carbono embora existem também ácidos graxos ímpares raramente. Na natureza, a maior ocorrência é de ácidos graxos com cadeia de números pares de átomos de carbono entre de 4 a 28. Enzimas necessariamente realizam a oxidação de ácidos graxos nas células animais presentes na matriz mitocondrial. Ácidos graxos com comprimento de cadeia de 12 carbonos ou menos podem

adentrar na mitocôndria sem o auxílio de transportadores de membrana, enquanto aqueles com 14 carbonos ou mais não conseguem passar livremente através das membranas mitocondriais. Por esta razão, ácidos graxos de cadeia longa necessitam passar por 3 reações enzimáticas que ocorrem no ciclo da carnitina.

O sistema endócrino dos animais vertebrados é formado por uma diversidade de glândulas e órgãos que, juntamente ao sistema nervoso, coordenam os processos fisiológicos de um organismo. Através deste sincronismo, o sistema nervoso recepciona e conduz estímulos captados do meio externo, induzindo o sistema endócrino a reagir de acordo com as necessidades metabólicas (Figura 24). Sendo a atividade endócrina, ocorrendo por meio de mensageiros químicos, os hormônios, substâncias de natureza proteica sintetizadas pelas glândulas, liberam seus produtos na corrente sanguínea em resposta aos fatores externos ou processos que permitem a manutenção do equilíbrio interno, atuando diretamente sobre a funcionalidade dos órgãos. Dessa forma, por exemplo, um organismo controla a concentração hídrica, a disponibilidade de carboidratos para o trabalho celular, a absorção de minerais, a pressão arterial, o surgimento dos caracteres sexuais, a maturação de células reprodutivas, a estimulação do desenvolvimento e crescimento, regulação do ciclo menstrual feminino, a secreção de leite nos mamíferos, dilatação do canal vaginal e contrações uterinas em virtude do parto, entre outras inúmeras funções.

Esses pesquisadores relatam que o tecido adiposo também tem função endócrina, produzindo importantes hormônios para o metabolismo do animal. A inclusão de gordura na dieta, por sua vez, pode ser interessante, por ser uma fonte densa de energia, pois enquanto carboidratos têm cerca de 4 Mcal/kg, a gordura tem 9 Mcal/kg. Essa é a razão do fator 2,25 que multiplica o

EE digestível, extrato etéreo, na equação conceitual de nutrientes digestíveis totais (NDT); é fonte de ácidos graxos essenciais que melhoram a absorção de vitaminas lipossolúveis; melhora a eficiência energética das dietas, e reduz o conteúdo fino das rações, considerado pó.

Procurar dobrar o peso ao nascimento nos primeiros 56 dias de idade. Atingir a puberdade e maturidade sexual precocemente 50% do peso do adulto aos 13 meses. Reduzir a idade ao primeiro parto com tamanho e peso adequados sem comprometer o desenvolvimento mamário. São cuidados que tornam viável economicamente a atividade agropecuária (COELHO, 2020).

17.4 - Nutrição e mortalidade

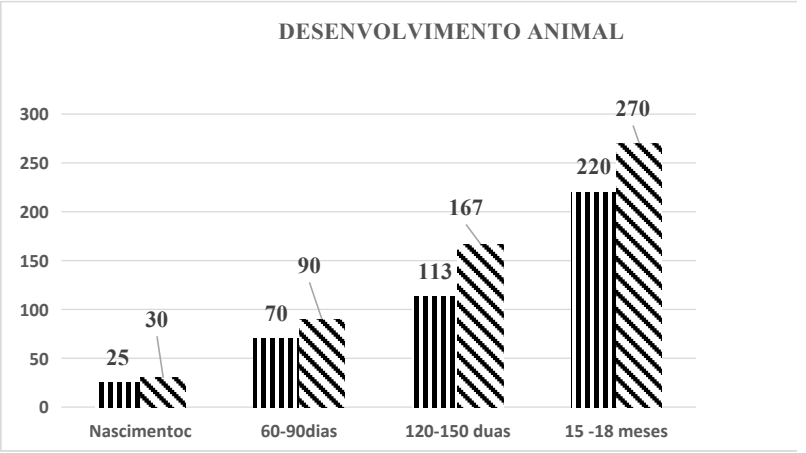
Quando o bezerro se encontra no pé da vaca durante o primeiro e o segundo mês uma teta deve ser deixada para o bezerro na ordenha da manhã e outra na da tarde. No terceiro mês a ordenha é realizada nos quatro tetos e o bezerro mama o leite residual. Fornecer o concentrado aos bezerros. Separar os bezerros, após o controle em lotes pequenos, em lotes de até 60 animais.

A mortalidade de bezerras em rebanhos de leite do nascimento à desmama foi de 11% em 1995 e 7,9% em 2007. Rebanhos de corte nos EUA, modelo americano, esta mortalidade é de 5,5%.

Bezerras de corte de 40 kg/PV, peso vivo, mama 6 a 10 vezes ao dia. Consome 15 a 25% do seu peso corporal diariamente como leite nos dois primeiros meses de vida. Geralmente consome de 8 a 11 litros leite/dia, 250 a 400 g de proteína, e consome 1 a 1,5 kg MS, matéria seca, de sólidos do leite.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 24 - Peso máximo e mínimo de animais leiteiros em meses crescentes

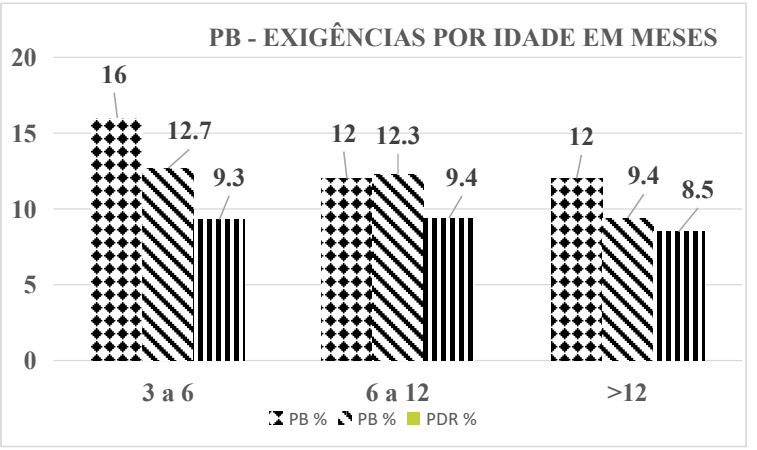


Fonte: Adaptado de Coelho, 2020.

Embora se havendo críticas em todas as decisões e as indicações em quaisquer recomendações, um concentrado para bezerros deve ser palatável e apresentar de 18 a 22% de proteína, sem uréia, um nível de energia de 80% de NDT, valores de FDA entre 6 e 20%, e FDN entre 15 e 25%, podendo ser maior que 25% quando a fonte de FDN for de casca de soja, polpa de beterraba, caroço de algodão ou aveia. Ainda são recomendados níveis de vitaminas e de minerais de acordo com NRC 2001. Técnicos e pesquisadores valorizam alimentos de boa qualidade como farelo de soja, farelo de algodão, leite em pó entre outros. O concentrado deve apresentar textura grosseira (COELHO, 2020).

IR PARA SUMÁRIO

Figura 25 - Exigências nutricionais de bovinos de 3 a 6, 6 a 12 e >12 meses

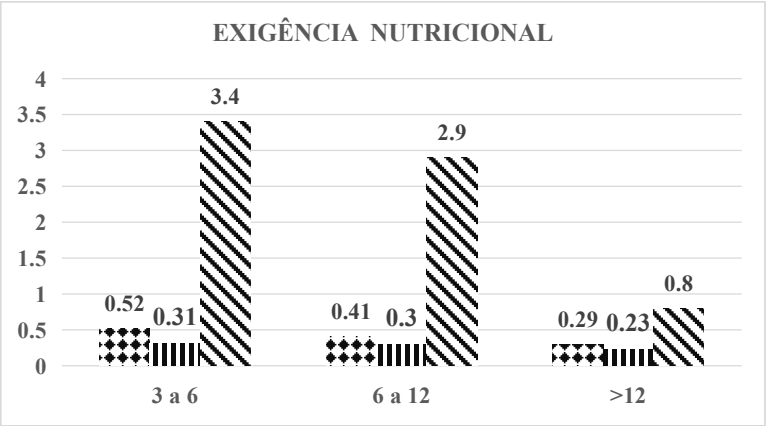


Fonte: Adaptado de Coelho, 2020.

Em revisões de Campos *et al*. (2007) observa-se que a degradação ruminal da proteína dietética constitui importante fator que influencia a fermentação ruminal e o suprimento intestinal de aminoácidos (aa) para os ruminantes. As proteínas degradáveis (PDR) e não degradável (PNDR) no rúmen são constituintes dietéticos que possuem diferentes funções. A PDR provê mistura de peptídeos, aa livres e amônia para o crescimento microbiano, enquanto a PNDR disponibiliza peptídeos e aminoácidos no intestino (NRC, 2001). De acordo com esses autores, o conhecimento da dinâmica de degradação ruminal e a digestibilidade intestinal dessas frações proteicas (Figura 25) é de fundamental importância para o processo adequado de nutrição dos ruminantes.

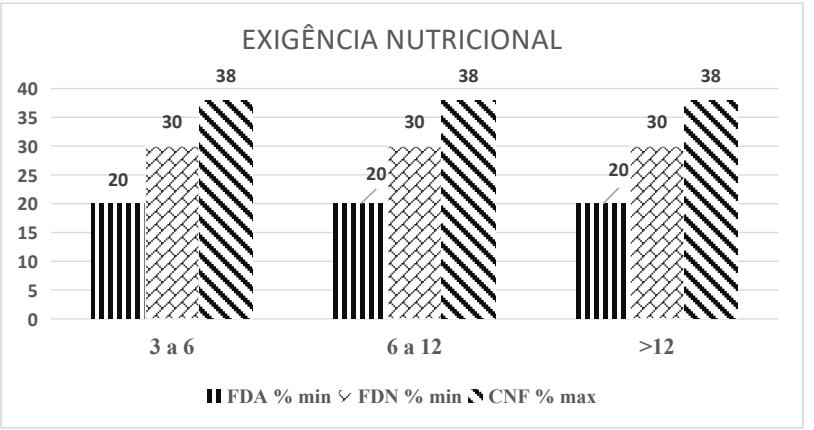
IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 26a - Exigência nutricional em Ca, P e PNDR, proteína não degradável no rúmen de bezerros de vacas leiteiras



Fonte: Adaptado de Branco, 2020; NCR, 2001; NRC, 1998.

Figura 26 b - Exigências nutricionais em relação a idade da cria em datas que variam entre 3 e 12 meses

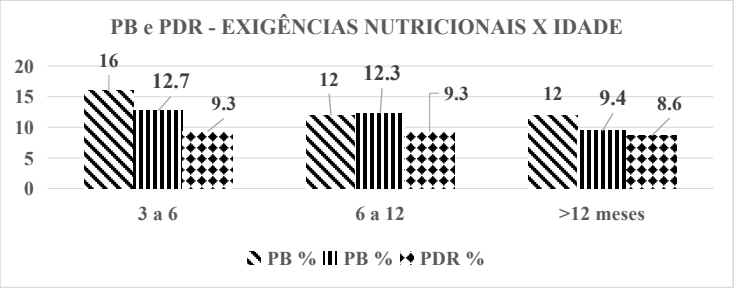


Fonte: Adaptado de Branco, 2020; NCR 2001, NRC 1998.

FDN – Fibra em detergente neutro. FDA – fibra em detergente ácido. CNF – carboidratos não fibrosos períodos de 3 a 6, 6 a 12 3 >12 meses de vida do animal.

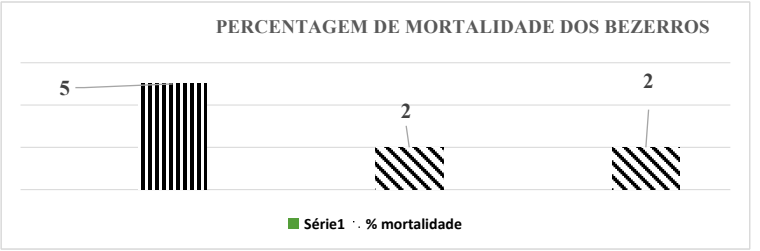
Nas diferentes épocas de desenvolvimento de um rebanho, é necessário observar as exigências dos animais bem como evitar os parâmetros de campo (Figura 26a e 26b) onde o manejo pouco controlado pode se tornar um fator de perda de peso desde o nascimento de animais, desenvolvimento abaixo do potencial de cada fase de crescimento com diferentes tipos de carência que resultam em animais de baixo potencial produtivo. A assistência cobrada naturalmente ao criador de bezerras na atividade leiteira inclui observação das novilhas ou vacas a serem cobertas, nas condições de cobertura ou inseminação. Ainda os aspectos sanitários na implementação da estação de monta, cuidados com a nutrição e reprodução de bovinos, manejo da estação de monta. Aspectos fisiológicos da fecundação e estabelecimento da prenhez, acompanhamento da saúde da vaca durante a gestação, facilitar o parto, atuar nos cuidados com alimentação das matrizes desde jovens (Figuras 27 e 28), reposição da condição corporal do animal e manifestação do primeiro retorno fértil cio dentre outros fatores.

Figura 27 - Exigências nutricionais em concentrados para bovinos em diferentes idades de acordo com a recomendação média de adaptação de NRC 2001; 1988



Obs: PB = proteína bruta, PDR = proteína degradável no rúmen.

Figura 28 - Percentual de mortalidade de animais nascidos



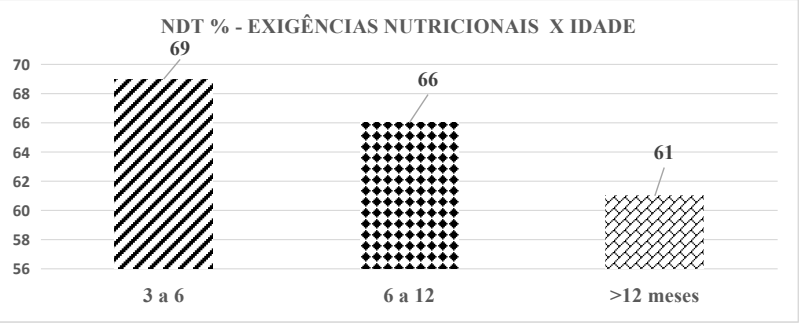
Holandesas – Novilhas Mestiças a cobertura com 15 meses e 350 kg, cobertura de 15 aos 24 meses e 300 a 330 kg e parição com 550 a 600 kg a parição com 450 a 500 kg O sucesso do programa PAP leite depende não só da utilização dos produtos indicados como também da qualidade das pastagens utilizadas, de um correto manejo destas pastagens, da qualidade da suplementação volumosa como cana-de-açúcar, feno e silagem e dos animais no programa. Na falta de um correto manejo não poderá contar com ganhos tão positivos de peso e de produção de leite, sendo que este está baseado em animais cruzados de 10 a 12kg de leite dia. Sendo animais de maior produção leiteira faz-se necessário mudarmos o plano nutricional. Para um melhor acompanhamento tem-se sugerido que avaliações sejam feitas no decorrer do tratamento para evitar surpresas futuras como perda de animais (Figura 28). Estes índices sugeridos servem de parâmetro para a avaliação do desempenho do animal ao tratamento, sendo que pode ser lançada mão de outras técnicas para recuperação dos índices caso seja necessário. Entre os parâmetros a são avaliados peso do animal, produção leiteira, idade e época do ano.

IR PARA SUMÁRIO

17.5 - Bezerras em desenvolvimento

Considerando a real citação de que a bezerra de hoje será a vaca de amanhã, organiza-se e desenvolve trabalhos com os cuidados que se deve ter com a bezerra desde a prenhês até o desaleitamento. Rockenbach *et al*. (2010) enumera várias tecnologias enfatizando pontos relevantes como a criação de animais com potencial produtivo mais elevado que os tradicionais do rebanho para reposição e que deve ser considerado como uma das principais atividades de propriedades leiteiras, uma vez que a melhoria genética do rebanho depende do descarte anual de vacas envelhecidas ou com problemas reprodutivos. Todos os cuidados específicos devem ser acompanhados com a exigência dos animais (Figura 29).

Figura 29 - Exigência de nutrientes digestivos totais (NDT) pelo gado bovino em função da idade



O período neonatal equivalente até quatro semanas, em sistema de criação de gado bovino, considerando ser esta fase a mais crítica, pois representa cerca de 75% das perdas por morte no primeiro ano de vida, sendo o desmame o segundo momento mais preocupante, inclusive a alimentação (Figura 29). Explica-se que após o nascimento, a bezerra está exposta à vida extrauterina e precisará adaptar-se o mais acelerado possível para en-

frentar as várias mudanças fisiológicas. Dependendo da duração do estresse térmico em que a bezerra é submetida as chances de morte do animal são aumentadas.

A ingestão do colostro é fundamental e deve ser fornecido no máximo até 6 horas após o nascimento na quantidade de 2 kg para bezerras de raças grandes e 1 kg para bezerras de raças pequenas e preferencialmente deve ser mamado na vaca. Esse procedimento deve ser realizado por 2 a 3 dias. O colostro oferecido à cria deve ser realizando colocando à disposição do bezerro 2 litros de manhã e 2 litros à tarde, devido ao seu elevado valor nutritivo e para reduzir a incidência de diarreias durante as primeiras semanas de vida, pela transmissão de imunidade. Todo o investimento que vise melhorar a qualidade da ingestão de colostro pelo neonato nas primeiras horas de vida, se justifica frente ao custo representado pela mortalidade de bezerras em uma propriedade (ROCKENBACH *et al*., 2010).

Após o período de fornecimento de colostro a alimentação da bezerra consiste no consumo de leite, base de 4 a 6 litros/dia, água a vontade, e a partir da 2ª semana feno e ração concentrada com no mínimo 18% de proteína bruta. O local de criação deve dispor de boa ventilação, ser limpo constantemente e proporcionar auxílio no controle da disseminação de doenças.

Após o parto do animal, cuidados com a remoção das membranas fetais devem ser realizadas, bem como da remoção do muco do nariz e boca. A cura de umbigo deve ser feita com tintura de iodo na concentração entre 7 e 10%, e repetida pelo menos até o terceiro dia de vida para prevenir infecções.

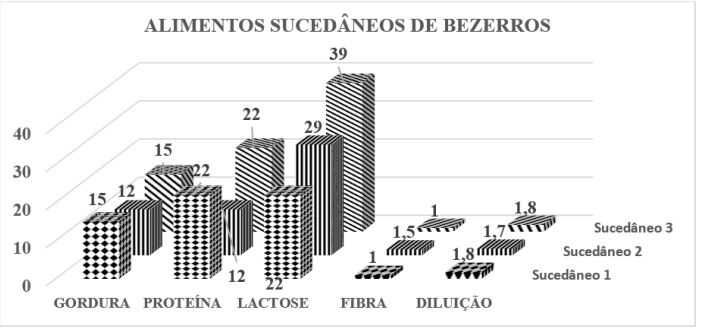
Para esses autores e vários outros profissionais incluindo veterinários, sonetistas e agrônomos, relatam a necessidade de criação em abrigos individuais para o manejo na propriedade leiteira, onde os animais se desenvolvem com mais saúde e a

incidência de doenças é menor, reduzindo os gastos com medicação. A mobilidade dos abrigos permite a sua mudança a cada semana, proporcionando um ambiente mais higiênico.

O momento ideal para a realização do desmame deve ser quando a bezerra estiver consumindo no mínimo de 750 a 800 g de concentrado por dia, o que normalmente ocorre por volta de dois meses de nascido. Este procedimento permite um menor custo na alimentação, melhor controle sobre o animal e maior disponibilidade de leite para a venda.

No período de desmame a bezerra sofre uma mudança rápida no sistema digestivo devido à passagem gradativa da alimentação líquida para a sólida. Nesta etapa o animal deixa de ser um pré-ruminante e passa a ser um ruminante, fator altamente estressante.

Figura 30 - Alimentos sucedâneos para bezerros em desenvolvimento



Ao estresse do desmame outras práticas de manejo são realizadas ao mesmo tempo, como descorna, mudanças na instalação e no tipo de dieta (Figura 30). Assim, para reduzir este problema, recomenda-se a permanência dos animais no mesmo ambiente por mais duas semanas, após a retirada da dieta líquida. Assim, eles devem receber água e o mesmo concentrado e volumoso. Os manejos sanitário, nutricional e ambiental ade-

quados são fundamentais para produção eficiente de bezerras, possibilitando minimizar a mortalidade e perdas de animais e maximizar a lucratividade.

18. SEQUÊNCIA DE OBSERVAÇÕES IMPORTANTES (COELHO, 2020)

Os bezerreiros, logo que a vaca pare o filhote, este deve permanecer preferivelmente em abrigos individualizados nos primeiros 60 dias de vida para redução da disseminação de doenças. O conforto do animal deve ser cuidado por constituir a área de descanso que deve ser seca, livre de ventos e de tamanho indicado para uso do animal com ventilação adequada além de ser de fácil acesso ao alimento e água para manuseio e tratamento e ser prático para limpeza da instalação. Recomenda-se que cada box deve medir 1,3 m de altura, 2,0 metros de largura dos sombrites, largura do box de cada bezerro de 5 m, o comprimento do fio de 12 m sendo 1 m em cada ponta como limitador para chegada do bezerro no cocho, corrente com distorcedor de 1,3 m; a fixação do balde de água é feita no poste de sombrites. Os boxes devem ser feitos de modo de manter os animais separados pelas doenças específicas sejam entéricas, respiratórias, doenças características que ocorrem após a desmama.

No caso de usar a fluido terapia, terapia líquida, preparar soluções contendo 20 gramas de glicose de milho, 5 gramas de cloreto de sódio, 4 gramas de bicarbonato de sódio, 1 grama de cloreto de potássio, misturar em um litro de água. Acompanhar o calendário sanitário para manter o animal forte e saudável.

As pesagens de avaliação da condição corporal (ECC) são realizadas nas diferentes fases de crescimento e desenvolvimento como no nascimento, na fase final do aleitamento, com 60 a 90 dias, aos 5 a 6 meses e 9 a 12 meses. De três meses a puberdade

a ECC deve ser de 3,25; da puberdade ao IA 3,0 (Franzoni, APS, 2009). O primeiro lote coletivo após o desaleitamento, 60 a 90 dias, deve apresentar o peso em torno de 85 kg, não devendo ultrapassar de 8 animais por grupos. A área dos piquetes para cada animal, do lote em transição, é de 18,5 m^2. A área do cocho é de 30 cm/animal e sombra de 1,8 metros quadrados/animal. A alimentação a ser usada deve ser a mesma contendo concentrado utilizado no bezerreiro. Sal mineralizado e água limpa e fresca deve ser dado à vontade. A primeira vermifugação é realizada na saída do bezerreiro.

Com a idade entre 4 e 5 meses os animais devem estar pesando em torno de 200 kg. A área dos piquetes pode variar entre 18,5 e 45 m^2/animal. A área do cocho é de 30 cm por animal e a de sombra em torno de 2,0 m^2/ animal. A ração de concentrado para os terneiros e novilhas deve ser a metade da fase anterior. Sal mineral e água limpa e fresca continuam sendo oferecida à vontade. Manter o controle de endo e ectoparasitas.

Entre 6 e 8 meses os animais devem estar pesando acima de 200 kg/animal. e Os grupos devem estar maiores e comportarem até 30 animais. Como sempre o sal mineral e água limpa e fresca continuam sendo oferecidos à vontade. Manter o controle de endo e ectoparasitas. Coelho 2000. Para as novilhas é indicado continuar mantendo o concentrado. A área deve ser próxima de 30 m^2/animal, do cocho 40 a 50 cm/animal e a área de sombra próxima a 3,0 m^2/animal.

Vacas solteiras quando submetidas a inseminação com 15 a 18 deve apresentar, dentro desta sequência, um peso entre 340 Kg e 400 Kg e a altura de 130 cm de altura para raças grandes (Franzoni, citado por COELHO 2020).

IR PARA SUMÁRIO

18.1 - Agropecuaria bovina no brasil

O Brasil apresenta um rebanho bovino acima 210 milhões de cabeças de bovinos em 2018. O crescimento da atividade pecuária casualmente sofre freadas no desenvolvimento pelo aumento nos custos de produção, relacionado principalmente ao custo da alimentação dos animais, pelas greves dos caminhoneiros, que dificultam a manutenção, bem como a entrada e a saída de produtos e de animais das propriedades, além de barreiras comerciais à importação das carnes brasileiras (IBGE, 2018). Especialistas em produção e exportação têm atribuído variação na produção da carne e do leite aos ciclos de alta e baixa. Também, em alguns anos, principalmente devido ao preço do bezerro e ao preço da arroba, ocorre um descarte maior de fêmeas.

Mato Grosso mantém a liderança na criação de bovinos desde 2004, responsável por 14,10% de todo o rebanho nacional, 30.2 milhões de cabeças. O município com a maior quantidade de bovinos fica no Pará – São Félix do Xingu, com 2.3 milhões de cabeças. Tem-se observado um crescimento de bovinos em São Félix do Xingu, nos últimos 10 anos, de 18% e em 2018 o rebanho do líder na pecuária totalizava 2,3 milhões de animais. Em segundo lugar está Corumbá, em Mato Grosso do Sul, com 1.8 milhão de cabeças, seguido por Ribas do Rio Pardo (MS), com 1.1 milhão de cabeças, Cáceres (MT), também com 1.1 milhão de animais, e Porto Velho (RO), com um milhão de bovinos. Dos 26 municípios brasileiros com os maiores rebanhos de bovinos em 2018, 15 estavam na região Centro-Oeste e 11 na Região Norte. O Brasil tem o segundo maior rebanho do mundo e é o principal país exportador de carne bovina em todo o mundo, segundo dados do USDA. A queda na exportação de carne bovina, em 2018, ocorreu nas regiões Sul (-3,3%), Sudeste (-1,2%) e Centro-Oeste (-0,4%). O rebanho cresceu 0,2% no Norte e Nordeste

A produção nacional de leite totalizou aproximadamente 33 bilhões de litros no ano 2018. A região Sul deteve 34,20% da produção nacional, seguida pelo Sudeste, com 33,90%. Os três municípios com maior produção foram Castro (PR), Patos de Minas (MG) e Carambeí (PR). O efetivo de vacas ordenhadas no País foi estimado em 16 milhões de animais – 7,70% do efetivo de bovinos do país. A produtividade média foi em 2018 de 2.069 litros por vaca ao ano. A região Sul manteve a liderança da produtividade nacional, com 3.437 litros por vaca ao ano. Os municípios com maior produtividade foram: Araras (SP), Carambeí (PR) e Castro (PR).

A maior variação de preço médio foi encontrada na região Nordeste, R$ 1,26 por litro, enquanto o menor preço médio foi observado na Região Norte, R$ 0,99 por litro. Analistas da pesquisa comenta sobre o comportamento da Região Centro-Oeste que lideram, desde 1981, a produção de bovinos, porque a região mostrou-se bio-climaticamente favorável e, também, por questões econômicas, como escoamento e logística. Para o nicho de bovinos que precisa de espaço, logística e escoamento o Centro-Oeste e o Norte têm aptidão para esse tipo de criação, por isso tem elevado crescimento. As regiões Norte e Centro-Oeste sobem de maneira semelhante, mas o Norte começou com menores efetivos.

18.2 - informações complementares de manejo de gado bovino

O agropecuarista atualizado deseja obter alta eficiência na produção, as vacas de cria que devem parir um bezerro todo ano, a fim de que a atividade seja lucrativa. Entretanto, não basta que a vaca faça nascer um bezerro por ano, é necessário que o mesmo sobreviva.

O custo de uma vaca cujo bezerro morreu é bastante superior ao daquela que não concebeu, uma vez que na prenhez o animal ingere maior quantidade de alimento e muitas vezes lhe são dedicados os melhores pastos. Outra fonte importante de custos na fase de cria refere-se à morbidade, ou seja, bezerros que ficam doentes e necessitam de remédios para evitar a morte. Descartada a morte, somam-se aos custos de medicamentos, os custos relativos à queda no desempenho destes bezerros, que certamente ocorrerão. O estresse pode causar queda de imunidade, com isso os bezerros ficam doentes mais frequentemente e podem até morrer. Assim, o manejo dos bezerros deve ser o menos agressivo possível.

Como alerta geral, mesmo tomando todos os cuidados, ainda que em menor número, provavelmente ocorrem mortes de alguns bezerros. As carcaças devem ser retiradas do pasto, levando-as para um local distante, sendo preferencialmente incineradas. É de grande importância anotar a data do óbito assim como a provável causa da perda. O cuidado exigido resulta na melhoria progressiva quanto ao número e qualidade dos bezerros desmamados

18.2.1 - Cuidados com a vaca

Os cuidados com a saúde do bezerro começam antes do seu nascimento, quando se prepara as matrizes para a cobertura. Nesta fase é fundamental proteger o feto contra as doenças que podem causar sua expulsão, ou seja, o aborto. É recomendável a realização do exame ginecológico das matrizes e, em certos casos, exames laboratoriais complementares para identificar a prevalência de doenças como a Brucelose, Leptospirose, Rinotraqueíte Infecciosa Bovina (IBR) e Diarreia Viral Bovina (BVD), entre outras que causam o aborto e até a infertilidade das vacas.

A coleta de material para análise pode ocorrer em fetos com até três meses e deve ser enviado inteiro, juntamente com partes da placenta que contenham placentomas. Devem ser acondicionados em saco plástico limpo, colocar em caixa térmica com gelo e enviar, até 24 horas após o aborto, para o laboratório. Em fetos com mais de 4 meses, retirar partes do feto, como fígado, pulmão, baço, coração, cérebro inteiro, rins inteiros, exsudato torácico e abdominal e, conteúdo gástrico (5 ml), juntamente com partes da placenta que contenham placentomas. Acondicionar o material em saco plástico limpo, colocar em caixa térmica com gelo e enviar para o laboratório. O operador deve utilizar luvas e materiais descartáveis para a manipulação do feto.

Os cuidados com o recém-nascido começam antes do parto, com o manejo de vacas no final de gestação. O uso de pastos exclusivos para vacas nesta fase visa facilitar a implementação de uma rotina de acompanhamento dos partos e o manejo de vacas e bezerros ao nascimento. O manejo de vacas prenhes, especialmente ao final da gestação, deve ocorrer apenas quando for realmente necessário. Nestes casos, o manejo deve ser muito calmo, conduzindo as vacas sempre ao passo, evitando aglomerações no curral, remanga ou corredor, agressões e uso de choque. Submeter vacas prenhes a situações estressantes pode induzir abortos. Um pasto maternidade adequado é aquele que oferece espaço, sombra, água e alimento à vontade para todas as vacas. Este local deve ser calmo, longe da movimentação da fazenda como currais, casas de funcionários e estradas, pois no momento do parto, vaca e bezerro passam por um processo de reconhecimento mútuo.

Em condições normais o parto tem duração entre 30 minutos e 4 horas. A expulsão da placenta ocorre de 4 a 5 horas após o parto, não devendo ultrapassar 24 horas, o que é indicativo de retenção

de placenta. Em geral a vaca ingere a placenta. O ideal é que o bezerro mame pela primeira vez em até 3 horas após o parto. Este tempo é geralmente maior no caso de novilhas, que são mais sensíveis ao estresse do parto e inexperientes no cuidado com os filhotes, elas geralmente apresentam movimentos que dificultam o acesso dos bezerros ao úbere ou agridem os bezerros com coices e cabeçadas. Estes comportamentos ocorrem frequentemente nas primeiras horas após o parto, diminuindo ou cessando à medida que as novilhas se acostumam com os bezerros.

As fêmeas de primeira cria, as novilhas, devem ser mantidas em pastos separados das vacas já experientes, pois vacas em trabalho de parto podem mostrar interesse por bezerros recém-nascidos de outras vacas. Considerando que normalmente as vacas mais velhas são dominantes sobre as novilhas, este tipo de interferência pode levar uma novilha a abandonar seu filhote, resultando em maior número de bezerros guaxos, abandonados, que apresentam elevado risco de morte. Além disso, problemas durante e após o parto são mais comuns em novilhas devidos a dificuldade para parir, falta de interesse pelo bezerro, dentre outros. Assim, é necessário realizar as visitas para acompanhamento dos partos com maior frequência. Isto é facilitado quando as novilhas ficam em pastos exclusivos. Contudo tem-se verificado que novilhas com baixa habilidade materna no primeiro parto podem ser ótimas mães da segunda cria em diante, por isso deve-se analisar com cuidado o descarte de matrizes.

18.2.2 - Cuidados básicos

O funcionário deve estar informado, conhecendo os motivos para tais perdas, que ocorrem principalmente quando há dificuldades no parto, baixo vigor dos bezerros e cuidados maternais deficientes. Estes problemas são mais comuns quando

os bezerros são muito pequenos ou muito grandes. Há ainda a possibilidade de ocorrer acidentes com os bezerros, que podem ser minimizados evitando situações que colocam suas vidas em risco. Por isso deve evitar pastos maternidades pequenos, com alta densidade de animais, com buracos e com curvas de nível profundas, que acumulem água. Para enfrentar estes problemas é preciso conhecer bem como se dá o parto e as necessidades de vacas e bezerros.

A criação de bovinos deve ser programada. Quando se preocupa com a estação de monta, antes do início dos nascimentos verifique se os materiais e produtos necessários para a identificação e cuidados com os bezerros estão disponíveis, tanto em quantidade como em qualidade. Como são muitos os cuidados básicos, providencie a compra dos materiais que estiverem em falta no estoque, eliminando aqueles com data de validade vencida ou em mal estado de conservação. Dentre todos os cuidados, devem ser considerados aqueles sobre os procedimentos de identificação, assepsia do umbigo, aplicação de vermífugo e pesagem dos bezerros, para serem efetuados no dia seguinte ao parto, para não ocorrer interferência na formação do vínculo materno-filial, evitando assim rejeição materna e pisoteamentos nos bezerros pelas vacas. A partir do terceiro dia de vida do bezerro, que já comporta bastante ágil, há maior risco da ocorrência de bicheiras no umbigo. Devido a exigência dos cuidados no período certo, o vaqueiro que realiza a contenção e identificação do bezerro deve se sentir seguro, protegido de investidas das vacas. O trabalho executado com calma e tranquilidade, garante a qualidade dos trabalhos de identificação e aplicação de medicamentos.

A rotina de visitas aos pastos maternidade devem ser realizadas ao menos duas vezes por dia, logo pela manhã e ao final da tarde, permitindo acompanhar as vacas em trabalho de parto e

diagnosticar os problemas mais comuns encontrados na época dos nascimentos, com este procedimento as providências necessárias podem ser tomadas em tempo hábil. Com a frequência ao local do parto, é possível detectar problemas com as vacas em trabalho de parto e com os bezerros recém-nascidos, como em casos de dificuldades de parto; - baixa habilidade materna; - baixo vigor do bezerro; - falhas na primeira mamada; - trocas de bezerros; - condições climáticas severas, extremos de temperatura e umidade; - condições desfavoráveis no local do parto como a presença de buracos, lama, dentre outros.

O local da maternidade deve ser vistoriado antes do início das parições sendo tapados buracos e recuperados as cercas e bebedouros que devem-se encontrar em ordem. Os equipamentos e materiais que serão utilizados, devem ser providenciados, para uso na identificação e no cuidado com os bezerros como medicamentos, tatuador, pasta para tatuagem, aplicador de brincos, brincos, tesoura, pinça, agulhas, balança e outros. As vacas em final de gestação devem ser mantidas separadas, sendo levadas aos pastos maternidade um mês antes da data provável do parto. O ideal é deixar as novilhas também em um pasto, separadas das demais matrizes. Defina quem será o responsável pelo acompanhamento dos partos, o materneiro. A frequência de visita ao pasto maternidade deve ocorrer pelo menos duas vezes ao dia, pela manhã e pela tarde. O encarregado, deve sempre estar acompanhado de uma caderneta para anotações de campo e lápis ou caneta. As dificuldades de parto, rejeição da cria e bezerro fraco, devem ser registradas, e comunicadas ao administrador ao veterinário para que sejam tomadas as providências necessárias.

A cada visita ao pasto maternidade devem ser registradas a data, o horário e os números das vacas em trabalho de parto ou

recém-paridas. Em relação aos bezerros, é necessário registrar o número de identificação, seu peso ou tamanho e vigor, se bom ou fraco. Registrar também qualquer ação executada que não faça parte da rotina por exemplo, ajudar a mamar, aplicação de antibiótico e outros. Os números das vacas que apresentaram dificuldades no parto e que precisaram de ajuda humana para parir devem ser registrados, bem como os números daquelas que apresentarem úbere semelhantes a pêndulos ou longos e tetos grandes ou falta de interesse pelo bezerro. No caso de morte, mesmo para natimortos, deve ser anotado o número de identificação do bezerro ou o de sua mãe e também: data, local onde o bezerro foi encontrado e a provável causa da morte. Apesar da morte de bezerros ser um ponto muito desagradável num sistema de cria, a anotação dos óbitos é muito importante, pois permite evitar que o problema se repita, otimizando a eficiência do sistema.

Registre em caderneta quaisquer problemas ocorridos em casos de frio, chuva, ataque de urubus, troca de piquetes e ouros. O manejo de bezerros recém-nascidos é de preferência que seja realizado após 6 horas do nascimento. Quando for detectado algum problema, este deve ser solucionado imediatamente. As reações de movimentos do bezerro devem ser contidas segurando-o pela virilha e pescoço, nunca jogar o bezerro no chão. Levante-o um pouco e apoie o bezerro na perna fazendo-o escorregar até o solo. É necessário cuidar do cordão umbilical. Identifique o bezerro, preferencialmente com uso de tatuagem. A pesagem do bezerro é necessária. Verificar sempre se o bezerro ingeriu o colostro e em caso negativo, ajude-o a mamar. Anote na caderneta as prováveis causas como problemas dos tetos e úbere grandes, bezerro fraco e rejeição materna. Estes animais devem ser ajudados até que consigam mamar por conta própria. Mantenha a rotina de visitas diárias, ou com a maior frequência

possível, para diagnosticar qualquer novo problema como bezerros fracos e apartar aqueles com incidência de diarreia e outras enfermidades.

O bezerro é a principal fonte de renda da fazenda de cria. Portanto, deve-se evitar que o manejo seja agressivo, pois o estresse causado pode resultar em acidentes, doenças e mortes. Evite manejar os bezerros de forma agressiva. Sempre é necessário que outro vaqueiro permaneça atento, não permitindo a aproximação da vaca em direção ao auxiliar companheiro, até que ele esteja sobre o cavalo. Após a conclusão do trabalho de parto, o vaqueiro deve levantar o bezerro ou deixá-lo em posição que seja fácil ele se levantar. Antes de deixar o local, os vaqueiros devem estar certos de que vaca e bezerro se reencontram e permaneçam juntos.

O manejo, imediatamente após o parto, deve ser realizado por, pelo menos duas pessoas experientes, montadas a cavalo, sendo uma delas responsável pela contenção e cuidados com o bezerro que deve ser feito no solo e a outra responsável em manter a vaca afastada, cuidando da segurança do auxiliar companheiro. Os equipamentos como tatuador, balança e materiais tinta de tatuagem e medicamentos e outros devem estar preparados antes da contenção do bezerro, de forma a agilizar o processo, diminuindo tempo de contenção e o risco de acidentes.

Como alerta geral, mesmo tomando todos os cuidados, ainda que em menor número, provavelmente ocorrem mortes de alguns bezerros. As carcaças devem ser retiradas do pasto, levando-as para um local distante, sendo preferencialmente incineradas. É de grande importância anotar a data do óbito assim como a provável causa da perda. O cuidado exigido resulta na melhoria progressiva quanto ao número e qualidade dos bezerros desmamados.

19. CUIDADOS APÓS PARTO

Após observar os dados zootécnicos e sanitários do rebanho, o médico veterinário deve montar o calendário de vacinação das matrizes, minimizando as perdas fetais. Sempre que for observado um aborto, é recomendável a coleta de partes do feto e placenta para exame laboratorial. Com isto é mais fácil identificar o microrganismo que está causando a mortalidade fetal.

O Manejo de bezerros deve ser iniciado um dia depois de nascidos. Inicia-se com a cura do o umbigo na hora certa e de maneira correta. Com isso, o número de bezerros com bicheira diminui. O manejo racional ao nascimento é menos estressante para as vacas, isto porque ajuda a diminuir o período de serviço. Uma grande vantagem é o pequeno número de bezerros machucados, além da possibilidade de terem uma condição mais próxima do natural. Um ponto importante: é preciso estar preparado para executar o manejo, principalmente com a formação de lotes pequenos, com no máximo 30 vacas, evitando mudar os animais de lote.

Os estímulos externos podem prejudicar o reconhecimento entre mãe e filhote. Em áreas com muito movimento as vacas geralmente interrompem o contato com o bezerro, deixando de cuidar da cria para ficar em vigilância. Com isto, há um aumento no tempo que os bezerros levam para se levantar e mamar. O ideal é que os lotes de parição sejam formados bem cedo, se possível logo após a confirmação da prenhez, minimizando o estresse provocado pela formação de novos lotes na proximidade do parto pois, como se sabe, quando há formação de novos grupos há um aumento de brigas que podem resultar em acidentes. Antes do início da estação de parição, as cercas devem ser vistoriadas para diminuir o risco de que bezerros recém-nascidos passem para o pasto vizinho. Isto é comum quando se define a maternidade em áreas pequenas, o que aumenta a probabilida-

de das vacas parirem ao lado das cercas, aumentando o risco de caírem no pasto ao lado, quando tentam se levantar e muitas vezes não conseguem voltar junto de sua mãe. Não permita que outros animais, como cães e galinhas, tenham acesso às vacas recém-paridas, pois sua presença pode levá-las a reagir com movimentos bruscos que podem causar acidentes com os bezerros.

O materneiro é a pessoa responsável pelo bom acompanhamento dos partos e dos primeiros dias de vida dos bezerros, portanto, deve estar atento a tudo que ocorre no pasto maternidade, registrando todas as ocorrências e buscando soluções para os problemas encontrados. Ao notar que uma vaca está demorando muito para parir, o materneiro deve avaliar a situação, ajudando-a no parto ou chamando o veterinário para fazê-lo. Conter a vaca com segurança, protegendo sua cabeça e outras partes do corpo que ficam em contato direto com o chão. Utilizar luvas descartáveis, luvas de inseminação, que protegem todo o braço. Lavar bem a região do ânus e vulva com água e sabão. Podem ser utilizadas soluções desinfetantes com iodo, cloro e outros. Não introduzir materiais cortantes dentro do útero da vaca. Caso seja necessário amarrar os membros do bezerro para auxiliar a retirada, utilize para esse fim material limpo e desinfetado. A retirada do bezerro deve ser feita com cautela e segurança. Não utilize força demasiada. Após a retirada do bezerro, observe se o mesmo consegue respirar normalmente e se necessário, retire as secreções placentárias da sua boca e narinas e faça movimentos cadenciados com as duas mãos comprimindo seu tórax. Deixe o bezerro e a mãe sozinhos, mas fique por perto para observar se a vaca consegue se levantar e se o bezerro consegue mamar.

Evitar gritaria e agressões quando for necessário conduzir vacas e bezerros faça-o de maneira calma e cuidadosa. O manejo dos bezerros deve ser prioritário. Não deixe de vistoriar os

pastos maternidades e de manejar os bezerros e vacas recém paridas para realizar outro tipo de atividade da fazenda como pesagem, vacinação e outros. O bezerro deve estar sempre ao lado da mãe por longos períodos, a separação causa estresse. Após separá-lo da mãe, o vaqueiro deve apear próximo ao bezerro, segurando-o pela virilha e pelo pescoço. Evitar jogar o bezerro no chão, ao contrário, levante-o um pouco do solo e utilize sua perna como apoio para descê-lo ao chão. A contenção para manter o bezerro deitado deve ser feita sem força exagerada.

19.1 - Companhamento do bezerro recem nascido

A correta identificação dos bezerros é fundamental para o gerenciamento da fazenda, pois facilita a detecção de pontos críticos e permite a tomada de decisões sobre o manejo, descarte de vacas pouco produtivas e seleção de futuros reprodutores. O número de identificação deve ser de fácil leitura e permanecer inalterado durante toda a vida do animal. O método mais comum adotado para identificação de bezerros é a tatuagem, que deve ser feita com cuidado entre as duas nervuras superiores da orelha, usando tinta de boa qualidade. Antes de pegar o bezerro prepare o tatuador e realize um teste em papel para ter certeza que o número está correto. Passe a tinta no local a ser tatuado, tatue o bezerro assegurando que as agulhas penetraram bem na orelha e, imediatamente, esfregue o dedo no local tatuado para que a tinta penetre nos furos antes de sair sangue.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 21 - Principais doenças de bovino de rebanho leiteiro

Doença	Microorganismos	Transmissão (via)	Sinais clínicos	Vacina	Tratamento	Erradicável
Brucelose bovina	Bactéria	Oral, reprodução.	Aborto, natimortos, terneiros fracos.	Sim	Não	Sim
Mastite	Infecciosa ou não				Sim	Não
Tuberculose	Bactéria	Inalação,oral.	Perda de peso, lesões em órgãos da cavidade abdominal.	Não	Não	Sim
Diarreia viral bovina (BVD)	Vírus	Oral, reprodução.	Diarreia severa, febre, aborto, retornos irregulares ao cio, nascimento de terneiros fracos.	Sim	Não	Sim
Rinotraqueíte infecciosa bovina (IBR)	Vírus	Inalação, reprodução.	Aborto, tosse, infecção ocular, infecção genital.	Sim	Não	Sim
Leptospirose	Bactéria	Pele, oral, inalação, reprodução.	Aborto, natimortos, terneiros fracos, febre, queda na produção.	Sim	Sim	Não
Neosporose	Protozoário	Oral, reprodução.	Aborto, nascimento de terneiros fracos.	Não	Não	Não
Salmonelose	Bactéria	Oral	Diarreia	Sim	Sim	Não
Leucose	Vírus	Sangue, reprodução.	Aumento de linfonodos.	Não	Não	Não
Raiva	Vírus	Mordedura de morcegos hematófagos.	Anorexia, hiperexcitabilidade, ataxia, morte.	Sim	Não	Sim
Febre aftosa	Vírus	Oral (saliva), leite, fômites, reprodução.	Vesículas (boca, língua, patas), anorexia, dificuldade de movimentação, hipersalivação.	Sim	Não	Sim
Tristeza parasitária	Protozoários ou rickettsia	Carrapato ou insetos hematófagos e fômites.	Febre, anorexia, palidez de mucosas (ou icterícia), hemoglobinúria, redução da lactação, aborto, morte.	Sim	Sim	Não

Fonte: Fisher *et al*. (2018).

Antes de realizar a assepsia do umbigo verifique o comprimento do cordão umbilical, quando for muito grande, corte-o deixando cerca de 5 cm ou aproximadamente três dedos. O corte deve ser feito com tesoura limpa e afiada, aplique em seguida solução de iodo ou produto específico para este fim. Para evitar problemas com bicheiras é recomendada aplicação de antiparasitários com ação larvicida. O risco de bicheira no umbigo do bezerro é alto, podendo até levar à morte. É recomendado pesar os bezerros no dia seguinte ao nascimento. O ideal é usar balanças portáteis para que possam ser levadas ao pasto maternidade. Caso não haja disponibilidade de balança na fazenda

pode-se avaliar o peso dos bezerros considerando três categorias: leve, médio e pesado. Em casos específicos, como os de bezerros com umbigos inflamados e bezerros muito fracos, pode ser aconselhável a utilização de antibióticos, que devem ser recomendados pelo veterinário responsável.

Geralmente, o bezerro deve ser ajudado na primeira mamada. Esta observação deve ser realizada pelo comportamento da cria se tem dificuldade de mamar ao mesmo tempo que se observa a barriga vazia do recém-nascido e se os tetos da vaca são muito grandes e úberes pendulosos, esse acontecimento se observa também em vacas da primeira cria ou em partos de gêmeos. Quase sempre o bezerro que não consegue mamar aparenta abatido, fraco, com a barriga vazia. Caso o bezerro não tenha mamado, este animal deve ser ajudado urgente, uma vez que nesta época o bezerro enfraquecido, por falta de alimentação, pode ser levado à morte. Por isso é necessário levar o bezerro e a vaca ao curral quando perceber que o bezerro não mamou conduza-o com a mãe ao curral,

A vaca deve ser apartada e levada ao tronco com as patas trazeiras amarradas. O úbere ser massageado levemente eliminando dois ou três jatos de cada teto. Quando a vaca estiver bem contida massageie levemente o úbere, tirando dois ou três jatos de leite de cada teto. O bezerro deve ser colocado próximo ao úbere e com dois dedos alise o céu de sua boca até que ele comece a chupá-los. Ao mesmo tempo, com a outra mão, comece a espirrar leite em sua boca para, pouco a pouco, aproximá-lo de um dos tetos até que o bezerro o abocanhe e mame. O processo deve ser repetido até o término do treinamento. O bezerro deve mamar até que fique satisfeito, apresentando a barriga cheia. Se o pasto maternidade estiver distante do curral, a vaca deve conduzida ao pasto, porém o bezerro deve receber ajuda, podendo ser levado ao curral na ca-

beça do arreio, em carreta ou outro transporte disponível. Evitar longas caminhadas dos bezerros fracos. Para evitar estresse da vaca, coloca este animal na frente do bezerro e que uma ou duas pessoas conduzam a vaca. Muitas vacas ficam nervosas podendo oferecer risco a quem leva o bezerro

Após os cuidados iniciais com os bezerros mantenha a rotina de visitas diárias ou pelo menos a cada três dias, monitorando tudo que acontece. Estas visitas têm como objetivo identificar problemas, tais como bezerros fracos, abandonados, com bicheiras e diarreias. Uma vez detectado um problema, medidas corretivas devem ser tomadas imediatamente, minimizando os riscos de morte de bezerros. Atenção especial deve ser dada para vacas e bezerros que mugem com insistência. Também aos bezerros que se mantém afastados da mãe e com baixa condição corporal e pouca agilidade. Estas condições são indicativas de problemas. Verifique se há água limpa nos bebedouros, checando sempre o funcionamento das boias e a condição de aguadas. Cheque também se há suplemento mineral nos cochos.

IR PARA SUMÁRIO

Tabela 22 - Calendário de vacinação de bovino leiteiro no Rio Grande do Sul

Vacina	Categoria/Idade	Periodicidade	Via de Administração
Febre aftosa	Todos	Maio	Subcutânea ou Intramuscular
Febre aftosa	Até 24 meses (machos e fêmeas)	Novembro	Subcutânea ou Intramuscular
Brucelose cepa B19	Fêmeas dos 3 aos 8 meses	Única	Subcutânea
Brucelose cepa RB51	Fêmeas a partir dos 3 meses	Única	Subcutânea
Raiva	Todos a partir de 70 dias	Anual	Subcutânea ou Intramuscular
Clostridioses (*C. perfringens* tipos A,B,C e D; *C. septicum; C. oedematiens; C. soedelli; C. chauvoei; C. haemolytuicum*)	Todos a partir de 70 dias	Anual	Subcutânea
Botulismo	A partir de 6 meses	Anual	Subcutânea
Tétano	A partir de 6 meses	Anual	Subcutânea
Carbúnculo hemático	A partir de 4 meses	Anual	Subcutânea
IBR	Fêmeas a partir de 6 meses	Semestral	Intramuscular
BVD	Fêmeas a partir de 6 meses	Semestral	Intramuscular
Leptospirose	Todos a partir de 70 dias	Semestral	Subcutânea
Colibacilose	Vacas 30 dias pré-parto e terneiras(os) a partir de 20 dias	Vacas 30 dias antes do parto, e terneiras(os) a partir de 20 dias e revacinar 30 dias após.	Subcutânea
Pasteurelose	Vacas 30 dias pré parto e terneiras(os) a partir de 20 dias	Vacas 30 dias antes do parto, e terneiras(os) a partir de 20 dias e revacinar 30 dias após.	Subcutânea
Salmonelose	Vacas 30 dias pré-parto e terneiras(os) a partir de 20 dias	Vacas 30 dias antes do parto, e terneiras(os) a partir de 20 dias e revacinar 30 dias após.	Subcutânea
Parainfuenza tipo 3 – PI3	Fêmeas a partir de 6 meses	Anual	Intramuscular
Vírus sincicial bovino	Fêmeas a partir de 6 meses	Anual	Intramuscular
Coronavírus	Vacas 30 dias antes do parto	30 dias préparto	Intramuscular
Rotavírus	Vacas 30 dias antes do parto	30 dias préparto	Intramuscular

Fonte: Fisher *et al*. (2018).

Em condições ideais, vacas e bezerros devem permanecer no mesmo lote e no mesmo local desde o pré-parto. Entretanto, há situações em que isto não é possível, sendo necessário conduzi-los a outros pastos. Para que isto não resulte em acidentes alguns cuidados são importantes. A condução de vacas e bezerros deve ser realizada apenas quando os bezerros já apresentarem boa agilidade e resistência, o que ocorre com uma a duas semanas de vida. Caso o deslocamento tenha que ser feito antes, assegure-se de que vacas e bezerros já se conheçam para evitar risco

de rejeição pela mãe. Conduza sempre pequenos lotes de animais, nunca com apenas uma vaca e seu filhote e nem em lotes muito grandes e de maneira lenta, com o deslocamento ao passo, permitindo que vacas e bezerros mantenham contato durante o percurso. Após serem soltos no novo pasto os vaqueiros devem esperar que vacas e crias estejam juntas.

Quase sempre, ocorre abandono ou troca de bezerros por isso deve manter a proximidade da mãe de seu filho, mantendo-os juntos em local tranquilo para que possam formar os laços materno-filiais. Nos casos de vacas com úberes pendulosos ou com tetos grandes e grossos, o materneiro deve estar mais atento às dificuldades para a primeira mamada, ajudando o bezerro a mamar sempre que necessário. Este procedimento deve ser repetido até que o bezerro consiga mamar sem ajuda.

Em dias frios ou em dias de chuva, o bezerro deve ser bem observado principalmente nos partos que ocorreram no início da manhã. Os bezerros recém-nascidos ficam lentos e, portanto, mais sujeitos a atrasos ou falhas na primeira mamada. Quando os bezerros são rejeitados ou órfãos é importante ajudá-los a mamar em outra vaca recém-parida ou ter um banco de colostro congelado, geralmente obtido das leiteiras recém-paridas da fazenda. O materneiro deve registrar todos os problemas ocorridos e as ações desenvolvidas para resolvê-los. Estas informações são importantes para as tomadas de decisões sobre o manejo e o descarte de vacas.

Os cuidados com os animais além dos cuidados com os bezerros devem ser acompanhados até se tornarem adultos com acompanhamento de vacinações, tratamentos especiais e programação de compromissos (Tabelas 21 e 22) que influenciem na manutenção saudável dos animais.

IR PARA SUMÁRIO ▲

2. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A atividade leiteira teoricamente tem sido considerada como uma cadeia produtiva do leite constituindo uma das mais importantes das atividades para o agronegócio brasileiro, especialmente na geração de emprego e renda; essa evolução é real e representa muito principalmente para o produtor e para o consumidor de leite. Apesar de sua importância, esta atividade apresenta ainda em desenvolvimento tecnológico acentuado, observado após o fim do tabelamento oficial do preço do leite. Até então, a produção nacional era oriunda de fazendas com modelos extensivos de exploração, nas quais a baixa produtividade dos fatores, principalmente da terra e da mão de obra, constituía sua principal característica. A partir da liberação de preços, a atividade se modernizou e a oferta nacional de leite cresceu substancialmente. O presente estudo teve por objetivo analisar e mostrar a atividade leiteira dentro da tecnologia desenvolvida pelos principais estudiosos do desenvolvimento da atividade leiteira e também o processo de incorporação tecnológica através do tempo registrado nas publicações científicas e práticas de campo. Tomando como base um sistema de produção de leite usado pelo pecuarista procurou-se observar as características básicas principalmente relacionadas com o rebanho de composição genética mestiça, criado predominantemente a pasto, a escala de produção e o modelo de exploração de média tecnologia, que representa a grande parcela das fazendas produtoras de leite em condições brasileiras. Os fatores produtivos analisados cobriram terra, mão de obra, pastagem e animal. Foram selecionadas as incorporações contínuas das novas tecnologias desenvolvidas e/ou validadas pela pesquisa agropecuária e que na utilização na prática refletiram na maior eficiência e praticidade no uso de todos os fatores de produção.

Um aumento considerável na produção de leite foi observado principalmente nas propriedades onde se especializa em tecnologia de nível elevado embora muito pode ser feito em níveis de pequenas e médias propriedades rurais, mesmo que a representação de aumento em algumas classes sociais, da produtividade não tem acompanhado o mesmo nível de evolução. Por outro lado, as produtividades que menos cresceram foram a do animal e do capital. Os relatórios de estudo evidenciaram que os incrementos de produtividade mais relevantes aconteceram para os fatores cujos preços reais de mercado mais cresceram no período, quais sejam, terra e mão de obra. Interessante notar que mesmo diante de uma curva descendente de preços pagos ao produtor, a produção nacional de leite continuou crescendo, indicando que o avanço tecnológico foi capaz de reduzir os custos de produção mantendo ou até mesmo melhorando as margens e a rentabilidade da atividade. Isso foi possível devido, principalmente, ao aumento considerável da produtividade dos fatores de produção. Nesse cenário, destaca-se o importante papel dos órgãos observadores das tecnologias, coerentes com as situações de infraestrutura e da capacidade de investimento na área dos diversos níveis de atividade. As áreas de assistência técnica e extensão rural muito contribuiu para o comprovado sucesso desta atividade (ROCHA *et al*., 2018).

Referências bibliográficas

ALMEIDA, P. E.; WEBER, P. S. D.; BURTON, J. L.; ZANELLA, A. J. Depressed DHEA and increased sickness response behaviors in lame dairy cows with inflammatory foot lesions. **Domestic Animal Endocrinology** v. 34, p. 89-99, 2008.

ALMEIDA, R.; MOLENTO, C. F. M. **Diagnóstico de bem-estar em bovinos de leite no Estado do Paraná.** Projeto bem-estar de bovinos

leiteiros: relatório parcial. Laboratório de Bem-estar Animal – LABEA/ UFPR, Curitiba, p. 37, 2007.

APPLEBY, M. C.; WEARY, D. M.; CHUA, B. Performance and feeding behavior of calves on ad libitum milk from artificial teats. **Applied Animal Behavior Science**, v. 74, n. 3, p. 191-201, 2001.

ARMSTRONG, D. V.; WELCHERT, W. T.; WIERSMA, F. Environmental modification for dairy cattle housing in arid climates: livestock environment. Saint Joseph: **American Society of Agricultural Engineers**, 1993.

ASSIS, A.G. Produção de leite a pasto no Brasil. *In*: Simpósio Internacional sobre produção animal em pastejo, 1997. Viçosa. Anais... Viçosa. UFV, 1997. p. 381-409.

BARBOSA, P. F.; PEDROSO, A. F.; MONTEIRO NOVO, A.L.; RODRIGUES, A. A.; CAMARGO, A. C.; POTT, E. B.; SCHIFFLER, E. A.; AFONSO, E.; OLIVEIRA, M.C.S.; TUPY,0; BARBOSA, R.T.; LIMA V.M.B. (eds.) **Produção de leite no sudeste do Brasil**. EMBRAPA Gado de Leite. Sistema de produção 4. Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/ FontesHTML/Leite/LeiteSudeste/ introdução. html. Acesso em: 10 ago 2019.

BATTISTI, L.; BITTENCOURT, M. V. J.; PITTA, R. S. C.; KOVALESKI, L. J.; ALVARENGA, P. H. T. A **evolução da cadeia produtiva do leite no Brasil**: uma análise pós década de 90. III Congresso Brasileiro de engenharia de produção. Ponta Grossa, Paraná, 2013.

BEHTING, M.; PEDREIRA, B.C.; CARNEVALLI, R.A.; LOPES, L.B.; TONINI, H. Planejamento da arborização de pastagens para produção de leite. **Revista leite integral** Embrapa Agrossilvipastoris. 2013, p. 18-22

BITTAR, C.M.M.; SANTOS, G. **Composição do colostro e práticas de manejo de bezerras em aleitamento**. 2013. s.p.

BLOOD, D.C., RADOSTITS, O. M. **Veterinary Medicine**, 7 ed. London: Bailliere Tindal, 1989, 1502 p.

BRANCO, A.F. **NRC Gado Leiteiro**. Nutrição para máxima eficiência produtiva e reprodutiva. Cap.1; IEPEC. 2015. 30 p. Disponível em:

https://iepec.com/wp-content/uploads/2015/08/capitulo-1.pdf. Acesso em 6 fev. 2020.

BRASIL. **Instrução Normativa** nº 62 de 29 de dezembro de 2011. Aprova o Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 30 dez. 2011. Seção 1, p. 1-24.

BREUER, K.; HEMSWORTH, P.; BARNETT, J. Behavioral response to humans and the productivity of commercial dairy cows. **Applied Animal Behaviour Science,** v. 66, n. 4, p. 273-288, 2000.

BRITO, M. A.; BRITO, J.R.; ARCURI, E.; LANGE, C.; SILVA, M.; SOUZA, G. EMBRAPA – Agência de Informação. **Agronegócio do leite.** Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_128_21720039243.html. Acesso em: 8 ago 2019.

BROOM, D. M.; FRASER, A. F. **Comportamento e bem-estar de animais domésticos**. São Paulo: Manole, 4.ed, p.438, 2010.

CABRAL, J. F.; SILVA, AM. A. P.; CARVALHO, T. S.; BRASIL, R. B.; GARCIA, J. C.; NASCIMENTO, L. E. C. Relação da composição química do leite como nível de produção, estádio de lactação e ordem de parição de vacas mestiças. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes,** Juiz de Fora, v. 71, n. 4, p. 244-255, out/dez, 2016.

CAMPOS, A. T. **Importância da água para bovinos de leite**. Juiz de Fora, Embrapa Gado de Leite. (Instrução Técnica para o produtor de leite. Disponível em: https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/zootecnia/IZABELLEA.M.DEA. TEIXEIRA/agua.pdf. Acesso em: 4 dez 2020.

CAMPOS, O. F.; CAMPOS, A. T. **Instalações para bezerros de rebanhos leiteiros**. EMBRAPA, 2004. 4 p. (EMBRAPA Gado de Leite. Circular técnica n, 80).

IR PARA SUMÁRIO

CAMPOS, W. E; BORGES, A. L. C. C, SATURNINO, H. M.; SILVA, R.R.; SALIBA, E. O. S.; RODRÍGUEZ, N. M.; SOUSA, B. M.; ROGÉRIO, M. C. P. Digestibilidade da proteína de alimentos utilizados na alimentação de ruminantes pelo método das três etapas. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.,** v. 8, n. 4, p. 295 302, 2007.

CARNEIRO JUNIOR, J. J. Melhoramento genético animal *In*: GONALVES, R. C.; OLIVEIRA, L. C. **Embrapa Acre**: ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável do Sudoeste da Amazônia. Rio Branco, A.C: Embrapa Acre, 2009. p. 197-208.

CARVALHO, M. M. **Arborização em pastagens cultivadas**. Juiz de Fora: EMBRAPACNPGL. Documentos, 64, p. 37, 1998.

CERQUEIRA, L. J.; ARAÚJO, P. J.; SORENSEN, T. J.; RIBEIRO, N. J. Alguns indicadores de avaliação de bem-estar em vacas leiteiras – revisão. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinária,** v. 10, n. 2, p. 5-19. 2011. Disponível em: http://www. fmv.utl.pt/spcv/PDF. Acesso em: 9 ago 2019.

CHURCHH, D. C.; GARY, E. S.; FONTENOL, J. P.; ROLSTON, A. T. **Digestive and Nutrition of Ruminants**, v. 2. Oregon, USA: Book Stores, 1972. p. 401-801.

COELHO, S. G. **Criação de bezerras e novilhas**. Escola de Veterinária Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: https://www.embrapa.br/documents/1354377/1743402/Embrapa+Criacao+de+bezerras+e+novilhas+Modo+de+Compatib_ilida+de. pdf/e93b6feb-a04c-42e5-adc5-50d98d357e6a?version=1.0. Acesso em: 8 dez 2020.

COELHO, S. G. **Criação de bezerras e novilhas.** Escola de Veterinária Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: https://www.embrapa.br/documents/1354377/1743402/Embrapa++Criacao+de+bezerras+e+novilhas+Modo+de+Compatib_ilida+de.pdf/e93b6feb-a04c-42e5-adc5-50d98d357e6a?version=1.0 (2009). Acesso em: 31 dez. 2019. sp.

COELHO, S. G. Desafio na criação e saúde de bezerras. CONGRESSO BRASILEIRO DE BUIATRIA, 2009, Belo Horizonte. **Anais**..., Belo Horizonte: [s.n.] 2009.p. 1-16.

COOK, N. B.; BENNETT, T. B.; NORDLUND K. V. Monitoring Indices of Cow Comfort in Free-Stall-Housed Dairy Herds. **Journal of Dairy Science**. v. 88, i. 11. 2005.

CÓSER, A. C; MARTINS, C. E.; DERESZ, F. **Câpim-elefante**: formas de uso na alimentação animal. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite. 2000. 27p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 57).

COSTA, M. J. R. P. Ambiência na produção de bovinos de corte a pasto**.** *In***:** ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA. 2000, Florianópolis. Anais... Florianópolis: Sociedade Brasileira de Etologia, 2000. p. 26-42.

COSTA, M. J. R. P.; SCHIMIDEK, A.; TOLEDO, R. M**. Boas práticas de manejo:** bezerros ao nascimento, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**.** Brasília-DF. MAPA/ACS. 2013. 39 p.

COSTA, P.; RODRIGUES, M. J. **Boas práticas de manejo, bezerros leiteiros**. Jaboticabal: Funep, 2011. 51 p.

CPT – Centro de Produção Técnica. **Administração de Gado de Corte**. Disponível em: https://www.cpt.com.br/noticias/concentrados-volumosos-complementam-alimentacao-animal. Acesso em: 3 dez. 2020.

DUARTE, A. A. **Principais raças de bovinos leiteiros do Brasil.** Disponível em Módulo de compatibilidade do Microsoft Word. Acesso em: 8 ago 2019. Seven p.

DUNCAN, I. J. H.; FRASER, D. Understanding animal welfare. APPLEBY, C; HUGHES, B.O. **Animal welfare**. London, 1997. p. 19-32.

EQUIPE TÉCNICA DA MATSUDA. **Modelos de produção de leite à pasto**. Disponível em http://simentalsimbrasil.org.br/biblioteca/modelos_de_producao_de_ leite_ a _pasto. pdf. Acesso em: 8 fev. 2020.

FACURY FILHO, E. J.; CARVALHO, A. U.; MOREIRA, G. H. F. A.; FREITAS, M. D. Diarreias em bezerras: causas e consequências. **Revista leite integral** 2013. Disponível em: http://www. revistaleiteintegral.com.

br/noticia/diarreias-em-bezerras-causas-e-consequencias-. Acesso em: 28 jan. 2020.

FAO. **Capacitação para implementar boas práticas de bem-estar animal.** Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação - Roma. Sustainability Pathways. 2013. Disponível em: https://www.google.com/search?Q=FAO.+Sustainability+Pathways. 2013a. Acesso em: 11 ago. 2019.

FERREIRA, A. G. A.; ZIECH, E.; GUIRRO, E. C. B. Bem-estar de bovinos leiteiros: revisão de literatura. **Veterinária em Foco**, v. 10, n. 2, p. 195-209. 2013a.

FERREIRA, P. M.; CARVALHO, A. U.; FACURY FILHO, E. J.; FERREIRA, M. G.; FERREIRA, R. G. **Sistema locomotor dos ruminantes**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 39 p. 2005b.

FIERHELLER, E. E. Reducing pain during painful procedures. **Advances in Dairy Technology**, v. 21, p. 129-140, 2009.

FISHER, G.; RODRIGUES, R.; PAPPEN, F. G.; ZANELA, M. B.; RIBEIRO, M. E. R.; ALMEIDA, L. L., SOUZA, G. N.; WEISSHEIMER, C. F.; PEGORARO, L. M. C.; PRADIEÉ, J. Principais doenças da bovinocultura leiteira. *In*: PEGORARO, L.M.C. (ed.técnico) **Biosseguridade na bovinocultura leiteira**. 2018 43 p.

FITZPATRICK, J.; SCOTT, M.; NOLAN, A. Assessment of pain and welfare in sheep. **Small Rum. Res.,** v. 62, p. 55-61, 2006.

FRASER, A. F.; KHARB, R. M.; MCCRIDLE, C.; MENCH, J.; COSTA, M. P.; PROMCHAN, K.; SUNDRUM, A.; THORNBER, P.; WHITTINGTON, P.; SONG, W, **Capacitação para implementar boas práticas de bem-estar animal** – Relatório do Encontro de Especialistas da FAO, 2008. Roma: FAO, 2009. 60p.

FRASER, D. Identifying and preventing pain in animals. Applied Animal Behavior Science, v. 100, n. 1-2, p. 64-76, 2006.

FRASER, D.; MATTHEWS, L. Preference and motivation testing. *In*: APPLEBY, M. C.; HUGHES, B. O. **Animal Welfare**. Wallingford: CAB International, p. 159-173, 1997.

GARCIA, P. R. **Sistema de avaliação do bem-estar animal para propriedades leiteiras com sistema de pastejo.** Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo. Piracicaba 2013. Disponível em: http://www.nupea.esalq.usp.br/imgs/teses/disserta--overs-o-final-Paulo.pdf. Acesso em: 25 nov. 2013.

GONZÁLEZ, F.H.D.; RAIMONDO, R. FS; RIVERO, B.R.C. *In*: Anais do III Simpósio Nacional da vaca leiteira (eds.). Porto Alegre, 2016. 301 p.

GREEN, L. E.; HEDGES, V. J.; SCHUKKEN,Y. H.; BLOWEY, R. W.; PACKINGTON, A. J. The impact of clinical lameness on the milk yield of dairy cows. **Journal of Dairy Science, Champaign,** n. 85, p. 2250-2256, 2002.

GRUPO MATSUDA. **Rumo ao século XXII.** Disponível em: https://www.youtube.com/channel/UCU380TLgkh2X0VsXjS_4-eA. Acesso em: 8 fev. 2020.

HEAD, H. H. Management of dairy cattle in tropical and subtropical environments: improving production and reproduction. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: SBBiomet, 1995. p. 26-68.

HELLEBREKERS, L. J. **Dor em animais**. São Paulo: Manole, 2002. 166p.

HORTOLANI, B. **Salve o bezerro de leite**. Disponível em http://www.revistapecuariabrasil.com.br/noticia/211-salve-o-bezerro-de-leite. Acesso em: 10 ago 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Rebanho brasileiro**. Disponível em: https://censo2020.ibge.gov.br/2012-agencia-de-noticias/noticias/25483-rebanho-bovino-reduz-em-2018-em-ano-marcado-por-altas-no-abate-e-exportacao.html Acesso em: 14 fev. 2020.

INÁCIO, Jr.; QUADROS, R. C.; GRAVIRA, M. Proposição de um novo método de seleção de micro, pequenas e médias empresas de base tecnológica (MPEBT), **Revista de empreendedorismo e gestão de pequenas empresas**, v., n. 2, 2012b.

INÁCIO, M. C. P.; BALDI, H. F.; SANTOS, C. F.; OLIVEIRA, L. S.; FERREIRA, C. E. C.; REZENDE, R. M.; MENDONÇA, A. T. Sistema intensivo x extensivo na criação de gado de corte. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**. v. 16, n. 1, p. 1-9. 2018.

JASPER, J.; WEARY, D. M. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 11, p. 3054-3058, 2002.

JENSEN, M. B.; BUDDE, M. The Effects of Milk Feeding Method and Group Size on Feeding Behavior and Cross-Sucking in Group-Housed Dairy Calves. **Journal of Dairy Science,** v. 89, n. 12, p. 4778-4783, 2006.

KEHOE, S. I.; JAYARAO,B. M.; HEINRICHS, A. J. A. Survey of Bovine Colostrum Composition and Colostrum Management Practices on Pennsylvania Dairy Farms. **J. Dairy Sci.** n. 90, p. 4108–4116. 2013.

LEME T. M. S. P.; PIRES, M. F. A.; VERNEQUE, R. S.; ALVIM, M. J.; AROEIRA L. J. M. Comportamento de vacas mestiças holandês x zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciênc. Agrotec.,** Lavras, v. 29, n.3, p. 668-675, maio/jun. 2005.

LEONEL, F. de P.; PEREIRA, J.C.; COSTA, M.G.; De MARCO JÚNIOR, P.; LARA, L.A.; QUEIROZ, A.C. de. **Comportamento produtivo e características nutricionais do capim-braquiária em consórcio com milho**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, p. 177-189, 2009.

MADER, T. L.; DAHLQUIST, J. M.; HAHN, G. L.; GAUGHAN, J. B. Shade and wind barrier effects on summertime feedlot cattle performance. Journal of **Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 2065-2072, 1999.

MARTINS, C. F.; SARTI, E.; BUSATO, I.; PIRES, P. P.; FIORI, C. H.; MOREIRA, C.; SOARES, K.; BETINI, B.; VELASQUEZ, M. Prevalência e classificação das afecções podais em vacas lactantes na bacia leiteira de Campo Grande e municípios arredores-MS. **Ensaios e Ciência**, Campo Grande, v. 6, n. 2, p. 113-137, 2002.

McGUIRK, S.M. Disease management of dairy calves and heifers. **Vet Clin North Am Food Anim Pract.** v, 24, n. 1, p. 139-53. 2008.

MEDEIROS, S.R.; ZANETT, T. A.; CAROLINA, T.C. **Lipídios na nutrição de ruminantes.** Cap. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120189/1/Nutricao-AnimalCAPITULO-05.pdf Acesso em: 30 nov. 2020.

MELDAU, D.C. **Febre do leite.** Disponível em*:* https://www.infoescola.com/medicina-veterinaria/febre-do-leite/. Acesso em: 17 de fev. 2020.

MILKPOINT. **Importância do fornecimento do colostro para bezerros recém-nascidos.** Disponível em https://www.milkpoint.com.br/contato/noticias-agripoint/importancia-do-fornecimento-do-colostro-para-bezerros-recemnascidos-60726n.aspx. Acesso em: 21 jan. 2020.

MOZELLE, M. C. **Composição química do leite**. ESALQ/USP. Disponível em: http//edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1810879/mod_resource/content/1/Aula%202.pdf. Acesso em: 10 ago 2019.

MVZ - MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTENCIA. **Guia de raças de bovinos**. Disponível em: https://bioorganicato.com.br/images/pdfs/RACAS%20BOVINAS.pdf. Acesso em: 8 ago 2019.

NASCIMENTO JR*., D;* BARBOSA, M. A. A. F. Manejo das pastagens e produção de leite a pasto. Disponível em: http://www.tdnet.htm. Acesso em: 14 de fev. 2020.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. Washington, D. C.: 2001. 381p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** Washington: National Academy, 1988. 157p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC 7th Revised Edition, Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture and Natural Resources, National Research Council, National Academy Press, Washington, D. C. 2001. 406 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC 8th Revised Edition. Committe on nutrient requirements of beef cattle; Boardo on Agriculture

and Natural Resources; Division on Earth an Life Studies; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2016. 496 p.

NORO, G.; GONZÁLEZ, F. H. D.; CAMPOS, R.; DÜRR, J. WW. Fatores ambientais que afetam a produção e a composição do leite em rebanhos assistidos por cooperativas no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v. 35, n. 3, supl. 2006. s.p.

OLIVEIRA, D. P.; OLIVEIRA, M. V. M.; VARGAS JÚNIOR, F. M.; LUZ, D. F.; SIMÕES, A. R. P.; OLIVEIRA, C. A. L.; BRAGA NETTO, A. L.; SILVA, S. C. C. Desempenho de bezerros leiteiros lactentes alimentados com feno. **Arch. zootec**. Córdoba v. 62, n. 239, s.p., 2013.

OLIVEIRA, J. S.; ZANINI1, A. M.; SANTOS, E. M. Fisiologia, manejo e alimentação de bezerros de corte. **Arq. Ciênc. Vet. Zool**. Unipar, Umuarama, v. 10, n. 1, p. 39-48, 2007.

OLIVEIRA, M.A. **Sistemas de produção.** Cow vets, consultoria de gado de leite. Disponível em: https://www.embrapa.br/documents/1354377/6683631/Sistema+de+Produ%C3%A7%C3%A3o+-+Marcelli+Antenor+de+Oliveira/95f15396-84a7-42ee-93b4-e81c1a0bbc7e?version=1. Acesso em: 20 jan 2020.

OLIVEIRA NETO, A. A. **Pecuária leiteira**: análise dos custos de produção e da rentabilidade nos anos de 2014 a 2017. CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Compêndio de Estudos da Conab - V.16 - Pecuária Leiteira - Análise dos Custos. Pecuária Leiteira - analise dos custos de produção e da rentabilidade nos anos de 2014 a 2017. v. 16. 2018. 17 p.

PACIULLO, D. S. C.; COSTA, M. J. R. P. Ambiência na produção de bovinos de corte a pasto. *In*: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA. 2000, Florianópolis. Anais... Florianópolis: Sociedade Brasileira de Etologia, 2000. p.26-42.

PALHARES, J. C. P. **Consumo de água na produção animal**. São Carlos, Embrapa Pecuária Sudeste. 2013. 6 p. (EMBRAPA. Comunicado Técnico 102).

IR PARA SUMÁRIO ▲

PERERA, K. S.; GWADAUSKAS, F. C.; PEARSON, R. E.; BRUMCACK JUNIOR, T. B. Effect of season and stage of lactation on performance of Holstein. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 69, p. 228-236, 1986.

PETERS, M. D. P. **Avaliação da mastite e seu impacto sobre a sensibilidade à dor em vacas leiteiras. Tese de doutorado**. Área de conhecimento: produção animal. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2012. Disponível em: http://www.ufpel.edu.br/fazem/paz/. Acesso em: 05 ago. 2019.

PETERS, M. D. P.; BARBOSA SILVEIRA, I. D.; PINHEIRO MACHADO FILHO, L. C.; MACHADO, A.A.; PEREIRA, L.M.R. Manejo aversivo em bovinos leiteiros e efeitos no bem-estar, comportamento e aspectos produtivos. **Archives de Zootecnia**, v. 59, p. 435-442, 2010.

PHILLIPS, C. J. C. **Principles of Cattle Production**. 2° Ed. Cambridge University Press, UK, p. 75-129, 2010.

PINHEIRO, M. G., NOGUEIRA, J. R.; LIMA, M.P.L.; LEME, P.R.; MACARI, M.; NÂÂS, A.; LALONI, I. A.; ROMA JR., L. C.; TIRRO, L. C.; PEREIRA, A. F. *et al*. Efeito do ambiente pré-ordena (sala de espera) sobre a temperatura da pele, a temperatura retal e a produção de leite de bovinos da raça Jersey. **Revista Portuguesa de Zootecnia**, Vila Real, v. 12, n. 2, p. 37-43, 2005.

PIANTA, C. Diarreia neonatal de origem bacteriana em bovinos. Revisão bibliográfica. **Ciência rural**, Santa Maria. v. 23, n. 1. sp. 1993.

REAGRO. **Importância da fibra efetiva na nutrição de bovinos.** Disponível em: https://rehagro. com. bar/ blog/ nutrição-de-bovinos-de-corte-em-confinamento/. Acesso em: 16 fev. 2020.

REBELATTO, M. C.; WEIBLEN, U. Importância da imunidade passiva para o terneiro. **Ciência Rural.** Santa Maria. v. 22, n. 1, s.p. 1992. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84781992000100017. Acesso em: 7 fev. 2020.

REIS, R. A.; OLIVEIRA, A. A.; SIQUEIRA, G. R.; GATTO, E. **Semi – confinamento para produção intensiva de bovinos de corte**. I

SIMBOV – MT. I Simpósio Matogrossense de bovinocultura de corte. 2019. s.p.

REIS, R. B.; SOUZA, B. M.; OLIVEIRA, M. A. Sistemas de Alimentação para vacas de alta produção. 2009, p. 158-178. *In*: GONÇALVES, L. C.; BORGES, I; FERREIRA, P. D. S. (eds). **Alimentação de gado de leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. 412

RESTLE1, J.; ALVES FILHO, D. C., FATURI, C.; ROSA, J. R. P.; PASCOAL, L. L; BERNARDES, R. A. C.; KUSS, F. Desempenho na Fase de Crescimento de Machos Bovinos Inteiros ou Castrados de Diferentes Grupos Genéticos. **Rev. bras. Zootec**., v. 29, n. 4, p. 1036-1043, 2000.

ROCHA, D. T.; RESENDE, J. C.; MARTINS, P. C. **Evolução tecnológica da atividade leiteira no Brasil: uma visão a partir do Sistema de Produção da Embrapa Gado de Leite**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2018. 62 p. (Embrapa Gado de Leite. Documentos, 212.).

ROCKENBACH, T. L.; PEREIRA, R. A.; SCHMITT, E. S.; CORRÊA, M. N. **Manejo de bezerras do Nascimento até o desmame em propriedades leiteiras.** NUPEEC – Núcleo de Pesquisa, Ensino e Extensão em Pecuária. Pelotas. 2010, 3 p.

ROGE, FUNDAÇÃO. **Guia de prevenção de doenças do rebanho leiteiro.** Academia Leite. Disponível em: https://www.fundacaoroge.org.br/guia-prevencao-de-doencas-do-rebanho-leiteiro?hsCtaTracking=9f40c1c1-f763-4a66-a211-d59eeff22c04%7C9cca4015-a4af-4d96-b586-3cd558bbd824. Acesso em: 20 jan. 2020.

ROSA, M. S. **Interação entre retireiros e vacas leiteiras na ordenha**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 52p. 2002. 52 p.

ROSA, M. S. **Ordenha sustentável: a interação retireiro-vaca**. 2004. 83 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

ROSSAROLLA, G. **Comportamento de vacas leiteiras da raça Holandesa, em pastagem de milheto com e sem sombra.** Dissertação

(Mestrado em Zootecnia) na Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, Brasil 2007.

RUSHEN, J.; PASSILLÉ, A.M.; KEYSERLINGK, M; WEARY, D.M. **The welfare of cattle**. Springer, Dordrecht, the Netherlands. 2008. 303 p.

RUSHEN, J.; POMBOURCQ, E.; PASSILLÉ, A.M. Validation of two measures of measures of lameless in dairy cows. **Applied Animal Behavior Science**. v. 10t, n. 1-3, 2007. 173-177.

RUSHEN, J.; TAYLOR, A. A.; DE PASSILLE, A. M. Domestic animals' fear of humans and its effect on their welfare. **Applied Animal Behavior Science**, v. 65, n. 3, p. 285-303, 1999.

RUTHERFORD, K. M. D.; LANGFORD, F. M.; JACK, M. C.; SHERWOOD, L.; LAWRENCE, A. B.; HASKELL, M. J. Lameness prevalence and risk factors in organic and non-organic dairy herds in the United Kingdom. **The Veterinary Journal** 180: 95-105. 2009.

SALLES, M.S. A importância do colostro na criação de bezerras leiteiras. **Pesquisa e tenologia**. PqC do Polo Centro Leste/APTA. Disponível em: www.aptaregional.sp.gov.br. Acesso em: 2 fev.2020.

SANTOS, A.B; OTÁVIO, I. C. S. Luz; CAMILO, J. C. A **importância do colostro e do aleitamento materno para o desenvolvimento/ crescimento dos recém-nascidos**. Brasília: [s.n.], 2013.

SANTOS, A. C. **Ciclo produtivo de uma vaca de leite.** Disponível em https://www.cpt.com.br/dicas-cursos-cpt/ciclo-produtivo-de-uma-vaca-de-leite?. Acesso em: 18 fev. 2020.

SANTOS, G. G. F. **Avaliação colostral e de níveis séricos imunes de bezerros holandeses oriundos de vacas acometidas ou não por mastite.** Universidade Estadual Paulista ¨Júlio de Mesquita Filho¨ Faculdade de Medicina Veterinária. Araçatuba- SP. 2013. 108 p.

SATURNINO, H.M. Atividades e produtos de importância econômica da área mineira da Caatinga. **Informe Agropecuário,** v. 17, n. 181, p. 103-120, 1994.

SILVA, L. P.; NÖRNBERG, J. L. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 983-990, 2003.

SNA – Sociedade Nacional de Agricultura. **Animal Business Brasil**. Disponível em: https://animalbusiness.com.br/colunas/brasil-tinha-213-5-milhoes-de-bovinos-em-2018/. Acesso em: 14 fev. 2020.

SOUZA, A. P. O.; FRANCO, B. M. R.; MOLENTO, C. F. M. III Simpósio de Sustentabilidade e Ciência Animal. **Bem-estar de frangos de corte na sustentabilidade ambiental da produção avícola**. 2013. Disponível em: http://sisca.com.br/resumos/ SISCA_2013_049.pdf. Acesso em: 10 jan. 2014.

SOUZA, T. S.; COSTA, J. N.; PINHEIRO, R. R.; LIMA, C. C. V.; MELO, F. C. C.; ANDRIOLI, A.; AZEVEDO, D. A. A.; SANTOS, V. W. S.; OLIVEIRA, E. L.; NETO, A. O. Duração da imunidade passiva para lentivírus de pequenos ruminantes em cordeiros, **Semina**: Ciências Agrárias, Londrina, v. 35, n. 2, p. 845-856. 2014.

TAMEIRÃO, J. A. **Colostro**. Disponível em: www.aptaregional.sp.gov.br. Acesso em: 2 fev.2020.

TEIXEIRA, V. A.; DINIZ NETO, H. C.; COELHO, S. G. Efeitos do colostro na transferência de imunidade passiva, saúde e vida futura de bezerras leiteiras Imunoglobulinas, placenta, colostrogênese, absorção, pasteurização. **Nutritime Revista** Eletrônica v. 14, n. 05, set. /out. 2017.

TUCKER, C. B.; ROGERS A. R, SCHUTZ, K. E. Effect of solar radiation on dairy cattle behavior, use of shade and body temperature in a pasture-based system. **Applied Animal Behavior Science.** v. 109, p. 141-154. 2008.

TUCKER, C. B.; ROGERS A. R.; VERKERK G. A.; KENDALL P. E.; WEBSTER J. R.; MATTHEWS L. R. Effects of shelter and body condition on the behavior and physiology of dairy cattle in winter. **Applied Animal Behavior Science** v.105, p. 1-13. 2007.

WALDO, D. R.; MILLER, R. W.; OKAMOTO, M. MOORE, L. Ruminant utilization of silage in relation to hay, pellets, and hay and grain. Il. Rumen content, dry matter passage and water intake. **Journal of Dairy Science**, v. 48, n. 11, p. 1473-1480, 1965.

WATTIAUX, Michel A. **Essenciais em Gado de Leite**: Criação de novilhas do nascimento à desmama - importância do fornecimento de colostro. University of Wisconsin-Madison, Instituto Babcock para Pesquisa e Desenvolvimento da Pecuária Leiteira Internacional. Disponível em: http://www.babcock.wisc.edu/?q=node/237. Acesso em: 29 /01/2011.

WEARY, D. M.; NIEL, L.; FLOWER, F. C.; FRASER, D. Identifying and preventing pain in animals. **Applied Animal Behavior Science**, v. 100, n. 1-2, p. 64-76, 2006.

WERNECK, C. L. **Comportamento alimentar e consumo de vacas em lactação (holandês-zebu) em pastagem de capim elefante** (*Pennisetum purpureum* Sehum.). 2001. 58f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2001.

ZIMMER, A. H., EUCLIDES FILHO, K. As pastagens e a pecuária de corte brasileira. *In*: Simpósio Internacional sobre produção animal em pastejo, 1997. Viçosa. Anais Viçosa. UFV, 1997. p. 349-378.

IR PARA SUMÁRIO

Capítulo 15

NUTRIÇÃO DE BOVINO DE CORTE

Itamar Pereira de Oliveira,[1] Ubirajara Oliveira Bilego,[2]
Wender Ferreira de Souza[3]

Resumo: A bovinocultura de corte sempre garantiu e sustentou o mercado com a qualidade da carne bovina distribuída tantos nos lugarejos como nas grandes capitais brasileiras e nos muitos centros comerciais no exterior. Diferentes pratos foram criados e são procurados em qualquer parte do mundo que permite seu consumo. Por isso, deve-se valorizar o trabalho dos profissionais e técnicos que lutam com a criação dos animais sadios, testando novas técnicas para a agricultura familiar como para a agricultura extensiva em condições de melhorar sempre o produto a ser oferecido ao público consumidor. Dentre os campos de trabalho com os animais, a nutrição bovina sempre foi uma preocupação em ganhar a preferência do mercado, partindo da nutrição a pasto até as atividades completas do gado criado em confinamento. A sustentabilidade da atividade, entre os altos e baixos conflitos do mercado, tem conseguido vencer a competitividade com muitos países também produtores desses animais domesticados. Observando o histórico da atividade agropecuária, partindo dos cuidados básicos com o rebanho até as técnicas avançadas de práticas que podem resultar em competitividade, continuam sendo testados métodos modernos e tradicionais, oferecendo alter-

1 Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Goiânia

2 Médico Veterinário, DSc. Ciência Animal, Pesquisador do Instituto de Ciência e Tecnologia da Comigo, Rio Verde.

3 Bolsista de Pós doutorado do Instituto Federal Goiano. Campus Rio Verde.

IR PARA SUMÁRIO

nativas para os criadores, qualquer que seja sua aptidão e recursos. Considerando a carne uma fonte de proteína, a procura desse produto apresenta uma tendência sempre a aumentar, tem várias saídas e continua tendo a preferência desde que se tenha sempre novas tecnologias para oferecer criador e ao consumidor.

Palavras-chave: Alimentação de bovino. Classe de alimentos. Manejo animal. Nutrição de gado. Técnicas de produção.

1. INTRODUÇÃO

A produção de carne bovina no país seja em nível de pesquisa como em nível comercial, sem diferença de objetivos, tem-se preocupado em produzir carne de qualidade. A pesquisa além de colaborar com os princípios científicos tem usado esses mesmos princípios para suprir o mercado nacional e internacional. Com a preocupação de produzir uma carne de qualidade, mesmo no processo extensivo tradicional de criação animal, tem-se procurado em aprofundar nos conhecimentos de recursos genéticos, precocidade de animais, estresses pré-abate, transporte do animal e da carne, preservação ambiental, e processos de cozimento.

Santos (2016) relata a importância do conhecimento sobre os vários fatores que interferem na qualidade da carne de essencial importância no sistema de produção, para que os produtores, atuantes na agropecuária, busquem maior eficiência e tenham condições de minimizar os efeitos negativos e de oferecer ao mercado produtos que atendam às exigências do consumidor. A qualidade dos produtos de origem animal pode ser conseguida principalmente pelo controle de seus atributos sensoriais como cor, textura, maciez, sabor, odor, suculência, e nutricionais, tais como porcentagem de proteínas, vitaminas e minerais, quantidade de gordura e perfil de ácidos graxos. Em bora a meta final é

ter o controle total dos fatores que influenciam na qualidade da carne, durante as várias etapas de produção é possível controlar alguns desses fatores, através de fatores intrínsecos, escolha de raças/linhagens, gênero e idade do animal e ainda qualidade de instalações, nutrição e manejo.

A filosofia de trabalho da Rehagro (2019) sobre a produção de carne de qualidade baseia na existência de um tripé que sustenta e confere dinamismo quando se fala em produção de bovina os, que consiste em genética, sanidade e nutrição. Para se obter boa eficiência produtiva é importante que o manejo nutricional de bovinos de corte seja fundamentado em conhecimentos técnicos e aprofundado sobre nutrição animal. Isto permite que sejam adotadas estratégias para melhorar a eficiência alimentar dos animais e também a eficiência econômica do sistema.

2. FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUÇÃO E QUALIDADE DA CARNE

Santos (2016) ainda, em relação aos fatores genéticos, em resumo, relata que outro ponto importante é a relação de enzimas calpaína/calpastatina, a capaína é a principal enzima responsável pelo amaciamento da carne no processo pós-morte, já a calpastatina é o seu inibidor. Animais com maior atividade da calpastatina tem carne mais dura em relação aos animais com maior atividade da calpaína na hidrólise proteica muscular (MEDEIROS *et al*., 2015).

Dados contidos nas revisões de Philippe; Bianchi (2016) valorizam a nutrição animal na produção da carne como alimento nobre para o homem pela qualidade das proteínas, minerais e vitaminas. Considerando o manejo dos animais produtores de carne, a qualidade reflete a dieta usada na nutrição animal. Contudo esta característica varia com o desenvolvimento animal, ou

seja, à medida que a idade do animal aumenta, ocorre diminuição na proporção de proteína e aumento da gordura. Estudiosos nutricionistas de bovino comentam que o local de deposição também é outro ponto importante em relação à gordura na carcaça e, consequentemente, na carne. Exemplificando, tem-se observado que a gordura renal, pélvica e a gordura interna são as primeiras a se depositarem e em seguida, vem à gordura de cobertura e, por último, a gordura intramuscular ou de marmoreio (LEME, GUEDES, 2019).

Ainda nesta pesquisa os técnicos relatam que bovinos alimentados em sistema de pastagem produzem carne com maiores teores de ácidos graxos poli-insaturados na carcaça em comparação com bovinos alimentados com dietas à base de grãos. Também na revisão é citado que ruminantes alimentados à base de forragem favorecem o crescimento dos micro-organismos fibrolíticos, responsáveis pela produção de ácido linoleico conjugado (CLA) no rúmen. Esse ácido contribui de forma benéfica para a saúde humana. Inúmeros efeitos fisiológicos são atribuídos quando alimentos que possuem esse nutriente são consumidos, entre eles inibição das células cancerígenas, estímulo do sistema imunológico, diminuição da gordura corporal e redução na obstrução de veias e artérias (PHILIPPE; BIANCHI, 2016, MEDEIROS *et al*., 2015).

Esses autores relatam, baseados nas revisões bibliográficas, por eles realizadas, que animais submetidos a dietas com níveis baixos de proteína resultam em um aumento na proporção de gordura na carcaça, em relação a animais criados com dietas de concentrações suficientes em proteína, abatidos com mesmo peso vivo. O crescimento muscular tem relação direta com teores de água e proteína consumidos. Ao mesmo tempo, valorizam a sugestão de alguns pesquisadores que, para se produzir um

produto de melhor qualidade e competitivo no mercado de carnes é necessário a intensificação na velocidade de crescimento muscular em conjunto com uma rápida terminação da carcaça valorizando os novilhos precoces e super precoces. Dessa forma os componentes da dieta, proteína e carboidratos, irão definir a deposição muscular e acabamento de carcaça, respectivamente.

Para Santos (2019) a precocidade dos animais deve ser analisada, pois se trata da velocidade com que o animal atinge a puberdade, ou seja, cessa o crescimento ósseo, diminui a taxa de crescimento muscular e aumenta a deposição de gordura na carcaça. O grau de término da formação da carcaça, a espessura de gordura subcutânea, deve ser de pelo menos 2,5 a 3 mm para proteger a carcaça do resfriamento. Esse isolante térmico natural precaver de desidratação, escurecimento e endurecimento da carne. A precocidade também determina a percentagem de gordura intramuscular, que é a última a ser depositada, influenciando diretamente na maciez e sabor do produto final.

Esse autor recomenda para estresse pré-abate pode ser um fator importante na qualidade da carne, durante esse processo as reservas de glicogênio dos músculos do animal pode ser parcialmente ou totalmente utilizadas, e em consequência disso o *rigor mortis* se dá na primeira hora após o abate, provavelmente antes de ser levada à câmara fria, e então a reserva energética não será suficiente para manter o metabolismo anaeróbio e produzir ácido lático capaz de fazer baixar o pH a 5,5 na 24ª hora *post mortem*. A carne resultante desse processo terá pH>5,8, que fará com que as proteínas musculares tenham uma alta capacidade de retenção de água, mas será escura, com vida de prateleira mais curta, que se dá porque na ausência de ácido lático e glicose livre as bactérias utilizam os aminoácidos da carne com produção de odores desagradáveis, essa carne

com pH alto também pode apresentar uma descoloração esverdeada, causada por bactérias que produzem H_2S. Esse tipo de anomalia é chamada de carne bovina de corte escuro ou DFD ou escura, firme e seca.

Santos (2019) ainda preocupa com a qualidade da carne após o abate, durante a maturação que é um processo da carne, normalmente durante oito dias até algumas semanas após o abate, a carne torna então mais macia. A maturação, a fim de evitar a proliferação microbiológica e odores desagradáveis, é feita em baixa temperatura e na ausência de oxigênio. Durante o período da maturação, enzimas agem sobre as fibras musculares tornando a carne mais macia, mantendo ainda a textura característica da carne. Outras alterações também ocorrem durante a maturação, como a queda do pH que libera cálcio e altera as características das proteínas e o efeito dessas transformações é uma carne mais macia.

Para Rehagro (2019) o conjunto alimentação e manejo nutricional de gado de corte, modificável por diferentes parâmetros, pode ser considerado um assunto complexo, pois são diferentes variáveis que podem influenciar no sucesso de manejo. O dinamismo na atividade é grande e poderia ser ainda maior, em função de quantidade de raças de animais utilizadas, condições climáticas e ambientais que mudam de região para região, variedade da composição nutricional da dieta utilizada para os animais nos diferentes sistemas, diversidade de forrageiras disponíveis, entre outras variações observadas entre os sistemas e que podem impactar sobre o resultado obtido com o manejo nutricional adotado.

O sistema deve estar alinhado com os objetivos almejados para cada categoria. Os requerimentos nutricionais dos animais quanto aos nutrientes como proteína, energia, minerais e vita-

minas variam conforme a categoria animal e também quanto ao desempenho produtivo almejado.

Em regime extensivo de manejo de bovino, animais mantidos a pasto, a qualidade da forragem está entre os principais fatores que influenciam a produtividade tanto de carne como de leite. A energia, proteína, minerais e vitaminas são fornecidos aos animais pelas forrageiras em custo relativamente sustentável. A estacionalidade afeta a produção, as forrageiras, apresentam boa qualidade e produtividade durante o período das chuvas, mas com perdas quantitativas e qualitativas durante os períodos secos do ano. A atividade agropecuária não vai bem quando a qualidade das forrageiras das pastagens for afetada pelas condições climáticas, baixa produção de matéria seca suficiente para alimentar os animais, carência de fibra e nutrientes suficientes para manter o desempenho produtivo do rebanho. A escolha de metodologia de manejo é necessária para que no final do ciclo produtivo os animais tenham desempenho satisfatório, reduzindo ou evitando o impacto negativo sobre a rentabilidade do sistema REHAGRO 2019. Para que isso não aconteça, é fundamental o planejamento nutricional antes do início do ciclo produtivo, para garantir que os níveis mínimos de fibra e nutrientes alimentares recomendados sejam oferecidos aos animais durante o período estabelecido. Desta forma, permite-se que os animais possam apresentar o desempenho satisfatório para que os objetivos produtivos e econômicos do sistema sejam alcançados.

Por isso, atualmente a atividade agropecuária deve ser gerida por profissionais para que em cada sistema possa utilizar o manejo que se adapta as condições locais e conhecer as alternativas que se deve escolher para conseguir um bom manejo nutricional. É sempre indicado ter conhecimento para maximizar a produção biológica e/ou econômica para determinado cenário

socioeconômico, minimizar custos produtivos e garantir a sustentabilidade do sistema.

Em função da sazonalidade produtiva das pastagens, estratégias alimentares devem constituir alternativas, na forma de suplementação de alimentos, que ajudem a sanar estes problemas sazonais. A suplementação é uma opção qualificada e coerente quando se planeja conhecendo a categoria do animal aproveitando o seu potencial em função da capacidade de se obter o ganho desejado. Mesmo que se considere o desenvolvimento animal, é preciso estar atento no mercado para compra de insumos, animais e valor pago por arroba do animal observando o custo desta suplementação. Dentre os critérios a programação é essencial levando em consideração os objetivos se o animal é criado para produção de leite ou carne ou atividade mista, a raça produtiva e categoria reconhecida pelo mercado consumidor, disponibilidade e qualidade de pastagens, quantidade e valor nutricional do suplemento, tempo de uso de suplementos, preço por arroba no mercado, estrutura da propriedade e pessoal habilitado em manejo animal. A continuidade de atividade impreterivelmente depende da produtividade animal suficiente para ressarcir o investimento realizado com o trato animal (REHAGRO, 2019).

Sabe-se que entender do processo, produzir inputs, monitorar e controlar dados em uma atividade é fundamental para o sucesso do negócio. Na atividade de bovinocultura de corte isto não é diferente, principalmente quando se observa as margens de lucro cada vez mais reduzidas como tem sido nesta atividade. Sendo assim, após um bom planejamento nutricional com a realização de estudos e análises que demonstram viabilidade da estratégia, é fundamental o monitoramento desta ao longo de sua execução. Isto permite que durante a execução deste manejo, caso aconteça algum desvio como, por exemplo, desempenho

produtivo insatisfatório, seja possível avaliar a causa do problema e também uma intervenção que possa ser sanada; o sucesso no final do ciclo produtivo é garantido.

Os bezerros, por exemplo, se encontram em uma fase onde o tipo de ganho é predominantemente devido ao desenvolvimento dos tecidos musculares, necessitando de uma dieta com níveis de proteína superiores as dietas dos animais mais erados, que por sua vez precisam de uma dieta mais energética, por estarem realizando outro tipo de ganho. Isto implica em planejar uma alimentação com os níveis adequados de nutrientes para garantir a efetividade do bom desempenho dos animais, sem perder eficiência econômica, seja pela falta de fornecimento de nutrientes, o que impossibilita o ganho de peso desejado, ou pelo excesso de nutrientes na alimentação, provocando aumento no custo de produção e desperdício de dinheiro (REHAGRO, 2019).

Do mesmo modo, a atividade de gado de cria, mesmo que a atividade na seja para essa finalidade, onde além de procurar o nível de alimentação das vacas em condições especiais de cada período de vida, devendo-se considerar a saúde das vacas, o tempo de exploração das vacas, e os bezerros antes durante e depois do período de gestação levando em conta parâmetros o custo do suplemento, o tempo de suplementação e as taxas de desmame conseguidas em termos de kg de bezerro desmamado/vaca/ano. Para os técnicos, somente através de análise e planejamento é possível garantir que o sistema apresente índices produtivos adequados com rentabilidade satisfatória (REAGRO, 2019).

3. ALIMENTAÇÃO BÁSICA DO BOVINO

O gado bovino em regime extensivo tem para sua dieta uma seleção de variedades de espécies de plantas forrageiras, que fi-

cam à disposição permanentemente nas pastagens. Essa seleção de alimentos é questão de estudos há muitos anos, porém nenhuma teoria está totalmente descoberta e aceita (BOIN, 2019).

Dentre várias teorias, uma delas, apoia os princípios de que os animais selecionam os alimentos pela quantidade de toxinas presentes nas plantas, e com isso estariam se defendendo de intoxicações. Atribuindo a necessidade de alimentação completa, outra teoria se baseia no fato de os animais escolherem os alimentos para suprir suas necessidades nutricionais. De acordo com os princípios científicos nenhuma dessas teorias pode ser comprovada, devido não repetirem os mesmos resultados, pois ruminantes tendem a consumir grande diversidade de alimentos, mesmo com a presença de toxinas e suas necessidades nutricionais supridas. Os estudiosos têm observado que isoladamente a presença de toxinas ou a falta de nutrientes na dieta está influindo na seleção de alimentos pelos bovinos. A terceira teoria leva em consideração a aversão, que é a diminuição da preferência por determinado alimento ingerido anteriormente, devido a fatores sensoriais e fatores de sensação pós-ingestiva. No processo de "desenvolvimento" da aversão estão envolvidas mudanças fisiológicas, neurológicas e morfológicas. A dinâmica das interações sabor-resposta na preferência por determinado alimento, envolve o sabor no momento da ingestão e fatores pós-ingestivos, que são resultado das características químicas do alimento e das condições fisiológicas de digestão do animal. Estudiosos da preferência dos alimentos discutiram fatores pós-ingestivos poderiam calibrar o fator sabor para a utilidade homeostática. Concluíram assim que, os animais identificam alimentos adequados nutricionalmente e outros com maiores quantidades de toxinas, aumentando ou diminuindo a preferência por uma ou outra forrageira.

Provenza (1996) relata que as interações sabor-respostas ocorrem automaticamente, em todo momento durante a alimentação, sem o desenvolvimento de memória ou associações cognativas. Essas interações ocorrem mesmo com o animal estando profundamente anestesiado e esse comportamento leva a acreditar que a preferência envolve a avaliação da informação no cérebro e resposta de preferência, sem a necessidade de consciência ou inteligência. Esse mesmo autor descreve que a experiência prévia exerce grande influência na preferência. Os animais adquirem preferências por alimentos familiares, sendo relutantes em aceitar novos alimentos ou alimentos familiares que apresentam mudanças no gosto. Para esse autor, os animais rejeitam alimentos ingeridos antes de ficarem doentes. Quando a dieta apresenta alimentos novos e após a ingestão, os animais apresentam problemas digestivos e, imediatamente eles param de ingerir os novos alimentos. E, se houver mais de um alimento como novidade na dieta, o animal pode rejeitar o último incluído (PROVENZA, 1996).

A aversão a determinado alimento pode ocorrer em alguns minutos de ingestão ou durante dias de ingestão. É um processo que envolve o fator sabor no momento da ingestão e fatores pós-absortivos, nutricionais e toxicológicos. Uma cascata química de eventos, que envolve sinais fisiológicos ao longo do trato digestivo, é convertida em informações ao cérebro. Lesões nessas vias de transmissão de informações tiram a capacidade do animal em desenvolver aversões. Tanto toxinas como nutrientes podem causar o desenvolvimento de aversões, porém as toxinas deprimem mais a ingestão.

Ainda esse autor relata que o animal apresenta resposta específica sensorial, nutricional ou toxicológica no desenvolvimento da aversão a alimentos. A resposta sensorial específica ocorre

com a informação obtida em receptores orais, aumentando a preferência por determinados sabores nos alimentos. Os animais preferem alimentos ou uma combinação destes que possuam melhor balanço nutricional, presumivelmente por esses alimentos promoverem maior saciedade. Fatores pós-ingestivos podem desenvolver aversões mesmo quando o alimento ingerido tem bom balanço nutricional. A ideia principal da resposta nutricional na preferência por determinado alimento, depende da condição fisiológica digestiva do animal relacionada às características químicas do alimento. Há preferência clara dos bovinos por alimentos mais digestíveis, porém com o aumento acentuado da digestibilidade do alimento, o animal terá problemas metabólicos como aumento acentuado da fermentação ruminal e passará a dar preferência por outros alimentos disponíveis.

Para Provença (1996) a resposta tóxica específica causa diminuição na preferência por determinado alimento, devidas as concentrações de toxinas, mas não necessariamente previne os animais de ingerirem esses alimentos, principalmente se a concentração de nutrientes estiver equilibrada. Para Boin, os herbívoros possuem vários mecanismos de desintoxicação. Isso permite a ingestão de uma grande variedade de alimentos, sendo que, se a ingestão de toxinas não for maior do que a capacidade de desintoxicação do animal, ele poderá ter uma dieta bem variada, permitindo o acerto de suas necessidades nutricionais. Por exemplo, toxinas como os taninos, estão presentes em diversas plantas afetando principalmente a digestibilidade desses alimentos, porém com boa aceitação pelos bovinos devido à rápida desintoxicação desse componente. As aversões desenvolvidas devido às respostas específicas vão depender da quantidade da toxina, do sabor, ou do nutriente presente no alimento e da frequência de ingestão do alimento.

A preferência por sabor de determinado alimento diminui quando o mesmo é ingerido repetidamente, provavelmente devido ao sabor tornar-se menos prazeroso ao animal. Quando um alimento é fornecido constantemente diminui a preferência do animal por esse alimento. Quanto maior a quantidade de determinado alimento ingerido, maior será a aversão desenvolvida a esse alimento. Por exemplo, testes realizados com ratos consumindo diferentes soluções de diferentes sabores com posteriores problemas metabólicos, desenvolvem maior aversão à solução ingerida em maiores quantidades. O mesmo ocorreu com caprinos pastando diferentes gramíneas (Provenza, 1996). Vários fatores discutidos mostram a complexidade envolvida no desenvolvimento de preferência pelos animais por determinados alimentos, e a forma exata de como esses processos ocorrem ainda não está muito clara.

Com o conhecimento das causas do desenvolvimento de preferência dos animais por determinados alimentos, cientistas podem influir nas mesmas, aplicando-as nos sistemas de pastejo com o intuito de aumentar as ingestões de matéria seca dos animais. As pastagens normalmente são compostas de monoculturas com boa qualidade nutricional ou simplesmente de melhor adaptação local.

Baseados na importância de variedade de forragem para consumo pelos ruminantes, a ingestão de matéria seca pode ser aumentada com a disponibilização de várias espécies forrageiras para bovinos em pastejo, citado por Provenza (1996). Esse autor relata que uma forma de amenizar a aversão e aumentar a ingestão de forragem de bovino, em pastejo, tem sido atribuído ao pastejo numa sequência crescente de preferência dos animais pelas forrageiras. A disponibilização de diferentes variedades forrageiras disponíveis aos animais em pastejo permite um me-

nor nível de aversões, com aumento da ingestão de matéria seca. A aplicação de conhecimentos básicos sobre os diferentes fatores que afetam a ingestão é necessária para aumentar a ingestão total e consequentemente a produtividade dos animais.

4. ASPECTOS NUTRICIONAIS DOS ANIMAIS DE CORTE

A nutrição de animais bovinos de corte representa o maior custo operacional de produção do rebanho. Ao mesmo tempo, por ser um fator favorável à relação custo-benefício, a tecnologia continua a ser usada e trabalhada para condições nacionais com credibilidade e potencial para intensificar o número de usuários interessados no assunto. O uso de uma tecnologia, como o acerto de formulações de dietas balanceadas, de acordo com as correções sempre tem o princípio das recomendações para um processo racional na atividade bovina. O acerto entre exigências nutricionais constitui um processo de aumentar a eficiência produtiva e melhorar a eficiência econômica do manejo de animais. O custo da produção é o alvo certo para a obtenção dos bons retornos que são conseguidos com o uso de indicações corretas de conhecedores do assunto em questão.

Quando se fala em criação de animais no Brasil Central automaticamente se pensa em condições tropicais direcionando as dúvidas e as realizações em direção ao Bioma Cerrado. Nos manuais de recomendação podem ser encontradas as soluções mais adequadas para a escolha de animais, manejo, mão de obra, necessidade dos animais, potencial de fontes de alimentos, facilidade na obtenção de insumos, proximidade dos centros mais evoluídos, facilidade de entidades de crédito e campo favorável ao abate e venda de animais. O exemplo básico tomou o cerrado como ponto central de discussões, entretanto o consumidor de tecnologia precisa tomar conhecimentos de comparação entre atividades

que podem ser realizadas em outros biomas como inovação a ser incorporada na região central da atividade a ser realizada.

O agropecuarista progressista deve ter o perfil do bom comerciante uma vez que dentre as muitas tecnologias disponíveis em outros biomas podem não ser totalmente adaptadas às condições tropicais de clima, solo e atmosfera de um outo bioma, mas podem ser muito úteis quando se adapta um item que se adapta ou melhora às condições naturais do cerrado. Neste sentido, as tecnologias a serem adotadas no Brasil devem respeitar suas características, em que a composição do rebanho, os alimentos disponíveis e o clima são típicos e únicos de ambientes sejam de climas temperados ou tropicais. Valadares Filho *et al*. (2009) relatam que o Brasil caracteriza-se por peculiaridades tradicionalmente estabelecidas, como predominância de gado genuinamente zebuíno ou com algum grau de sangue presente, exploração em sistema extensivo de criação e sazonalidade no regime de chuvas, que tem impacto direto na qualidade e produção de matéria seca de pasto e de grãos destinados à suplementação dos alimentos animais. Pelo motivo que os confinamentos tenham evoluído rapidamente cresce também a demanda nos conhecimentos específicos dos fatores externos que possam proporcionar redução nos custos de produção.

Existem valores que devem ser lembrados como de revisar sempre a importância em se determinar as exigências nutricionais de bovinos de corte no Brasil, notadamente de Zebuínos, o Nelore. Muitos produtos necessários para o consumo animal são substituídos tanto qualitativa quanto quantitativamente por outros. Estas exigências devem estar coniventes com as informações mais próximas da necessidade de cada nutriente pelo animal. A medida do possível, elas devem ser adaptáveis às condições brasileiras, e na utilização de tais informações para uso

correto no novo balanceamento de rações para diferentes níveis de desempenho, objetivando melhorar o desempenho produtivo do rebanho, com resultado econômico favorável. Mesmo conhecendo a essência de uma nova prática de qualidade, o conhecimento de uma tradicional que o animal responde, a preferência pela antiga nunca desaparece, por ser uma prática aceitável jamais perde o seu valor original dentro de um sistema estável. A classificação dos alimentos de Van Soest *et al.*, (1971 e Soest (1994) citados por Maynard e Loosly (1969) e Oliveira (2005) são reconhecidos e usados como base de todo o progresso da nutrição bovina.

A pesquisa científica mundial em nutrição animal tem definido, há mais de um século, os nutrientes requeridos pelos animais (PRESTON, 2006, citado por Valadares *et al*., (2009). Conhecimento sobre os nutrientes demandados pelo animal, e a concentração ou a quantidade dos mesmos na dieta para determinada categoria animal são exigidos para obter o desempenho desejado de acordo com a evolução do manejo e das necessidades. Também o conhecimento do valor nutricional dos alimentos disponíveis que compõem a base alimentar permite formular dietas, planejar e programar o manejo nutricional do rebanho de forma eficiente, técnica e econômica.

Diversos países já estabeleceram as normas nutricionais de seus rebanhos bovinos de corte, levando em consideração as peculiaridades de suas realidades, apresentando atualizações e evoluções. Pesquisadores brasileiros historicamente, sempre tiveram preocupação a respeito da determinação das dietas que cobrem as exigências nutricionais de bovinos de corte. Ainda com maior intensidade têm sido desenvolvidos trabalhos em diferentes áreas da zootecnia resultando em informações eficien-

tes para a realização de uma criação de animais adaptadas as condições nacionais.

De tudo que já foi programado e o que está sendo usado e o que se planeja para as atividades de criação no futuro deve ser considerado até o ponto em que se conhece a qualidade e a variedade de forrageiras que está sendo oferecida ao rebanho.

Classe 1 – Volumosos

A política de produção de volumosos para as condições brasileiras consideram prioritariamente a redução dos custos de alimentação, aspecto importante, quando se faz opção pelo o confinamento como estratégia técnica na pecuária de corte. Assessorado por um profissional, o agropecuarista precisa analisar as opções existentes para escolher a mais adequada para sua atividade. Por isso, muitos criadores de gado não aceitam o uso de grãos puros como volumosos. As quantidades de volumosos participantes de uma ração podem ultrapassar a 70% e quando aplicado apenas o grão puro considera-se 100%. A função do volumoso, quando empregado, é puramente a ação física no rúmen ao promover a ruminação e reduzir os distúrbios ruminais como a acidose e a laminite (PEREIRA, 2019).

5. BASES DOS ESTUDOS DE NUTRIÇÃO ANIMAL

O conhecimento da evolução da nutrição animal é o processo que se observa através das bases do que se produziu e o que se espera para evoluir para tornar a atividade agropecuária sustentável (Tabelas 1 e 2). Para acontecer os processos evolutivos é necessária a compreensão de certos fenômenos ou comportamento adaptados para tratar dos acontecimentos que naturalmente se modificam de período a período de acordo as mudanças, do modo do trabalho, dos recursos disponíveis de

ocasião e contar com profissionais capazes de tomar decisões. O exercício da atividade vai criar os caminhos racionais e fazer do trabalho o gasto da energia do homem em produção. Uma vez obtida a produção, o desenvolvimento prolifera. Para isso é necessário fazer a recuperação de registros bibliográficos de publicações científicas com o objetivo de acompanhar a evolução de áreas complexas, interdisciplinares e emergentes, A escolha das bases de dados para realização da busca, deve abranger de forma suficiente o conhecimento que se procura.

Tabela 1 - Relação dos conhecimentos básicos mais aceitáveis para a exploração **a**nimal

1 - Volumosospl	Silagem de milho planta inteira, sorgo planta inteira, pasto e outros; feno de cana, bagaço de cana, cana fresca picada e fenos de Napier de forrageiras e de pastagens.
2 - Energéticos	Grão de milho ensilado e úmido, grão de milho seco moído, grão de sorgo ensilado úmido, grão seco de sorgo moído, mandioca e quirera de subproduto de grão de arroz integral, farelo de arroz integral, algodão em caroço, coco, melaço, polpa de subproduto citros, polpa de subproduto de tomate, casquinha de subproduto de soja, triguilho ou subproduto da pré-limpeza do trigo, farelo de trigo e outros.
3 - Proteicos	Ureia, farelo de soja e farelo de caroço de algodão, torta de amendoim, cama de frango e farelo de sangue.
4 – Minerais	Ca, P, Na, k, Zn, Co, Cu, I, Se.
5 = Aditivos	Vitaminas A e E, Niacina, Ionóforos, tamponantes e outros
6 - Água	

Fonte: Van Soeste e Wende, citados por Oliveira, 2005.

IR PARA SUMÁRIO

Tabela 2 - Componentes adaptados de alimento vegetais determinados por Van Soest e Weende, citados por Oliveira, 2005

Componentes das forragens			
Van Soest	**Nitrogenado**	**Não nitrogenado**	**Weende**
Conteúdo celular Solúveis em detergente neutro	Nitrogênio não proteico Proteína solúvel	Lipídeos	Extrato etéreo
		Hidrosolúveis Pectina Amido	Extrato não nitrogenado
Componentes da parede celular	Solúveis em detergente ácido	Hemicelulose	
	Nitrogênio lignificado Lignocelulose (fibra detergente ácido)	Lignina solúvel em álcali	
		Lignina insolúvel Celulose	Fibra bruta

Fonte: Van Soest citado por Maynard; Loosli, 1969.

5.1 Volumosos

Em relação aos volumosos, muitos técnicos de nutrição animal não são favoráveis a dietas concentradas de volumosos ricos em proteínas sugerindo que a quantidade de volumoso pode ser muito baixa em se tratando de soja e milho, uma vez que a energia e a proteína exigida pelo organismo do animal provêm quase totalmente do concentrado. Como alternativa incentivam o bagaço de cana hidrolisado, de fácil armazenamento e que proporciona as qualidades exigidas em um volumoso. Este alimento se encontra disponível em várias regiões brasileiras após a aceitação e o crescimento da indústria sucro-alcooleira. A dieta rica em grão, no caso, soja e milho, propicia altos ganhos de peso, melhor padronização e aca-

bamento de carcaças e deve ser usada na fase de terminação com o propósito de obter mais rapidamente o padrão de animais para o mercado. Contudo, não se podem desconsiderar as qualidades do grão de milho e de soja, além de serem ricos em proteína dispensam os investimentos em maquinário exclusivos e as estruturas exigidas quando se trabalha com silagem, como silos e máquinas ensiladeiras. Muitas vezes, dependendo das quantidades necessárias exigem outros tipos de estrutura para recebimento, secagem e armazenamento dos grãos. Os aspectos do uso da dieta rica em grão e seus derivados são ainda reforçados pelo bom desempenho da agricultura brasileira que apresenta aumentos positivos na produtividade nas culturas de milho e soja.

Adicionando à soja e ao trigo, o aumento da produtividade de também outro grão alarga oferta de grãos e de resíduos da industrialização de farelos, cascas e outros. Esses novos produtos são à base da composição de concentrados, desse modo, a oferta maior poderia resultar na redução do custo dos principais insumos para o confinamento. Como resultado, o agropecuarista teria a mesma participação de concentrados nas dietas do rebanho com menor custo por arroba produzida.

O valor qualitativo de grãos para alimentação de gado é de conhecimento público, contudo os países desenvolvidos, onde o valor da moeda é corrigido de acordo com suas normas, enquanto, a moeda dos países em desenvolvimento não chegou ainda a uma fórmula que tenha o comportamento semelhante ao dinheiro forte, não permite subsidiar produtos alimentícios para consumo do gado se o agropecuarista não tem o retorno desejado para cobrir os gastos com o rebanho. Na maioria dos países desenvolvidos, a agricultura é subsidiada incluindo a cultura do milho. Como resultado a produtividade média, superior a 10 mil

kg/ha, é comparativamente mais que o dobro da registrada nos países em desenvolvimento. Por isso, nesses países abonados, é mais eficiente produzir grãos do que fibras ou volumosos. Além de fornecer a energia exigida pelos animais, os grãos inteiros têm ação física no rúmen, substituindo o volumoso.

Mesmo nos países em desenvolvimento alguns pecuaristas e até mesmo técnicos incluem grãos inteiros em dietas como significativa proporção de volumoso. Comparativamente em duas situações distintas a rentabilidade com a bovinocultura ainda é duvidosa. Nesse sentido, mesmo que a exportação seja realizada com moeda forte, a dieta com volumosos inclusos, não há razão para utilizar grãos inteiros, ao mesmo tempo em que esse comportamento parece reduzir o conhecimento sobre o poder nutritivo destes. A espera de redução dos preços dos grãos, milho mais soja, e farelos, em razão da maior produção está desaparecendo. A política de mercado de grãos para exportação em moeda forte também, no momento, não parece satisfatório. Realmente a área ocupada pelo milho tem sido aumentada para a produção do etanol, mesmo com a concorrência da cana, quase a metade da área vai ser destinada às destilarias de álcool e com isso, as exportações de milho têm diminuído. Essa concorrência interna não é favorável nem aos produtores de grão e nem o mercado internacional almejado por todos os países exportadores. Quase sempre, em épocas de crise ou de concorrência internacional, nos países em desenvolvimento pode apenas trocar culturas com redução de área de uma em detrimento a outra cultura. Mesmo com resultados temporariamente positivos economicamente, o produtor pode ter lucros e o uso de grãos para o rebanho interno pode não ser encontrado no mercado interno disponível.

Economicamente, poderia fazer a substituição dos grãos de milho e soja, pelo uso de polpa cítrica, casca de soja e caroço de

algodão. Contudo, por serem substitutos do milho e da soja, seus preços no exterior costumam acompanhar as cotações. Havendo bom preço no exterior, a oferta no mercado interno tende a se reduzir e possivelmente, portanto, que em pouco tempo, o principal componente do custo desses insumos deixe de ser o frete, como ocorre temporariamente. A falta de opções na redução do custo com alimentação leva o pecuarista interno a procurar por outros produtos como resíduos, varreduras, descartes, etc. Com raras exceções, a análise do custo por unidade de energia e proteína em base seca mostra que tais insumos custam o mesmo ou até mais que o milho, a soja e o caroço de algodão.

Em busca de bons resultados econômicos, muitos pecuaristas usam aditivos para melhorar o desempenho dos animais. Há produtos de eficácia cientificamente comprovada, mas não constituem a maioria. Muitos pela composição e outros pela quantidade recomendada, não têm ação biológica alguma. O pecuarista fica na dependência do crescente segmento de produtos prodigiosos para a engorda dos bovinos e estes, na verdade, apenas contribuem para o aumento dos custos.

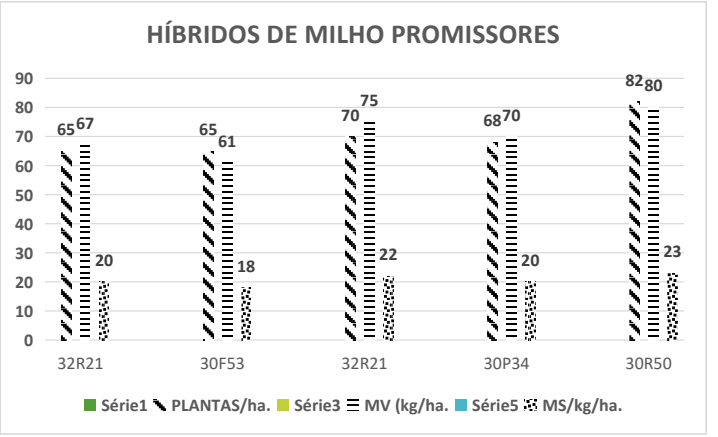
Na análise das opções para engorda em confinamento, o produtor também tem de considerar a eficiência real dos animais submetidos a dietas ricas em concentrados. O gado zebuíno, e outros geneticamente trabalhados foram selecionados pela natureza em regiões nas quais as pastagens são predominantes. Em dieta de alta concentração de grão, é comum a redução do consumo. Também são frequentes os casos de acidose ruminal e laminite. Existem produtos que controlam, de modo eficiente, os distúrbios do rúmen, mas seu custo é significativo.

Muitos pecuaristas e técnicos consideram a silagem de milho uma opção de custo muito alto no confinamento de gado de corte, além do risco de perda com o comportamento climá-

tico desfavorável. Como todas as culturas, o milho tem o risco de frustração de safra. Contudo, em condições climáticas favoráveis, responde diretamente, e com eficiência, na conversão de insumos em produtividade. E esse é o ponto mais crítico na determinação do custo final e na qualidade das silagens. Ainda existe um ponto fraco que é a importação de insumos em moeda forte como fertilizantes, fungicidas, inseticidas, preço de máquinas e outros cujos preços não guardam nenhuma relação com o preço sem controle das leis internas, cujos problemas fazem com que o pecuarista não invista o suficiente na agropecuária destinada à silagem. Ainda pouca ou nenhuma atenção é oferecida ou compartilhada por parte dos órgãos governamentais às operações de colheita e armazenamento, desestimulando o produtor. A política de produção, muitas vezes, obedece normas de grupos auto-eficientes com poucas relações com as atividades desejadas pelo agropecuarista.

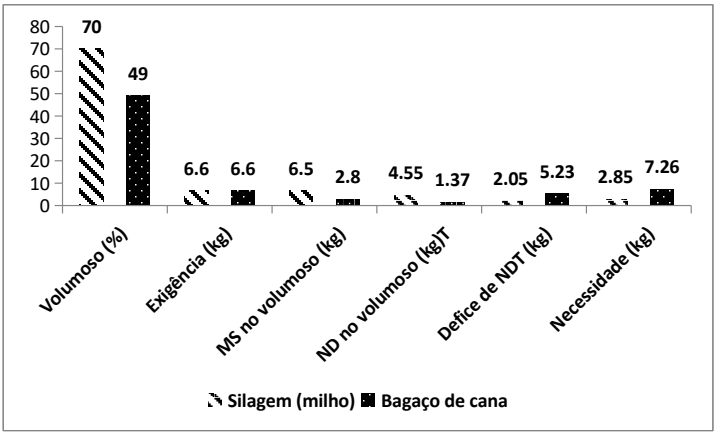
O milho, graças ao trabalho de profissionais, teve a genética da planta trabalhada de tal maneira que o potencial produtivo da lavoura de milho, no caso de bons híbridos1, é muito superior ao que se colhe na maioria das lavouras destinadas à silagem (Figura 1). Técnicas como adensamento do estande, verticalização das folhas no campo, redução do espaçamento entre linhas de plantio, permitem substanciais aumentos de produtividade (PEREIRA, 2019). São práticas adotadas em várias propriedades, de eficácia comprovada na produtividade de alguns híbridos cultivados no espaçamento de 40 cm entre linhas.

Figura 1 - Adaptação de dados médios de alguns híbridos e suas respectivas médias de número de plantas/ha; produção massa verde e produção de massa seca em Orizona-GO



Fonte: Adaptado de Pereira, 2019.

Figura 2 - Quantidade de concentrado necessário de concentrado necessário com dois diferentes tipos de volumosos



Obs: a dieta com bagaço de cana avaliada é composta de 72 % de concentrado e 28 % de volumoso.

Fontes: Adaptado de Alves 2019 e Resende *et al.,* 2019.

IR PARA SUMÁRIO ▲

As altas proporções de concentrados eleva o custo de uma ração animal (Figura 2) em relação a outra contendo apenas o volumoso, ambos dentro do padrão aceito pelas leis exigidas na fabricação de alimentos, no caso de bovinos podem ser bem-se menores quando se reduz a porcentagem de concentrados na dieta. Esta redução tem seus limites, quando foge dos limites da sustentabilidade a tecnologia perde a procura do fator responsável pelo sucesso da atividade. O ganho de peso, de modo geral, com o uso de concentrado pode ser considerado superior aos demais modelos de nutrição bovina, ao mesmo tempo, favorece a incidência de acidose e laminite. Contudo, esses resultados dependem da qualidade do volumoso. Especificamente, no caso da silagem de milho a qualidade relaciona-se com a maior proporção de grãos. Silagens com mais grãos são obtidas em lavouras de maior produtividade, justamente as que têm menor custo por unidade de matéria seca e energia (NDT) produzidas.

Assim, sem expectativa de adquirir soja e milho e outros grãos a baixos preços, a viabilidade econômica das dietas de alto grão está comprometida. Pode continuar sendo uma opção conveniente para confinamentos com grande número de animais, em regiões de elevado custo da terra, e que dispõem de grande e constante oferta de insumos alternativos como a polpa cítrica. Em tais casos, ainda que o custo de produção da arroba seja maior, há vantagens no frete e no melhor preço da arroba em razão da proximidade de grandes centros consumidores ou canais de exportação.

Essa conjugação de fatores, devido à organização ou a criação de outras tecnologias anexadas, favorece, sobretudo, os frigoríficos. Com isso, estes vêm se tornando cada vez mais eficientes na transformação e na agregação de valor a cada kg de boi abatido, desde o couro até a produção de biocombustíveis, como

o biodiesel feito com sebo bovino. Para o pecuarista, porém, a rentabilidade se baseia quase exclusivamente no valor recebido pela arroba do boi abatido. Mesmo com a necessidade de obter lucros com as atividades do setor a pecuária brasileira vem crescendo e se tornando independente das exigências externas e controlando as variações de preços das manobras comerciais.

Uma grande pecuarista ao deixar de lado os preconceitos e implantar lavouras de milho, sorgo, milheto, mandioca e outros em conjunto com a engorda do gado tem seu lucro aumentado. Associado a esta iniciativa, surgem as parcerias ou arrendamentos firmados em contrato, permitindo ter lavouras produtivas dentro da propriedade, dispensando investimentos em maquinário. Comportando assim, o pecuarista poderá contar com alimentos de qualidade para seu rebanho enquanto promove a recuperação ou o aumento da produtividade da área de pastagem. A lavoura de milho para silagem ocupa o terreno por aproximadamente de quatro meses, deixando a área disponível para outra atividade o resto do ano.

No setor agropecuário, terceirizar atividades da agricultura e pecuária constitui uma opção muito conveniente na produção de alimentos para animais. Além de dispensar a imobilização de capital com máquinas que vão ficar paradas a maior parte do ano, permite ao pecuarista, estabelecer critérios de qualidade no trabalho, como tamanho de corte, processamento do grão, etc. Tem-se observado que o gasto com as firmas que se organizam para exercer essas atividades terceirizadas, na maioria das vezes, resultam em valores mais baixos que dispender tempo e recursos com seleção de mão de obra nem sempre qualificada (PEREIRA, 2019).

IR PARA SUMÁRIO

5.2 - Suplementação energética

A maior discussão, no bom sentido, sobre a utilização de concentrados para animais, envolvendo pessoas especializadas em atividade nutricional de animais, concentra sobre a preocupação principal desses profissionais sobre o custo dessas substâncias e o preço da carne no mercado, nem sempre estável durante o ano todo. Muitas vezes o problema ultrapassa o bom senso do mercado e os concentrados elevam o custo da dieta animal quando se compara o preço de uma ração contendo volumoso com o preço de outra contendo concentrados. Ambos são encontrados dentro do padrão aceito pelas leis exigidas na fabricação de alimentos, no caso de bovinos podem ser bem menores quando se reduz o percentual de concentrados na dieta (VILLELA *et al*., 2009).

O ganho de peso com o uso de concentrados pode ser considerado superior aos demais modelos de nutrição bovina, ao mesmo tempo, favorece a incidência prejudicial de acidose e laminite. Nesse sentido, sempre foi observada e acompanhado a relação alimentação e doença, em termos de qualidade de volumoso. Basicamente a acidose ruminal, é uma doença metabólica geralmente aguda, causada pela ingestão de grãos ou outros alimentos altamente fermentáveis em grandes quantidades. Outra doença com a laminite, popularmente conhecida como aguamento, é definida como um processo inflamatório agudo ou crônico das estruturas sensíveis do casco, que resulta em claudicação, animal manco, e deformidades permanentes do casco. Contudo, a ação dessas doenças depende da qualidade do volumoso. Especificamente, no caso da silagem de milho a qualidade relaciona-se com a maior proporção de grãos. Silagens com mais grãos são obtidas em lavouras de maior produtividade, justamente as que têm menor custo por unidade de matéria seca e energia dos nutrientes digestivos totais (NDT) produzidas.

A preocupação em se realizar a suplementação energética refere-se à capacidade dos bovinos em utilizar o nitrogênio não proteico (NNP) ou das forragens que podem ser limitadas caso não haja quantidade adequada de energia e isto não é favorável ao animal uma vez que o crescimento microbiano depende da quantidade de energia proveniente da fermentação ruminal. De acordo com o NRC (2001), há evidências de que aminoácidos e, especialmente peptídeos, estimulam a produção de microrganismos que crescem em fontes energéticas rapidamente degradáveis. Conceitua-se peptídeo como uma molécula com dois aminoácidos que se forma a partir da ligação covalente do grupo amina de um aminoácido com o grupo carboxila de outro. Essa é a chamada de ligação peptídica, uma reação química que libera água e forma um dipeptídeo com dois resíduos de aminoácidos.

Uma frustração comum com a ingestão de fontes energéticas é o efeito de substituição. A substituição ocorre quando o suplemento alimentar reduz a ingestão da forragem. Uma das principais preocupações quando, se fornece suplementos energéticos para vacas de corte é o teor de amido do suplemento (MARQUES *et al*., 2010). Tem sido notado que quando suplementos ricos em amido, milho, sorgo, trigo ou cevada, são ingeridos por gado consumindo forragens, especialmente quando a proteína é deficiente, a ingestão e digestão da forragem são suprimidas, sendo o exemplo da forrageira cevada pela redução da energia derivada da dieta basal utilizada. As taxas de substituição dependem do teor de proteína bruta (PB) da forragem, do nível de PB no suplemento, do tipo de fonte de energia e da taxa de alimentação (MATHIS, 2003). A presença do efeito substitutivo parece ser mais marcante no emprego de suplementos de natureza energética e menor em condições de melhor qualidade da forragem. Assim, a suplementação energética pode não afetar ou até reduzir o consumo

e a digestibilidade da forragem, dependendo da quantidade de suplemento consumido. Essa redução no consumo de forragem associada à suplementação energética tem sido atribuída à modificação do ambiente ruminal provocada pelo amido.

O fornecimento desse tipo de suplemento em dose alta pode acarretar depressão do pH ruminal, diminuindo a atividade de bactérias celulolíticas, o que pode resultar em decréscimo da digestão da fibra e no consumo de forragem via pastejo (CANTON; DHUYVETTER, 1997 citado por SIMONIL *et al*., 2009). Em situações em que a proteína bruta (PB) é limitante, a suplementação energética pode aumentar ainda mais a deficiência de proteína degradável no rúmen (PDR) e resultar em redução de consumo, digestibilidade e desempenho animal. A redução na ingestão de forragens associada com a suplementação com milho tem sido atribuída ao seu teor de amido. Vários pesquisadores têm demonstrado que ao se aumentar os níveis de amido de milho, ocorre uma redução na ingestão de forragem por novilhos pela diminuição do pH ruminal. Este efeito causa um aumento na população de bactérias amilolíticas e redução das bactérias celulolíticas, consequentemente, reduz também a digestão de fibras e afeta negativamente a ingestão da forragem. Além disso, ocorre a redução da eficiência de síntese microbiana.

O pH ruminal inferior abaixo de 6,0, abaixo do qual se iniciam os efeitos deletérios sobre a microbiota celulolítica ruminal. Em uso de suplementação de casca de soja e milho como fontes suplementares de energia tem-se verificado uma redução na ingestão de feno por novilhos comparado com o tratamento controle e com melaço. Esses resultados são importantes para as condições de Brasil Central uma vez que o milho é a principal fonte energética utilizada em rações para animais confinados. Entretanto, a utilização do sorgo em rações de confinamento

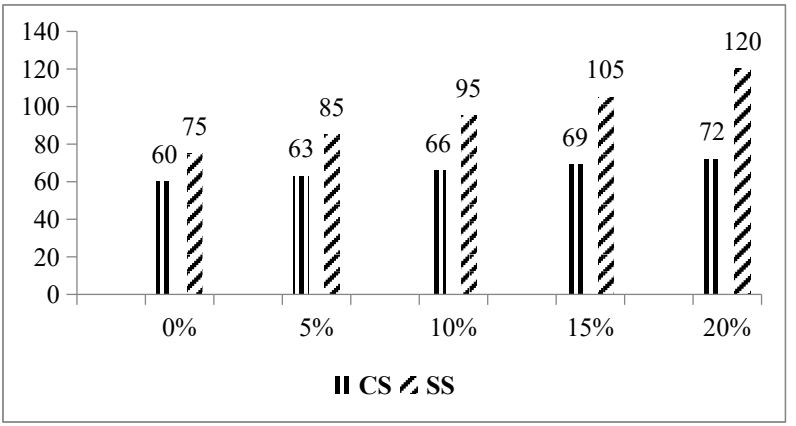
tem crescido nos últimos anos, graças à oferta crescente e preço aproximadamente 30% inferior ao preço do milho. Esta diferença de preço compensa o menor valor energético desse cereal em relação ao milho. De acordo com o NRC (1996), o sorgo (82% de NDT) apresenta 90% do valor energético do milho, sendo a menor digestibilidade do amido do sorgo, o principal determinante do seu menor valor energético embora o sorgo tenha em média 29%, mais proteína que o milho e a sua proteína é menos degradável no rúmen que a do milho (NRC, 2001). Assim, quando o sorgo substitui o milho na ração na mesma proporção, o teor de PDR diminui e o teor de proteína não degradável no rúmen (PNDR) aumenta. Bons resultados têm sido obtidos quando o sorgo moído utilizado como energético é aplicado em dietas de bezerros com um ano de idade e peso médio de 140 kg (MARQUES *et al*., 2010; FISCHER *et al*., 2005).

5.3 - Suplementação protéica

Ainda a discussão técnica atualmente continua sendo realizada por criadores e estudiosos de nutrição animal, sobre o fornecimento de concentrados energéticos para animais sob pastejo. Para muitos pesquisadores, são convictos em declarar que esta operação provoca os efeitos de substituição de forragem e o de adição em relação ao consumo total da dieta. O importante desses pontos de vistas conflitantes, mas ao mesmo tempo complementares é o balanço dos resultados da discussão, que a cada dia surge um novo produto com aumento de produtividade do animal. Esses dois efeitos interagem em um meio termo, onde o concentrado causa redução no consumo de forragem, mas aumento no consumo total de matéria seca (MS). Santos (2019) relata, citando Patterson *et al*. (1974), que a suplementação com fontes energéticas em forragens de melhor qualidade, represen-

tadas pelo maior teor de proteína, ocorre redução no consumo de forragem em função da suplementação, comparada à situação na qual a forragem tem menos proteína.

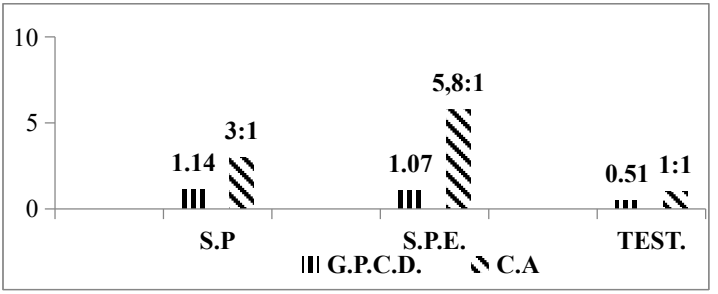
Figura 3 - Consumo de forragem de animais (g/kg) que receberam forragem como matéria seca (MS) com suplemento (CS) contendo 0, 5, 10, 15 e 20% de proteína bruta (PB) e forragem sem suplemento (SS)



Fonte: Adaptado de Santos (2019).

A autora ainda relata que devido à taxa de substituição, a suplementação energética pode ser menos vantajosa que a proteica, uma vez que essa última provoca aumento de consumo de MS (Figura 3). Em sua revisão são citados resultados de vários pesquisadores onde a suplementação com farelo de algodão pode resultar em aumento de ganho de peso de 15% para novilhos em pastagens de trigo, enquanto que a suplementação energética, de apenas 4%. Por outro lado, já foram observados novilhos em pastagens de braquiarão (*Brachiaria brizantha*) com dietas suplementadas com farelo de algodão (0,6% do peso) e com concentrado energético/proteico (1% do peso), observando maior ganho de peso e conversão alimentar, melhor para o tratamento apenas com farelo de algodão (Figura 4).

Figura 4 - Desempenho e conversão alimentar de novilhos durante o período de outono, suplementados com alimento proteico (P), energético/proteico (E) e sem suplementação em pastagens de braquiarão (*Brachiaria brizantha*)



O desempenho animal foi observado pelo ganho de peso (kg/dia) por cabeça por dia (G.P.C.D.) e conversão alimentar (C.A.) de novilhos durante o período de outono, suplementados com suplemento proteico (S.P.), farelo de algodão 0,6% do peso animal, suplemento energético/proteico (SPE), 1% do peso, e sem suplementação em pastagens (Testemunha) de braquiarão (*Brachiaria brizantha*). Fonte: Citado por Santos (2019), adaptado de Peruchena (1999).

Para o leitor essas discussões técnicas são importantes porque lhe oferece caminhos que podem ser usados de acordo com os recursos que o criador de gado tem em sua propriedade. A consistência nas respostas do animal a determinada fonte nutricional é o objetivo de todos que cuidam da atividade pecuária principalmente em se tratando de pastagens de reduzido valor, como as forragens tropicais nos períodos de outono e inverno. Na prática, neste campo de nutrição animal têm ocorrido várias opções que resultam em atividade sustentáveis (MARQUES *et al*., 2010).

Mesmo sendo utilizada e com tendência de aumento de uso, a suplementação proteica na estação seca é eficiente quando se tem forragem disponível para o consumo animal. Na litera-

tura observa-se que os efeitos da suplementação com concentrado proteico nos ganhos de peso corporal ocorrem em função da melhora do ambiente ruminal que, ao melhorar a utilização da proteína fornecida pelo suplemento, resulta em aumento da digestibilidade e ingestão de matéria seca (MS) da forragem e, consequentemente, na maior síntese e fluxo intestinal de proteína A suplementação proteica interfere no consumo de matéria seca, disponibilidade de frações nitrogenadas colaborando no aceleramento da maximização da fermentação ruminal e síntese microbiana, atribuída à quantidade ou o perfil de aminoácidos disponíveis para a absorção no intestino delgado (NRC, 1996).

Um efeito associativo positivo ocorre quando o suplemento aumenta a ingestão total ou a digestibilidade da forragem. Por outro lado, um efeito associativo negativo ocorre quando o suplemento diminui a ingestão total ou a digestibilidade da forragem, assim a ingestão de nutrientes digestíveis é menor do que seria esperado da forragem e do suplemento separadamente. Nesse caso, quando conhecido o problema o suplemento deve ser substituído.

Aumentando os níveis de proteína, o resultado vai ser melhor, mas o volumoso se assemelha ao concentrado. Vários estudiosos não sugerem empregar estas formulações uma vez que as proteínas podem ser oferecidas nos concentrados ou através das leguminosas. Mesmo assim tem-se recomendado aplicar esses concentrados, até 0,6% do peso, com proteinados de 22% até 24%. Bons resultados têm sido observados com *Panicum maximum* cv. Mombaça na transição seca-água (MORAES *et al*., 2012). Del Curto *et al*. (2007); Del Curto *et al*. (1999) verificaram uma redução dos dias de suplementação necessários para o abate de bovinos quando forneceram suplemento com 24%, de PB para animais em pastagens de *Panicum maximum* cv. Mombaça, na

época de transição seca-água. Proteina PB é o termo usado para descrever o teor efetivo de proteína de alimentos para ruminantes. Entretanto, nem toda proteína atua do mesmo modo que outra, e esta variação tem sido atribuídas às três formas de atuação (MACKAY, 2019): - nitrogênio não proteico (NNP), - proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR), sendo PDR e PNDR conhecidas como proteínas verdadeiras e ambas estão presentes em todos os alimentos em proporções variadas.

A PDR e NNP são desmembradas pelas bactérias no rúmen enquanto que a PNDR passa pelo rúmen é utilizada pelo animal no abomaso e intestino delgado. Os resíduos da indústria do algodão e da soja são as principais fontes de suplemento proteico para o gado. O farelo de soja é obtido a partir da moagem dos grãos de soja para extração do óleo que é destinado para consumo humano e representa um dos ingredientes de maior importância utilizado em ração animal. De acordo com Valadares Filho *et al*. (2006) o farelo de soja apresenta nível elevado de 48,78%, de PB e muitos autores que compararam o ganho de peso (GP) de animais que receberam o farelo de soja e a ureia, constataram que houve maior GP entre aqueles tratados com o farelo de soja. Os resíduos experimentados, muitas vezes revelam a importância potencial do produto para alimentação animal. Positivamente o farelo de soja tem apresentado ser quase sempre, mais eficiente em converter alimento em ganho de peso concorrendo com a ureia.

Os parâmetros metabólicos indicam maior fluxo de nitrogênio microbiano, bem como maior eficiência de síntese de proteína microbiana para os animais alimentados com farelo de soja. Do mesmo modo o farelo de algodão, subproduto da indústria de óleo, é comumente usado em suplementos proteicos. O caro-

ço de algodão pode também ser ingerido pelo gado. Farelos de oleaginosas ou combinação de farelo de algodão e milho moído podem ser ingeridos diariamente. Uma forma comum de utilizar o farelo de algodão como um suplemento proteico para vacas é em misturas sal limitante. O caroço de algodão é um alimento único por que pode suprir proteína, energia e fibra em uma dieta. Contém aproximadamente 20% a 40% de PB, 95% de nutrientes digestíveis totais (NDT), 18% de gordura e 40% de fibra em detergente neutro. Novilhos não devem receber caroço de algodão em grandes quantidades. Este alimento não deve exceder 15%, da matéria seca da dieta para estes animais.

Quando o caroço de algodão ultrapassa os 15%, a ingestão de alimentos, o ganho de peso (GP) diário e a eficiência alimentar diminuem. O alto teor de óleo (18%) no caroço de algodão pode causar problemas digestivos é o principal fator limitante para a inclusão em dietas para bovinos de corte (ROSSI; SILCOX, 2007). Villela *et al*. (2009) com 220kg e 10 meses de idade, os suplementos farelo de soja e farelo de trigo; farelo de trigo e uréia; farelo de algodão 38% de PB, farelo de algodão 28% de PB e uréia e farelo de algodão 38% de PB, farelo de trigo e uréia. Os suplementos continham aproximadamente 38%, de PB e foram fornecidos na quantidade de 0,5% do peso corporal. Como resultado foi verificado que os animais do tratamento com farelo de algodão 38%, apresentaram ganho de peso (GP) e observaram também que o consumo do farelo de trigo + uréia foi mais lento, provavelmente devido inclusão de ureia, a qual associada ao sal comum e ao alto teor de farelo de trigo tende a limitar o consumo. Do ponto de vista prático, os bovinos possuem a capacidade de usar proteínas naturais na forma de farelos, forragens etc., como o nitrogênio não proteico, (NNP). Entretanto, para que isto ocorra, é necessário que exista na dieta uma quantidade ade-

quada de carboidratos solúveis, equivalente a energia. Quanto mais uniforme for a liberação de amônia, resultante da hidrólise do NNP, e de carbono resultante da digestão dos carboidratos, maior é a eficiência de síntese microbiana e, consequentemente, o desempenho animal (THIAGO, 1999).

Tem-se atribuído esse resultado justificando que não havendo disponibilidade adequada de carboidratos no momento da liberação da amônia no rúmen, o NNP não será incorporado à massa microbiana, sendo então, absorvida do rúmen para corrente sanguínea e, posteriormente, eliminada pela urina como ureia podendo ser encontrada também no leite. Este processo metabólico é indesejável, pois requer o uso de energia que, poderia ser utilizada para a produção. Outro aspecto negativo, liberação em excesso de amônia no rúmen ultrapassa a capacidade de metabolização do animal, ou seja, acima de 75 mg/100 ml de líquido ruminal pode ocorrer intoxicação, podendo inclusive levar o animal à morte. Portanto, a participação do NNP na dieta é dependente do nível energético da mesma (THIAGO, 1999). Pesquisas prévias avaliaram a eficácia do nitrogênio não proteico para substituir a proteína verdadeira como fonte de proteína degradável no rúmen suplementar, geralmente, a resposta a suplementos baseados em nitrogênio não proteico são mais baixas do que, as observadas para suplementos proteicos baseados em proteína verdadeira quando o rebanho consome dieta a base de forragem de baixa qualidade. Fica claro, que o nitrogênio não proteico não terá benefícios para ruminantes, ao menos que seja convertido no rúmen em amônia e usado com a finalidade para síntese de proteína microbiana (KÖSTER, 2019).

O NNP, nitrogênio não proteico, na forma de ureia, é geralmente a fonte mais barata de proteína. A ureia é usada diretamente pelos microrganismos do rúmen como uma fonte de

nitrogênio onde é completamente degradado. Entretanto, essa fonte é pouco palatável e deve ser usada com moderação. A ureia tem uma concentração mais alta de N do que a proteína e o seu equivalente proteico é 287% ou seja, 454 g de uréia equivalente a 1,32 kg de proteína, baseado no teor de Nitrogênio. Pesquisas desse mesmo autor indicam e sugerem que a ureia pode ser usada para reduzir os custos da suplementação proteica sem causar efeitos negativos no desempenho, desde que não mais que 25% da PDR na dieta sejam fornecidas pela ureia. Incluindo altas concentrações de ureia em suplementos proteicos, reduz-se a palatabilidade e pode suprimir a ingestão e o desempenho do animal. Se o suplemento proteico contendo uréia é ingerido menos frequentemente do que a cada dois dias ou é ingerido por vacas em lactação, a uréia não deve fornecer mais que 15% da PDR no suplemento (MATHIS, 2003). A uréia é melhor utilizada em rações ricas em energia com níveis de PB menores que 12%, não sendo bem utilizada para suplementação de forragens de baixa qualidade tais como palha de trigo.

Pesquisas mostram que vacas em forragens de baixa qualidade não têm desempenho tão bom com suplementos contendo ureia como o farelo de algodão ou de soja. Entretanto, a ureia pode ser usada como a única fonte de proteína suplementar quando vacas estão recebendo silagem de milho. A ureia é usada mais frequente e eficientemente quando o animal recebe dietas ricas em grãos, por que o amido no grão é rapidamente digerido logo que entra no rúmen. As bactérias devem ter quantidades suficientes de carboidratos disponíveis no rúmen para formar proteína. A energia das forragens é digerida muito lentamente para o uso eficiente da ureia sugerindo que maiores doses de ureia podem ser usadas quando o gado recebe grãos ao invés de dietas baseadas em forragens. Em dietas a base de grãos, a

ureia deve ser fornecida até 1% da dieta, e não acima deste nível quando o animal passa exigir mais energia para excretar o excesso de ureia, o que vai reduzir o seu desempenho (MARQUES *et al*., 2010; ROSSI & SILCOX, 2007).

5.4 – Suplementação com mineral

Quando se procura melhorar as condições a ser oferecida aos animais a data de abate deve ser observada, alguns princípios devem ser memorizados. A correta mineralização do rebanho mesmo garantindo aumento na produção de carne e leite e manter a estabilidade de produtividade durante todo o ano, o agropecuarista familiar precisa ser orientado na escolha dos produtos em relação a preços e resultados em potencial. O produtor abonado economicamente goza de todos os privilégios de situações economicamente viáveis pela facilidade de contatos, conhecimentos e habilidade em estar sempre ligado no mercado verificando a variação natural de mercado. Em agricultura familiar e em agricultura assistida, o animal tem as mesmas necessidades de assistência, alimentação e ambiência. O grande produtor, mesmo com a variação dos preços pagos a arroba, com conhecimento do pequeno lucro, esta classe tem condições de se manter na atividade. O pequeno produtor sob a mesma condição de variação deixa a atividade no primeiro resultado de lucro muito baixo ou negativo da ocasião. As informações que chegam ao grande público mostram o excelente potencial que tem o pequeno agropecuarista no sistema produtivo, contudo ele não tem recebido a assistência que necessita.

Geralmente, os pastos não suprem todas as necessidades minerais dos animais, é importante fazer a suplementação de forma correta utilizando uma mistura com o macro e microelementos no concentrado. Os minerais mais exigidos quantitativa-

mente pelos animais são Nitrogênio (N), Fósforo (P), Cloro (Cl) e Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S) e Sódio (Na). Dentre os microminerais importantes se encontram o Cobalto (Co), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Ferro (Fe), Flúor (F), Iodo (I), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo), Níquel (Ni), Selênio (Se), Silício (Si), Vanádio (V) e Zinco (Zn). Geralmente esses nutrientes fazem parte da mistura mineral disponíveis no comércio, mas é importante comprar o produto de empresas idôneas e, em caso de dúvida, coletar amostras do produto e enviar para análise (OLIVEIRA, 2005).

As necessidades de sal mineral variam de acordo com o estado do animal e o peso. As quantidades de consumo diário devem ser entre 80 a 100 gramas. Por ser essencial, a falta de um deles, resulta em redução no crescimento e desenvolvimento do animal, prejudicados em seu potencial, portanto é recomendável a avaliação de um técnico especialista para indicar a melhor mistura para o rebanho. As misturas podem ter os nutrientes desejados, mas deve-se verificar se encontra na mistura em fórmula solúvel. O excesso de nutrientes, além de prejudicar o animal, afeta também a absorção de outros. Através da análise do solo e comportamento do animal, deve sempre observar os teores de nutrientes. Vários criadores de gado de corte usam os nutrientes minerais na época da seca, entretanto outros preferem na época das águas. Na época da seca, recomenda-se um sal com ureia e proteinado, por julgarem que o nutriente mais limitante é a proteína.

O sal deve ser aplicado em cochos bem localizados e suficientes para todos os animais, guardando seis centímetros lineares para cada animal. O sal seco é o mais indicado, mas se este não for coberto fica exposto as chuvas e irrigações (Tabela 3). Usar

nesse caso bom monitoramento e abastecimento mais intensivo, evitando que o sal sofra a formação de pedras.

Tabela 3 - Exigência nutricional média dos bovinos

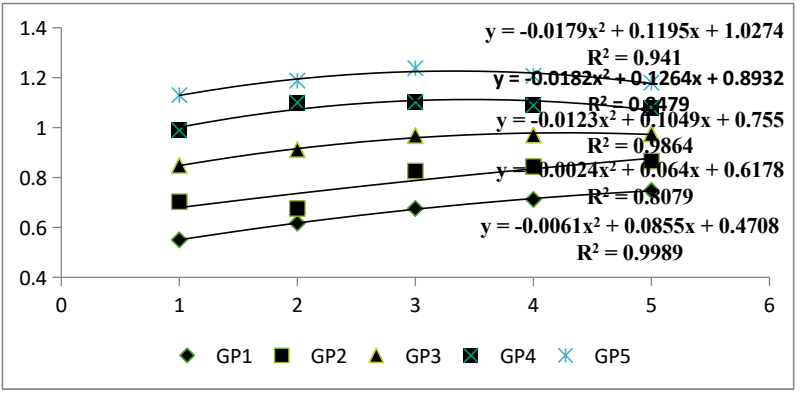
NUTRIENTES		EXIGÊNCIA ANIMAL
Cálcio	%	0,25-0,35
Fósforo	%	0,22-0,35
Magnésio	%	0,1-0,2
Potássio	%	0,6-0,7
Sódio	%	0,06-0,1
Cloro	%	0,2
Enxofre	%	0,15
Cobalto	ppm	0,1-0,5
Cobre	ppm	10
Iodo	ppm	0,5
Ferro	ppm	50
Manganês	ppm	20-40
Selênio	ppm	0,1
Zinco	ppm	30

Fonte: citado por Oliveira, 2005.

Nem sempre a nutrição básica contém os nutrientes que auxiliam no suporte de vida alimentar (Figuras 5, 6 e 7). São seis grupos de nutrientes básicos; água, proteína incluindo os aminoácidos, carboidratos, gorduras, minerais e vitaminas (Figuras 8, 9, 10 e 11).

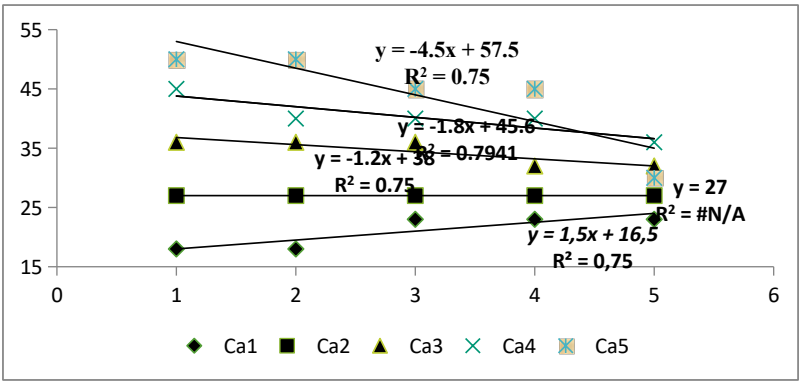
IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 5 - Relação peso corporal inicial (P1, P2, P3, P4 e P5 em animais de 240, 300, 350, 410 e 465 kg respectivamente) e exigência de proteína bruta/dia (GP1, GP2, GP3, GP4 e GP5)



Fonte: Adaptado de NRC, 2001.

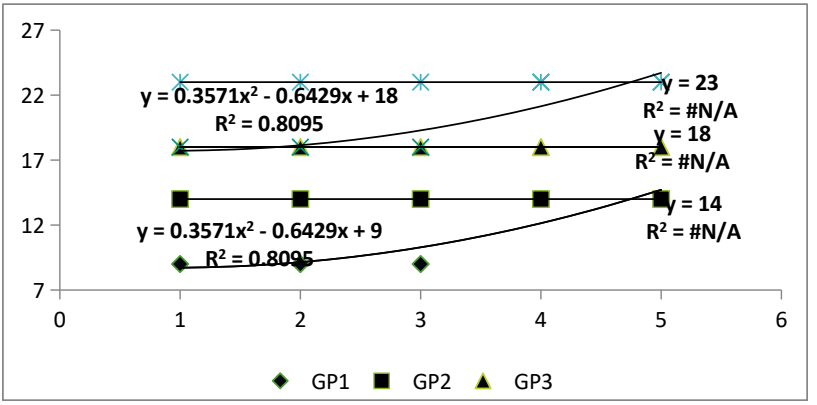
Figura 6 - Relação peso corporal inicial (P1, P2, P3, P4 e P5 animais de 240, 300, 350, 410 e 465 kg, respectivamente) e requerimento de cálcio /dia (Ca1, Ca2, Ca3, Ca4 e Ca5)/100



Fonte: Adaptado de NRC, 2001.

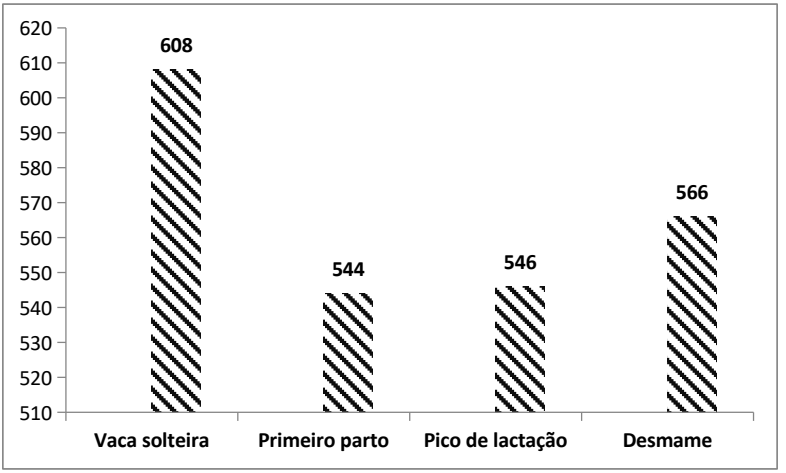
IR PARA SUMÁRIO

Figura 7 - Relação peso corporal inicial (Pc1, Pc2, Pc3, Pc4 e Pc5 animais de 240, 300, 350, 410 e 465 kg respectivamente) e requerimento de fósforo/dia (P1. P2, P3, P4 e P5)/1000



Fonte: Adaptado de NRC, 2001.

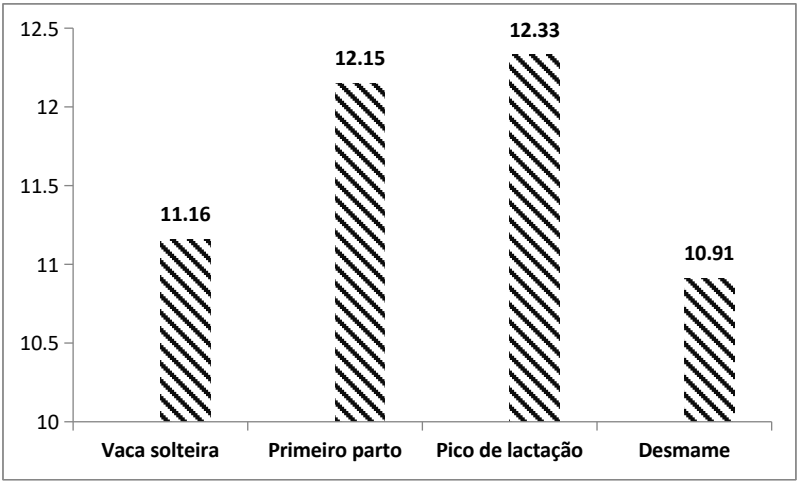
Figura 8 - Requisito de peso corporal médio de vacas de corte (kg) em diferentes fases do estádio reprodutivo



Fonte: Adaptado de NRC, 2001.

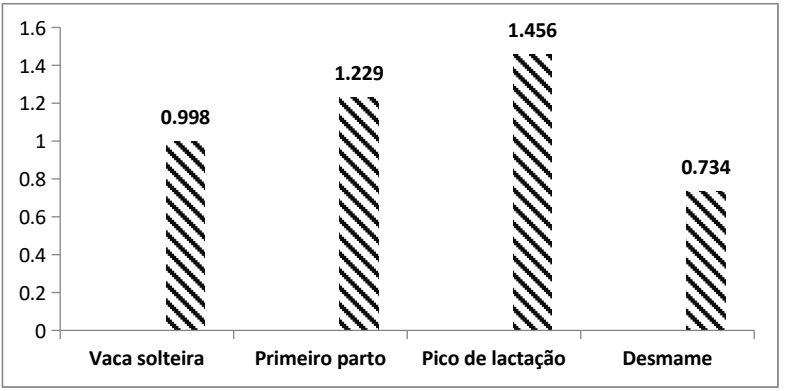
IR PARA SUMÁRIO

Figura 9 - Requisito de matéria seca média (kg/dia) por vacas de corte em diversas fases do estádio reprodutivo



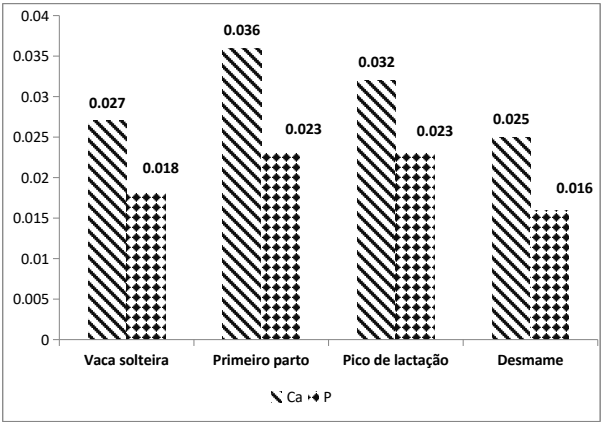
Fonte: Adaptado de NRC 2001.

Figura 10 - Requisitos Proteína bruta (kg/dia) por vacas de corte em diversas fases do estádio reprodutivo



Fonte: Adaptado de NRC, 2001.

Figura 11 - Requisito de Cálcio e Fósforo Proteína (kg/dia) por vacas de corte em diversas fases do estádio reprodutivo

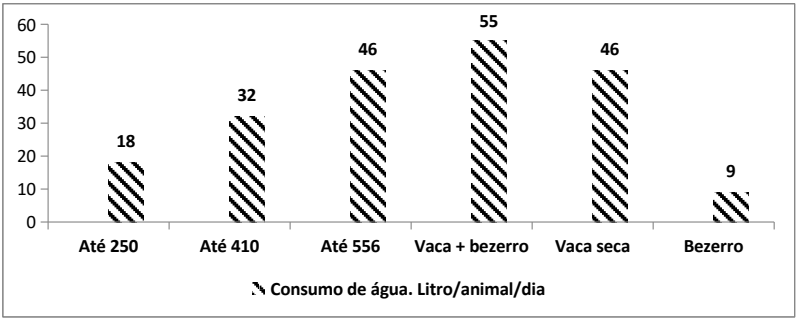


Fonte: Adaptado de NRC, 2001 citado por Borges, 2016.

6. ÁGUA PARA COMO ALIMENTO BOVINO DE CORTE

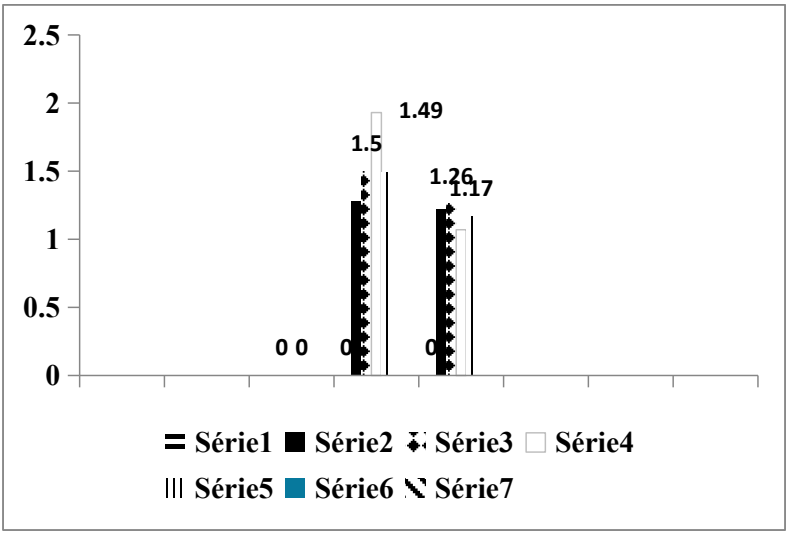
Considerando a água como alimento, a periodicidade da procura da água é altamente correlacionada com a dieta, clima e com a raça. As concentrações das dietas concentradas com gramíneas, em proporções de sal, promovem procura maior no número de vezes que os animais bebem água por dia e, o contrário pode ser observado quanto a dieta contem outras classes de plantas. Os animais de corte a pasto com água disponível, mesmo esta água quando próxima do rebanho, ingerem água de 2-5 vezes ao dia. Por outro lado, animais confinados, com água de boa qualidade disponível, são observadas frequentes ingestões durante o dia, principalmente com temperaturas acima de 20oC. Ainda podem ser verificadas variações no consumo de água de acordo com a raça animal, sendo que os taurinos ingerem cerca de 10% a mais de água que os zebuínos.

Figura 12 - Consumo de água pelo gado de corte, por categoria, nas condições de Brasil-Central em criação semi-intensiva.



Fonte: Adaptado de Palhares, 2005.

Figura 13 - Consumo de água diário de gado leiteiro, com 630 kg/vaca, distribuída por vaca seca (VC), vaca final de lactação (FL), vaca com produção de 20 litros diários de leite (P20LEITE/cabeça/dia) e vaca com produção diária de 30 litros de leite (P30LEITE/cabeça/dia), para diferentes temperaturas ambientes (0-5, 10, 20 e 30ºC)



Fonte: Adaptado por Campos, 2001 de Kramer, 1993.

De acordo com as recomendações do NRC (2000), Barioni *et al*. (2007) observaram vários fatores que influenciam a IMC, ingestão de matéria seca (Tabelas 4 e 5), pelo gado bovino, baseada nos resultados obtidos com o Gado Nelore, animais inteiros de raça Britânica, raças Continentais, cruzados de Nelore e Britânica, Nelore e Continental, gado Holandês, todos em condição de pastejo. Foram avaliados os fatores de correção específicas de cada raça pura e de alguns cruzamentos, e fatores de correção em função do NDT, nutriente digestivo total, variando de 50 a 70, e CC, condições corporais, entre um e nove. Embora as metodologias se tratar de tecnologia de uso recente, não definitiva ainda, mas com potencial para ser usado com bom nível de precisão. Tem sido sugerido a utilização dessa metodologia que permite ao agropecuarista estimar a quantidade de forragem necessária para a alimentação do rebanho sem perdas, evitando perda de massa seca das pastagens, quando o animal mais precisa, através da oferta mais exata de alimentos que atendem a necessidade animal sem o desperdício de alimento forrageiro. Com isso, podem ser evitados os problemas de sub pastejo e, por outro lado, a super oferta desnecessária e responsável por não atingir os níveis sustentáveis com a atividade agropecuária tradicional quase sempre pouco planejada.

IR PARA SUMÁRIO

Tabela 4 – Consumo de água por bovinos em litro/dia/animal

Peso de animais de corte	**Consumo**
Até 250 kg	22-27
Até 379 kg	30-50
Até 455 kg	41 – 80
Bovinos de leite	**Consumo**
Vaca em lactação	64
Vaca e novilha no final da gestação	51
Vaca seca e novilha gestante	45
Bezerro lactante a pasto	12

Fonte: Palhares (2013).

Tabela 5 - Estimativa da ingestão da matéria seca (kg/animal/dia) para animais inteiros da raça Nelores em pastejo, com diferentes pesos e diferentes ganhos diários de pesos. Condição corporal - CC = 5, Grau de estrutura corporal - GEC = 4, ganho diário de peso - GDP, Temperatura prévia - Tp = 20 °C, Nutrientes digestivos totais da forragem, = 60, disponibilidade de forragem = 3 t/ha de matéria seca

GDP	Peso												Fator de correção	
	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700 ,	femea	castrado
0,0	2,8	3,6	4,4	5,2	6,0	6,8	7,7	8,5	9,4	10,3	11,2	12,2	0,90	0,90
0,1	3,1	3,9	4,7	5,6	6,4	7,3	8,2	9,1	10,0	10,9	11,9	12,9	0,93	0,92
0,2	3,3	4,2	5,1	6,0	6,9	7,8	8,8	9,7	10,7	11,7	12,7	13,7	0,96	0,93
0,3	3,6	4,6	5,5	6,5	7,4	8,4	9,4	10,4	11,4	12,4	13,5	14,6	0,99	0,95
0,4	3,9	4,9	5,9	6,9	8,0	9,0	10,0	11,1	12,2	13,2	14,4	15,5	1,01	0,96
0,5	4,2	5,3	6,3	7,4	8,5	9,6	10,7	11,8	12,9	14,1	15,2	16,4	1,04	0,97
0,6	4,5	5,6	6,8	4,9	9,1	10,2	11,4	12,5	13,7	14,9	16,1	17,3	1,05	0,98
0,7	4,8	6,0	7,2	8,4	9,6	10,8	12,0	13,3	14,5	15,7	17,0	18,3	1,07	0,99
0,8	5,1	6,4	7,7	8,9	10,2	11,5	12,7	14,0	15,3	16,6	17,9	19,3	1,09	1,00
0,9	5,4	6,8	8,1	9,5	10,8	12,1	13,4	14,8	16,1	17,5	18,8	20,2	1,10	1,01
1,0	5,7	7,1	8,6	10,0	11,4	12,7	14,1	15,5	16,9	18,3	19,8	21,2	1,12	1,02
1,1	6,0	7,5	9,0	10,5	12,0	13,4	14,8	16,3	17,8	19,2	20,7	22,2	1,13	1,02
1,2	6,3	7,9	9,5	11,0	12,6	14,1	15,6	17,1	18,6	20,1	21,7	23,2	1,14	1,03
1,3	6,6	8,3	10,0	11,6	13,2	14,7	16,3	17,9	19,4	21,0	22,6	24,2	1,15	1,04
1,4	6,9	8,7	10,4	12,1	13,8	15,4	17,0	18,7	20,3	21,9	23,6	25,2	1,16	1,04
1,5	7,3	9,1	10,9	12,7	14,4	16,1	17,8	19,5	21,1	22,8	24,6	26,3	1,17	1,04

Fonte: NRC (2000).

De acordo com as recomendações do NRC (2000), Barioni *et al*. (2007) observaram vários fatores que influenciam a IMC, ingestão de matéria seca (Tabelas 4 e 5), pelo gado bovino, baseada nos resultados obtidos com o Gado Nelore, animais inteiros de raça Britânica, raças Continentais, cruzados de Nelore e Britânica, Nelore e Continental, gado Holandês, todos em condição de pastejo. Foram avaliados os fatores de correção específicas de cada raça pura e de alguns cruzamentos, e fatores de correção em função do NDT, nutriente digestivo total, variando de 50 a 70, e CC, condições corporais, entre um e nove. Embora as metodologias se tratar de tecnologia de uso recente, não definitiva ainda, mas com potencial para ser usado com bom nível de precisão. Tem sido sugerido a utilização dessa metodologia que permite ao agropecuarista estimar a quantidade de forragem necessária para a alimentação do rebanho sem perdas, evitando perda de massa seca das pastagens, quando o animal mais precisa, através da oferta mais exata de alimentos que atendem a necessidade animal sem o desperdício de alimento forrageiro. Com isso, podem ser evitados os problemas de sub pastejo e, por outro lado, a super oferta desnecessária e responsável por não atingir os níveis sustentáveis com a atividade agropecuária tradicional quase sempre pouco planejada.

6.1 - A água na nutrição animal

A água é considerada um nutriente importante (Figuras 12 e 13 e 14), porém raramente é considerado como essencial, possivelmente devido a presença de água natural em abundância. Quando se observa países criadores de gado sem condições básicas de contar com volume maior de água, com a população humana e animais, também tem problemas de crescimento e desenvolvimento econômico. Vários fatores influenciam o requeri-

mento de água, quase sempre variável, dentre eles sobressaem a quantidade de água contida nos alimentos da dieta (Tabela 1), quantidade de matéria seca (MS) consumida (Tabela 1), características dos alimentos consumidos, temperatura e umidade ambientes.

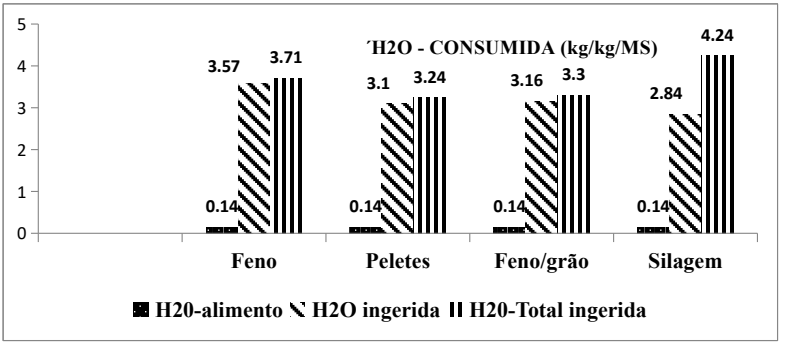
Os requerimentos de água, para gado de corte, podem ser expressos por unidade de peso vivo, unidade de peso metabólico, unidade de matéria seca ingerida, em relação à energia ou proteína ingerida, ou em relação à temperatura ambiente. Exigência de água – 10 a 12 litros para 100 kg de peso vivo animal (BEEFPOINT, 2019)

Nesse sentido, estudiosos da nutrição animal têm observado relação entre a quantidade de matéria seca ingerida, e a quantidade de água consumida, contudo a relação entre esses dois parâmetros pode falhar quando ocorre estresse térmico devido à altas temperaturas. Temperaturas elevadas podem levar a queda da ingestão de alimentos, enquanto a ingestão de água continua aumentando com a elevação da temperatura. A queda na ingestão de matéria seca ocorre em temperaturas acima de 27 °C, pode e aumento contínuo da ingestão de água. Quando não ocorre estresse térmico, a ingestão de água por animal adulto é diretamente relacionada à quantidade de alimento ingerida e a ingestão de água se situa entre 3 e 3.5 litros de água/kg de MS ingerida para um bovino adulto. Por outro lado, para bezerros, essa quantidade de água para bezerros se situa entre 6 e7 litros de água/kg MS ingerida.

O processo de reduzir a quantidade de água para os animais é denominado de restrição de água que resulta diversas alterações no organismo animal, atribuídas ao fato de que os bovinos não possuem uma reserva de água considerável, sendo essa reabsorvida de alguns tecidos, como o músculo, em caso de ne-

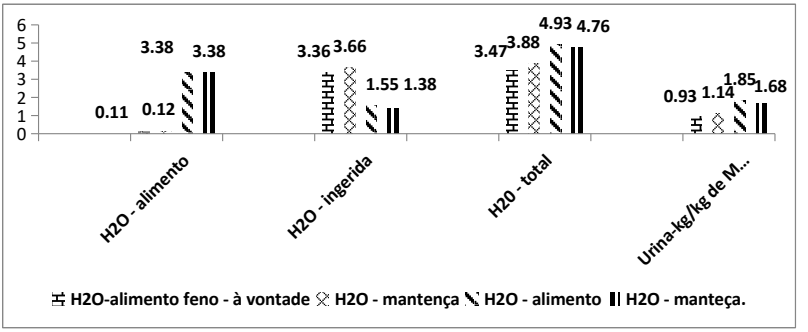
cessidade. O primeiro sintoma da restrição de água no bovino é a diminuição na ingestão de alimentos (Tabela 2) fazendo com que ocorra queda na ingestão de alimentos, logo após o início da restrição, prolongando-se por dia. Na prática pode-se evitar esses problemas quando se faz o planejamento das quantidades de água que devem estar disponíveis aos animais em confinamento seja de corte e leite.

Figura 14 - Água consumida por animais de corte que receberam silagem como feno e silagem em função da forma da forragem oferecida ao bovino observada na passagem do alimento no rumem



Fonte: Adaptado de Waldo *et al*., 1965, e por Beefpoint, 2019.

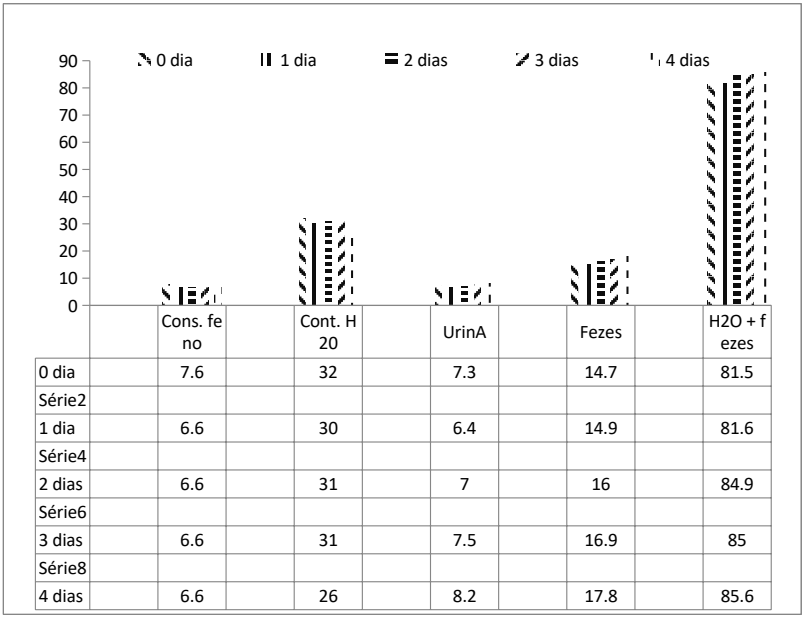
Figura 15 - Água consumida por animal de corte proveniente do alimento e água ingerida e, água excretada pela urina



Fonte: Adaptado de WALDO *et al*., 1965, citado por Church *et al*., 1972 e por Beefpoint, 2019.

A importância da ingestão de água (Figuras 14 e 15) tem sido demonstrada por Weeth *et al.*1957 citado por Church *et al*. 1972.

Figura 16 - Efeito da água em alguns fatores fisiológicos no gado bovino



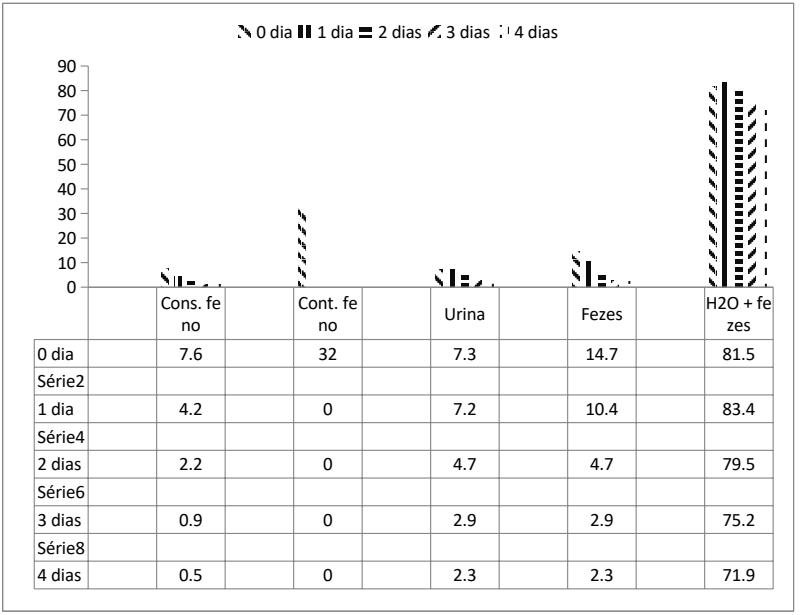
	Cons. feno	Cont. H20	UrinA	Fezes	H2O + fezes
0 dia	7.6	32	7.3	14.7	81.5
Série2					
1 dia	6.6	30	6.4	14.9	81.6
Série4					
2 dias	6.6	31	7	16	84.9
Série6					
3 dias	6.6	31	7.5	16.9	85
Série8					
4 dias	6.6	26	8.2	17.8	85.6

Fonte: Adaptado de Weeth *et al*., 1967, citado por Church *et al*., 1972.

Experiências realizadas por Weegh *et al*., 1967 demonstraram que a privação de água a matrizes a pasto e verificaram que a frequência de ingestão de água é altamente relacionada às características da dieta. Gramíneas com maiores proporções de sal promovem maior número de vezes que os animais bebem água por dia. Matrizes de corte a pasto com água disponível, em local próximo e de fácil acesso, normalmente ingerem água de 2-5 vezes ao dia. Já para animais confinados, com água de boa qualidade disponível, são feitas frequentes ingestões durante o dia (Figuras 16 e 16a), principalmente com temperaturas acima de 20º C. Porém grandes variações são observadas, principalmente

em relação à temperatura, raça do animal e outros fatores, sendo que os taurinos ingerem aproximadamente 10% a mais de água que os zebuínos.

Figura 16a - Efeito de privação água em alguns fatores fisiológicos no gado bovino durante cinco dias



	Cons. feno	Cont. feno	Urina	Fezes	H2O + fezes
0 dia	7.6	32	7.3	14.7	81.5
Série2					
1 dia	4.2	0	7.2	10.4	83.4
Série4					
2 dias	2.2	0	4.7	4.7	79.5
Série6					
3 dias	0.9	0	2.9	2.9	75.2
Série8					
4 dias	0.5	0	2.3	2.3	71.9

Fonte: Adaptado de Church *et al*., 1972.

7. ADITIVOS ÀS RAÇÕES PARA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

No Brasil, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento define aditivo como substância intencionalmente adicionada ao alimento com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades, desde que não prejudique seu valor nutritivo. Os aditivos podem ser classificados em relação à ação de acordo Decreto 76.986 de 06/01/76 - art. 4º, item VII,

que regulamenta a lei 6198 de 26/12/1974) https://portais.ufg.br/up/66/o/Aditivos.pdf

Classificação dos aditivos

1- Aditivos que influenciam a estabilidade do alimento, seu processamento ou propriedades físicas e nutritivas: - Antifúngicos, Antioxidantes e Aglutinantes.
2. Aditivos que modificam o crescimento animal, a eficiência alimentar, o metabolismo e seu desempenho: - Flavorizantes, Aromatizantes; Modificadores da digestão; Modificadores metabólicos; Hormônios e agentes repartidores de nutrientes como os compostos β-adrenérgicos, Promotores de crescimento, Antibióticos, Quimioterápicos e Saponinas.
3. Aditivos que modificam o estado de saúde do animal, Drogas e substâncias ambientalmente ativas e imunomoduladores.
4. Aditivos que alteram a aceitação do produto pelo consumidor: - Xantofilas e Saponinas. Oservar as condições de uso dos aditivos como intensidade de produção, forma de utilização e uso combinado de aditivos e, também período de carência. Esses não devem deixar resíduos nos produtos animais, ou seja serem biodegradáveis e apresentar baixa relação custo: benefício.

Principais aditivos utilizados para monogástricos

7.1 - Antibióticos promotores de crescimento.

São derivados de substâncias bacterianas, utilizados em doses bastante reduzidas não recomendáveis para terapêutica humana ou animal, biodegradáveis, não apresentam ação mutagênica para bactérias, não acumulam resíduos no organismo animal ou humano. Qualidade que se espera desses antibióticos:

1. Redução da competição direta por nutrientes entre a bactéria e o hospedeiro.
2. Menor produção microbiana de metabólitos tóxicos como aminas, amônia e endotoxinas que afetam o epitélio gastrintestinal e impedem a absorção de nutrientes.
3. Aumento da atividade enzimática a nível gastrintestinal das fosfatases e dipeptidases.
4. Maior absorção de aminoácidos e minerais.
5. Redução da espessura da parede intestinal. Eficiência dos antibióticos promotores de crescimento

7.2 - Quimioterápicos, nitrofuranos e sulfonamidas

Elementos que foram utilizados com função semelhante aos antibióticos, mas alguns princípios ativos foram proibidos para uso em rações. Porém, com as restrições impostas pelos órgãos reguladores, atualmente seu uso como aditivo não é permitido. Exemplos: olaquindox, furazolidona, sulfadimetoxina, carbadox e outros.

7.3 - Arsenicais

Tem ação inibidora do desenvolvimento dos microrganismos, ou ação sinérgica outros aditivos, como por exemplo os anto--coccidianos. Exemplos: ácido 3-nitro 4-hidróxi fenil arsônico, e o ácido arsanílico.

7.4 - Sais de cobre e de zinco

Inibem o crescimento de microrganismos, sendo o sulfato, carbonato e o óxido os mais utilizados.

IR PARA SUMÁRIO ▲

8. ENZIMAS

O interesse no uso de enzimas tem aumentado devido ao custo cada vez mais elevados das matérias primas tradicionais e a busca por outros ingredientes alternativos como cevada, aveia, arroz e trigo. As enzimas são consideradas, também, como um meio de reduzir a contaminação ambiental com excretas e nutrientes, principalmente fósforo, nitrogênio, cobre e zinco. Além disso, existe uma preocupação ao nível internacional com a adição de aditivos antimicrobianos. A utilização de enzimas seria, portanto, uma alternativa para o uso de promotores antibióticos. Utilidades e benefícios das enzimas em rações:

8.1 - Remoção de fatores antinutricionais

Os componentes da parede celular do grão de cevada, incluindo beta-glucanos e arabinose, por exemplo, causam um efeito anti-nutricional. Estes componentes, quando se encontram na forma solúvel, aumentam a viscosidade da ingesta, interferindo na motilidade e na absorção de outros nutrientes, favorecendo o aparecimento de fezes pegajosas, causa de baixo rendimento. As enzimas específicas para estas frações de polissacarídeos, beta-glucanases são adicionadas nas dietas para melhorar a qualidade nutricional dos grãos de cevada. Também se tem registrado um uso similar de enzimas para outros cereais, incluindo aveia, trigo, triticale e centeio.

8.2 - Resumo dos preparados de enzimas disponíveis no mercado tipo de ação

Neste preparo são considerados substrato como no alimento que sofre a ação das proteinases, que tem ação, não totalmente conhecida, nas proteínas e peptídeos.

Subprodutos de soja e glúten: Amilases: atua no amido, dextrinas e açúcares das dietas com muito amido.

Celulases: atua nas celulose das dietas com muita fibra.

Glucanases atua nos glucanos e oligossacarídeos.

Dietas com cevada e centeio: Pentosanases - Pentosanas

Centeio, cevada e trigo: Lípases – Lipídios, Gordura vegetal e animal: Fitases

Fitato Ingredientes de origem vegetal

8.2.1 - Outras enzimas

Hemicelulase, pectinase, celobiase, amiloglucosidase, lactase e fitase. As adições destas enzimas em dietas são utilizadas para ganhos e conversão alimentar em relação ao controle. A maior parte do fósforo contido nos ingredientes vegetais, em média, é estocada sob a forma de fitato, ou ácido fítico, que não é digerível pelos animais não ruminantes. Esses animais não podem aproveitar o fósforo ligado ao fitato porque não possuem a fitase. O fitato forma complexos com proteínas, enzimas digestivas e minerais, como cálcio, cobre, magnésio, zinco e ferro, além do fósforo (P).

Ação da fitase: O uso de fitases comerciais deve ser feito baseado nas recomendações em função do método de obtenção, preparação do produto final, ou seja, pó, protegido ou não, líquido, tipo de dieta e quantidade de fósforo fítico da dieta. O que deve ser esperado com o uso correto da enzima é uma liberação de aproximadamente 50% do fósforo fítico da dieta e redução em 30% da eliminação do fósforo (P) para o ambiente. Probióticos, prebióticos e simbióticos São produtos pesquisados como aditivos alternativos para manter os efeitos benéficos de promoção de crescimentos dos antimicrobianos.

9. PROBIÓTICOS

Apresentam efeito positivo da alimentação de animais com aditivos de culturas microbianas. Estes aditivos, constituídos por microrganismos vivos ou bactérias úteis, foram denominados probióticos. Suplemento de microrganismo vivo tem efeitos benéficos para o hospedeiro por melhorar o balanço microbiano do intestino. O termo indica que é necessário para que as células microbianas sejam viáveis. Esses microrganismos são isolados do sistema digestivo dos animais, e após crescimento em laboratório, são desidratados em um processo denominado liofilização e entram em latência, um estado em que eles permanecem vivos, mas metabolicamente inativos. Ao serem administrados aos animais misturados à ração ou aos minerais, esses microrganismos retornam ao seu ambiente natural e tornam-se ativos novamente, promovendo diversos benefícios à saúde e produtividade animal (MENEGON, 2019).

Mais de 40 microrganismos podem ser utilizados na produção de probióticos (FDA-USA). Os mais comuns são bactérias Gram positivas - *Lactobacillus* sp. (*L.reuteri, L.acidophillus, L.salivarius, L.farciminis, L.rhammnosus), Streptococcus* sp. (*S.faecium, S.mundtii*), e *Bacillus* sp. (*B.cereus, B.licheniformis, B.subtilis, B. toyoi*). Também são utilizadas leveduras, como *Saccharomyces cerevisae*.

Para serem usados como probióticos os microrganismos devem atender os seguintes critérios:

1) Ter habilidade de sobreviver no TGI, trato gastrointestinal, colonizando ou se estabelecendo como transiente. 2) Apresentar habilidade de aderir às células epiteliais do TGI. 3) Produzir substâncias antibióticas contra microrganismos patógenos. 4) Estabilizar a microflora útil do TGI. 5) Ter ação antigenotóxica. 6) Apresentar tempo curto de geração. 7) Ter boa sobrevida nos

procedimentos de obtenção das rações envolvendo mistura, peletização, armazenamento e manipulação). 8) Não ser patogênico.

Modo de ação dos probióticos 1. Inibição da proliferação de bactérias patogênicas, *E. coli, Salmonella, Campylobacter, Clostridium perfringens*, ou microrganismos não úteis por competição pelo nutriente ou pela produção de ácidos orgânicos e de substâncias antibióticas. 2. Síntese de enzimas digestivas, amilase e protease e vitaminas do complexo B. 3. Produção de metabólitos que neutralizam ou inibem as toxinas das bactérias patogênicas. 4. Aumento da imunidade da mucosa intestinal. 5. Colonização e restauração da flora intestinal normal de *Bifidobacterium* e *Lactobacillus*. O termo exclusão competitiva, usado para definir a ação de probióticos, tem causado alguma confusão. Sempre que um probiótico é utilizado existe a possibilidade de prevenção do estabelecimento de bactérias patogênicas no TGI dos animais. Por isso, a exclusão competitiva sempre ocorrerá. Nesse contexto, a exclusão competitiva pode ser definida como o estabelecimento no (TGI) trato gastrointestinal de bactérias úteis que previnam colonização de bactérias patogênicas e, talvez, a mais importante ação dos probióticos.

9.1 - Prebióticos

Os prebióticos são compostos biologicamente seguros à saúde animal, de uso alternativo em substituição a certas drogas veterinárias usadas na prevenção de adultérios do trato gastrintestinal e/ou como promotoras do crescimento. Entretanto, como acontecem com vários produtos, as respostas biológicas na nutrição animal muitas vezes nem são evidenciadas, o que pode estar relacionado com a composição química dos demais ingredientes da dieta, com a dosagem adicionada, com a adaptação

e a seletividade da microbiota aos prebióticos ou com o nível de estresse do animal (SILVA; NÖRNBERG, 2003).

Brito *et al*. (2014) citam em revisão que Gibson & Roberfroid (1995) relatando que prebióticos são ingredientes nutricionais não digeríveis que afetam beneficamente o hospedeiro estimulando seletivamente o crescimento e atividade de uma ou mais bactérias benéficas do cólon, melhorando a saúde do seu hospedeiro.

Modifica a composição da microflora intestinal de tal modo que permite a colonização predominante de bactérias benéficas, especialmente lactobacilos e bifidobactérias, a partir de um pequeno número de colônias presentes (OLIVEIRA, 2014).

Os prebióticos são ingredientes ou grupo de ingredientes alimentares que não são digeridos pelas enzimas digestivas normais, presentes na parte superior do trato intestinal, mas que atuam estimulando o crescimento e a atividade de bactérias benéficas no intestino, como os *Lactobacillus* e o *Bifidobacterium*, que beneficiam o hospedeiro, reduzindo o pH através do aumento da quantidade de ácidos orgânicos. Duas são as cepas de probióticos aprovadas, em alguns países, como aditivos aos alimentos para alguns animais: *Lactobacillus acidophilus* e *Enterococcus faecium*. A evolução dos estudos em microbiologia tem trazido para a ciência animal vários compostos isolados ou em associação que contribuem com para o melhoramento da exploração sustentável dos rebanhos.

9.2 - Antioxidantes

Antioxidantes são moléculas capazes de inibir a oxidação de outras moléculas usados como aditivos a ser aplicadas em dietas baseadas em lipídeos. A oxidação é uma reação química que transfere elétrons ou hidrogénio de uma substância para

um agente oxidante. As reações de oxidação, o contrário da antioxidação, podem produzir radicais livres.

Segundo Bailey e Frankell citado por Ramalho; Jorge (2006), os antioxidantes podem ser classificados em primários, sinergistas, removedores de oxigênio, biológicos, agentes quelantes e antioxidantes mistos. Os antioxidantes primários são compostos fenólicos que promovem a remoção ou inativação dos radicais livres formados durante a iniciação ou propagação da reação, através da doação de átomos de hidrogênio a estas moléculas, interrompendo a reação em cadeia. Esses autores apresentaram o mecanismo de ação onde o átomo de hidrogênio ativo do antioxidante é abstraído pelos radicais livres R e ROO com maior facilidade que os hidrogênios alílicos das moléculas insaturadas. Assim formam-se espécies inativas para a reação em cadeia e um radical inerte (A) procedente do antioxidante. Este radical, estabilizado por ressonância, não tem a capacidade de iniciar ou propagar as reações oxidativas.

Os antioxidantes principais e mais conhecidos deste grupo são os poli fenóis, como butil-hidroxi-anisol (BHA), butil-hidroxitolueno (BHT), terc-butil-hidroquinona (TBHQ) e propil galato (PG), que são sintéticos, e tocoferóis, que são naturais. Estes últimos também podem ser classificados como antioxidantes biológicos. Os sinergistas são substâncias com pouca ou nenhuma atividade antioxidante, que podem aumentar a atividade dos antioxidantes primários quando usados em combinação adequada com eles. Alguns antioxidantes primários quando usados em combinação podem atuar sinergisticamente. Os removedores de oxigênio são compostos que atuam capturando o oxigênio presente no meio, através de reações químicas estáveis tornando-os, consequentemente, indisponíveis para atuarem como propagadores da autoxidação. Ácido ascórbico, seus isômeros e

seus derivados são os melhores exemplos deste grupo. O ácido ascórbico pode atuar também como sinergista na regeneração de antioxidantes primários. Os antioxidantes biológicos incluem várias enzimas, como glucose oxidase, superóxido dismurtase e catalase. Estas substâncias podem remover oxigênio ou compostos altamente reativos de um sistema alimentício. Os agentes quelantes/sequestrantes complexam íons metálicos, principalmente cobre e ferro, que catalisam a oxidação lipídica. Um par de elétrons não compartilhado na sua estrutura molecular promove a ação de complexação. Os mais comuns são ácido cítrico e seus sais, fosfatos e sais de ácido etileno diamino tetra acético (EDTA). Os antioxidantes mistos incluem compostos de plantas e animais que têm sido amplamente estudados como antioxidantes em alimentos. Entre eles estão várias proteínas hidrolisadas, flavonoides e derivados de ácido cinâmico denominado ácido cafeico.

ROO (radical livre) + AH, antioxidante com um átomo de Hidrogênio ativo) $\longrightarrow$ ROOH + A

R, radical livre + AH, antioxidante $\longrightarrow$ RH + A, radical inerte

Por sua vez, estes radicais podem dar início a reações em cadeia que, quando ocorrem em células, podem danificá-las ou causar a sua morte. Neste sentido, os antioxidantes representam um controle sobre ações danosas que podem ser geradas pelos radicais livres nos organismos. Os antioxidantes constituem em um controlador de oxidação que interrompem estas reações em cadeia eliminando os radicais livres intermediários e inibindo outras reações. Isto é conseguido através da sua própria oxidação, pelo que os antioxidantes são frequentemente agentes de redução, como os tióis, o ácido ascórbico ou polifenois. Desse modo, os antioxidantes inibem o processo de oxidação de outras

moléculas. A oxidação é um tipo de reação na qual ocorre a perda de elétrons de uma determinada molécula.

A natureza lipídica dos ingredientes que compõe as rações é variável. Quando gorduras de diferentes origens são submetidas ao teste AOM, Active Oxygen Method, diferentes índices de peróxidos são obtidos. O sebo bovino geralmente apresenta maior estabilidade. A doação de hidrogênio (H) e elétrons são mecanismos de ação dos antioxidantes. Devem ser adicionados às rações para inibir o início da oxidação. Estes aditivos não podem reverter o processo de oxidação, contudo, podem retardar um processo oxidativo de maiores consequências (RAMALHO; JORGE, 2006). Os antioxidantes, quanto a sua origem, podem ser naturais como Vitamina E e o ácido ascórbico, e sintéticos, BHT, BHA, VG, TBHT e o etoxiquim. Como fontes de lipídeos algumas gorduras e produção de peróxidos submetidos ao teste AOM: Banha Gordura de aves, Mistura de óleos vegetais, Sebo+óleo e Sebo bovino.

9.3 Flavorizantes

Aditivos utilizados para normalizar ou melhorar o sabor e o odor dos alimentos, facilitando assim, o consumo dos mesmos. As preferências dos animais podem não coincidir com a das pessoas e, ainda, não ser as mesmas para espécies diferentes e entre animais de uma mesma espécie, porém de idades diferentes. Principais flavorizantes em rações para bovinos como caramelo e melaço. Na realidade, são substâncias utilizadas para normalizarem ou melhorarem o sabor e o odor dos alimentos, facilitando assim, o consumo dos mesmos. As preferências dos animais podem não coincidir com a das pessoas e, ainda, não ser as mesmas para espécies diferentes e entre animais de uma mesma espécie, porém de idades diferentes (Tabela 6).

Tabela 6 - Alguns flavorizantes em bovinos e outros animais

Anis	Bovino, ovino e suínos.
Caramelo	Bovino
Melaço	Bovinos
Pastagens, feno	Bovinos, suínos

Fonte: Andrigueto *et al*., 1982.

10. ADITIVOS UTILIZADOS NA NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE

O uso de aditivos na nutrição de ruminantes no Brasil ainda é pequeno e, um dos maiores desafios do pecuarista, é selecionar aqueles que realmente funcionem. Muitos profissionais e técnicos acreditam que esses produtos necessitam ser compreendidos, de maneira a serem usados no momento e na forma que realmente faça diferença (OLIVEIRA, *et al*., 2005). Assim, selecionar e usar seguindo as melhores recomendações técnicas constituem ainda o comprovante mínimo para pensar em se usar aditivos.

Tem-se relacionado a ação dos aditivos no aumento da retenção de energia fermentada no rúmen atribuída a uma alteração no processo de fermentação, com maior produção de propionato (C3) em relação a acetato (C2) decorrente da diminuição das perdas através de metano. Tem-se atribuído a utilização de forma mais eficiente, pois o C3 seria mais eficientemente metabolizado do que o C2. Ao mesmo tempo, tem-se sugerido que a ação dos ionóforos está relacionada com a redução da degradação da proteína ruminal, sem diminuir, ou afetando pouco, a proteólise e, portanto, reduzindo a degradação de peptídeos e aminoácidos por um grupo de bactérias denominadas de "hyperammonia producing bacterias", ou seja, bactérias eficientes na produção

de amônia. Com isso, ocorre menor produção de amônia e maior escape de peptídeos do rúmen, com vantagens equivalentes ao escape da proteína da fermentação ruminal, uma vez que eles serão absorvidos pelas células como aminoácidos. Ao mesmo tempo ocorre diminuição de distúrbios metabólicos, como acidose e timpanismo, devido a menor concentração de ácido lático e menor produção de mucopolissacarídeos que dão estabilidade à espuma produzida pelas bactérias metanogênicas.

Esses antibióticos melhoram a eficiência de conversão alimentar ao promover aumento na produção de propionato e diminuição de metano e dos níveis de ácido lático. A reação dessas substâncias tem sido utilizada com ganho de peso de 5 a 15% pelos animais submetidos a dietas com baixo valor energético, melhorando assim, a eficiência energética em novilhos e em vacas leiteiras. Em relação a pecuária brasileira, somente a monensina e a lasalocida são oficialmente aceitos para fêmeas em reprodução. São recomendados para os animais em confinamento de 5 a 10g de monensina sódica/tonelada de alimento no período inicial, estabilizando a concentração entre 25 e 30 g/toneladas (MELO, 2018 adaptado de Stock *et al.*, 1995). A monensina além de favorecer o desenvolvimento de algumas bactérias, de modo que o metabolismo da bactéria beneficiada pode afetar o desempenho do animal hospedeiro, proporciona vantagens metabólicas ou nutricionais. É importante na restauração do pH ruminal com a inibição do crescimento de *Streptococcus bovis,* principal bactéria causadora da acidose lática ruminal. Influencia muito pouco no ganho de peso médio diário do animal, uma vez que contribui para a redução da ingestão de alimento e a razão acetato/propionato no fluído ruminal.

Essas propriedades da monoenzima resultam na economia de grandes produtores de carne e leite por limitar o consumo de

animais que recebem dieta rica em grãos. As bactérias ruminais provenientes de animais recebendo dieta exclusiva de forragem são mais sensíveis à monensina que aquelas de animais sob dietas ricas em concentrado, indicando que este ionóforo pode ter maior benefício no desempenho de bovinos em pastagens ou em dietas contendo elevado nível de volumoso em comparação àquelas ricas em concentrado. Em estudos com bezerras holandesas leiteiras em crescimento recebendo silagem de milho misturada. Animais submetidos ao tratamento com monensina durante quatro meses experimentais observaram aumento em torno de 26% de peso vivo em comparação àqueles sem suplementação com monensina em dosagens controladas. De acordo com os resultados de trabalhos nacionais e internacionais sobre o desempenho de bovinos submetidos à alimentação com monensina são contraditórios, pois pode ocorrer variação em função da dosagem de monensina, da categoria animal, dos ingredientes da dieta e da relação volumoso: concentrado (KUSS *et al*., 2009). A lasalocida não é menos tóxico que a monensina e pode ser incluída em suplementos secos e líquidos, mas ainda tem-se algumas dúvidas sobre as doses melhores ainda, nem segurança na utilização da lasalocida com antibióticos, e pouca informação sobre carência para o abate dos animais. A utilização de aditivo melhora o desempenho de animais suplementados em relação comparados com animais não tratados, melhora o percentual no desempenho de bovinos suplementados em relação aos não suplementados com lasalocida.

10.1 - Ionóferos

Melo *et al*. (2018) relatam que as reações dos ionóforos ocorrem naturalmente de acordo com a sua capacidade de interagir com íons na formação de complexos lipossolúveis, ou seja,

solúveis em lipídeos, substâncias de origem orgânica, caracterizadas pela insolubilidade em água; comumente sintetizada por microrganismos para transportar íons através da bicamada lipídica da membrana celular pelo aumento da permeabilidade. Porém, solúvel em benzeno, éter e clorofórmio comportando, desta forma, como veículos de transporte iônico através de membranas biológicas alterando a homeostase intracelular, ou seja, condição de relativa estabilidade da qual o organismo necessita para realizar suas funções adequadamente para o equilíbrio do corpo, levando a distúrbios celulares funcionais e morfológicos. Praticamente são antibióticos que, seletivamente, deprimem ou inibem o crescimento de algumas espécies de microrganismos do rúmen. Esses são produzidos por fermentação de diversas linhagens de microrganismos (*Streptomyces*) e utilizados como coccidiostáticos.

Os ionóforos alteram a fermentação ruminal, com alterações na proporção de ácidos graxos voláteis (AGV) produzidos e na concentração de amônia, processos importantes que afetam a formação de proteínas. Na realidade, é a propriedade de um sistema aberto, especialmente dos seres vivos, de regular o seu ambiente interno, de modo a manter uma condição estável mediante múltiplos ajustes de equilíbrio dinâmico controlado por mecanismos inter-relacionados. Todos os mecanismos vitais, por mais variados que sejam não têm outro objetivo além da manutenção da estabilidade das condições do meio interno. Dos mais conhecidos tem-se o 2,4-Dinitrofenol (H^+), Carbonilcianeto m-clorofenil-hidrazona, Gramicidina A, Lasalocid, Monensina (Na^+, H^+), Nistatina, Salinomicina (K^+), dentre vários.

No caso da suplementação a pasto, apresenta como dificuldade a ingestão da dose diária correta do princípio ativo. Isso devido ao padrão errático de consumo de suplementos oferecidos ao

animal no pasto, às vezes intensificado por um efeito depressivo no consumo pelo próprio aditivo. Contudo, o uso de ionóforos em proteinados diminui o problema de consumo, visto que uma grande proporção destes se constitui em alimentos palatáveis (OLIVEIRA, 2014).

10.2 - Antibióticos não ionóforos

A virginiamicina (VM) é considerada antibiótico da classe das estreptograminas, produzida pelo microrganismo *Streptomyces virginae* de uso aprovado no Brasil; substância formada por dois componentes químicos. A virginiamicina (VM) é considerada antibiótico da classe das estreptograminas, produzida pelo microrganismo *Streptomyces virginae* de uso aprovado; substância formada por dois componentes químicos (fator M - $C_{28}H_{35}N_3O_7$ e fator S-$C_{43}H_{49}N_7O_{10}$) que inibem a formação das ligações peptídicas levando à diminuição do crescimento e/ou morte da célula (NUÑEZ, 2008). Apresenta efeitos positivos no ganho de peso e na eficiência alimentar de bovinos de corte, tendo como vantagem uma maior inibição da produção.

Ganho de peso de animais sob pastejo suplementados com ionóforos. Aditivos alimentares na nutrição de bovinos de corte como o ácido lático em relação aos ionóforos, durante as dietas de transição têm demonstrado resultados produtivos positivos. A VM também apresenta um efeito muito positivo de redução da incidência de diarreia. A salinomicina, ionóforo, tem demonstrado excelente resultado em bovinos Nelore. O uso combinado da salinomicina com virginiamicina tem resultado em melhoras na conversão alimentar da ordem de 4%.

10.2.1 – Antibióticos não ionóforos

Reconhecidamente, o uso de antibióticos tem contribuído para um menor custo da produção animal, porém são poucos os

antibióticos aprovados pelas agências dos diferentes países do mundo (OLIVEIRA *et al*., 2005). No Brasil, poucos são os antibióticos aprovados para uso animal, contudo a avilamicina, bacitracina de zinco, sulfato de tilosina virginiamicina são permitidos como promotores de crescimento. Os antibióticos são incluídos no alimento em concentrações sub terapêuticas para reduzir a quantidade de alimento necessário, aumentar a taxa de ganho de peso, melhorar a conversão alimentar ou eficiência e ação sobre um microrganismo específico ou grupo de microrganismos. Os antibióticos não ionóforos usados isoladamente ou em combinação em alimentos de ruminantes.

O mecanismo preciso de ação dos antibióticos, sobre a promoção de crescimento, não é ainda entendida, mas bastante estudado, podem ser efeitos sobre a fermentação ruminal e alguns sobre o intestino grosso (OLIVEIRA *et al*., 2005). Em estudos de antibióticos observaram modificações na digestibilidade ruminal dos alimentos e alteração dos produtos de fermentação. Muitos reduzem a degradação do nitrogênio de aminoácidos, entretanto permitem escape ruminal de proteína da dieta e diminuem a produção de metano ruminal. Os criadores de corte atualmente têm evitado o uso de antibióticos Apesar dos benefícios desses aditivos na dieta de bovinos de corte, deve-se ter cuidado com a utilização indiscriminada, pois, existem casos de aparecimento de bactérias resistentes a antibióticos, sendo relacionado com o uso de antibióticos em alimentação animal. A utilização de antibióticos como promotores de crescimento em espécies domésticas, em baixas dosagens, 20 mg a 150 mg/kg de alimento, leva ao aparecimento, rapidamente, de linhagens resistentes a antibióticos na flora intestinal, que também contém bactérias patogênicas como a *Salmonella*. Por meio das fezes ou pelo consumo de produtos de origem animal como carne, leite,

ovos, uma parte das bactérias pode ser disseminada e colonizar o trato gastrointestinal de seres humanos.

10.3 - Probióticos

Probióticos são produtos baseados em culturas de microrganismos vivos não patogênicos que se estabelecem naturalmente no trato digestivo, especialmente no intestino. Ao equilibrar a microbiota intestinal, seja introduzindo micro-organismos inexistentes ou adequando a proporção dos já existentes, os probióticos trazem uma série de benefícios à saúde, entre os quais os principais são o controle de desarranjos intestinais e a melhoria na capacidade do organismo em absorver nutrientes dos alimentos. Assim a qualidade dos probióticos está concentrada na sua capacidade de induzir alterações da população presente no trato gastrintestinal, resultando em maior digestão e proteção contra disfunções fisiológicas e até mesmo doenças.

Os Probióticos têm a capacidade de antievelhecimento. A bactéria *Bacillus subtilis* produz um efeito benéfico sobre a imunidade inata, ou seja, células e mecanismos que defendem o indivíduo de infecções não específicas. Esta bactéria tem a particularidade de formar esporos que, são células em repouso altamente resistentes, que germinam quando chegam ao intestino e dão origem à bactéria ativa que forma um biofilme sobre a mucosa intestinal, responsável por um aumento da imunidade inata do hospedeiro, neuroproteção e aumento da longevidade

A colonização do meio por microrganismos probióticos parece evitar, ou reduzir, a presença de bactérias patogênicas, a partir de mecanismos como a competição por nutrientes, por espaço ou por ação direta ou indireta de metabólitos produzidos pelos probióticos. Além disso, outros benefícios, como a produção de nutrientes, i. e. vitaminas, podem ser realizadas pelo

agente probiótico. O grupo dos *Lactobacilli* que, pela produção de ácido lático no intestino, diminui o pH, e, dessa forma, inibe a proliferação de bactérias patogênicas como a *Escherichia coli*. Adesão à mucosa e multiplicação; este termo se refere à capacidade dos probióticos de aderirem nas vilosidades intestinais competindo e inibindo a fixação de patogênicos. A presença sem adesão à mucosa; para que isto ocorra é necessário que a ingestão do probiótico seja contínua pois sua suspensão não garante permanência no cólon por período prolongado.

Dentre aqueles apontados como mais efetivos para ruminantes, encontram-se o fungo *Aspergillus oryzae* e a levedura da espécie *Saccharomyces cerevisae*. No caso do *Aspergillus oryzae*, in vitro, usando a técnica de simulação da fermentação ruminal (RUSITEC) é importante pois, além de demonstrar um efeito no aumento total de bactérias e de bactérias celulolíticas, 90% e 50%, respectivamente, demonstra que o *Aspergillus oryzae* irradiado com raios gama é tão eficiente quanto o tratamento não irradiado e que a autoclavagem inativa os benefícios, indicando que o efeito é devido a algum composto termolábil. Em animais saudáveis há um bom funcionamento do aparelho intestinal com equilíbrio da microbiota com predomínio de bactérias produtoras de ácido lático. Refere-se esta qualidades ao *Lactobacillus*, essencial para o aproveitamento dos nutrientes e desenvolvimento do animal. Já em situações de estresse como manejo, variações climáticas e alimentação, ocorre um desbalanço neste equilíbrio abrindo espaço para que outros organismos indesejáveis ou patogênicos possam desenvolver.

Em gado de corte e em bezerros leiteiros tem mostrado resultado positivo no controle de diarreia, uma das maiores causas de perda de animais jovens. Neste caso, os probióticos podem atuar como promotor de crescimento, inibidor de bactérias pa-

togênicas ou na neutralização de toxinas produzidas por bactérias como também atuar no repovoamento da microbiota intestinal após o tratamento dos quadros de diarreia. Deve-se levar em conta, todavia, que probiótico é um termo genérico, assim com antibiótico, e há probióticos com diferentes composições de microrganismos. Além disso, mesmo microrganismos de uma mesma espécie, mas de cepas diferentes, podem variar na sua capacidade probiótica. Essas observações podem explicar, pelo menos em parte, a inconsistência nos resultados de pesquisas, enfatizando a necessidade de se detalhar o tipo de probiótico utilizado. Tem sido cada vez maior a preocupação com o uso de antibióticos na nutrição animal devido à possibilidade de gerar microrganismos resistentes. Assim, probióticos aparecem como alternativa para utilização como substituto ou coadjuvante nos tratamentos com antibióticos com vantagem em termos de custo e tempo para chegarem ao mercado. Para os probióticos serem considerados GRAS tem-se permitido que esses cheguem ao mercado sem qualquer comprovação, independente de eficácia, com prejuízos à pecuária e, particularmente, aos produtores especializados que acabam sendo alvo de empresas que vendem produtos sem a devida comprovação dos resultados.

10.4 - Probióticos

Probióticos são microrganismos vivos, que após consumidos, são capazes de estabelecerem-se no trato gastrintestinal mantendo ou aumentando a microbiota benéfica, além de prevenir a colonização de microrganismos patogênicos, assegurando melhor utilização dos nutrientes (Oliveira, 2014). Os probióticos são utilizados como promotores de crescimento e elevam a digestibilidade e eficiência de utilização dos alimentos, além disso, aumenta a resposta imune humoral nos bovinos. Existem

observações no rúmen, os efeitos observados pelo probiótico são de maneira geral: o aumento do número de bactérias celulolíticas, o que melhora a digestão da fração fibrosa; a produção de fatores de crescimento para os microrganismos do rúmen; o aumento do número de bactérias *Selenomonas ruminantium;* o aumento da produção de propionato, acetato, succinato e do total de ácidos graxos voláteis no rúmen. Os probióticos vêm substituindo os ionóforos e os antibióticos, pois o uso indiscriminado de ionóforos e antibióticos podem desenvolver cepas de microrganismos resistentes aos antibióticos. Agem no rúmen aumentando o número de bactérias e digestão da celulose, além das alterações metabólicas no rúmen. Ação dos probióticos é observada pelo aumento do número de bactérias no rúmen e aumento nas atividades das bactérias com maior síntese de proteínas e de vitaminas, diminuição dos níveis de amônia ruminal, aumento da digestão ruminal da celulose, aumento da disponibilidade de nutrientes para o processo de produção. Melhor eficiência na utilização de alimentos volumosos e maior ganho de peso dos animais além de estímular maior ingestão. Alteração das atividades metabólicas no rúmen, maior estabilidade do processo digestivo ruminal, maior produção e melhor composição dos produtos de origem animal, como o leite em teores de proteína e gordura (OLIVEIRA *et al*., 2006c, OLIVEIRA 2007 citado por BRUNARI; SALOTTI-SOUZA, 2017). Rasteiro *et al*. (2007) através de estudos com bovinos machos criados em sistema de pastejo extensivo no período da seca, verificaram os animais que receberam mistura mineral proteinada com probiótico, tiveram aumento significativo no ganho de peso em aproximadamente 20% em relação ao grupo de animais que receberam apenas mistura mineral proteinada. O uso de probióticos tem resultado econômico, devido à melhora do ganho de peso dos animais.

10.5 - Inoculantes ruminais

Encontram na literatura técnica comercial trabalhos técnicos onde se incentiva o uso de inoculantes ruminais com explicações e orientações sobre o emprego e as vantagens de se usar culturas de microrganismos ruminais invariavelmente encontrados no mercado. Muitos deles são constituídos do conteúdo de fluido ruminal coletados em abatedouros e outros coletados e liofilizados. Com a liofilização pode, por isso, muitas vezes o uso dessa técnica não resultar em resposta positiva, quando se explica que a coleta pode não acrescentar nada de novo ao rúmen do animal. É comum a recomendação destes produtos para animais jovens, ainda não ruminantes funcionais. Alguns resultados positivos com o uso desses inoculantes têm sido observados em feno quando, ao material forrageiro se acrescenta certo grau de umidade e compara com a testemunha onde se oferece o gado uma dieta com o grau de umidade natural para o armazenamento. Neste caso, procura-se justificar o uso com base na premissa de que haveria um adiantamento da colonização do rúmen. Por outro lado, estudos revelam que a contaminação natural em animal jovem ocorre de maneira bastante rápida, não havendo vantagem em tentar adiantá-la. Certos produtos prometem conter bactérias selecionadas que seriam mais eficientes nas tarefas realizadas do que aquelas naturalmente existentes no rúmen. Apesar de ser possível reconhecer, multiplicar e aplicar esse tipo de bactéria no rúmen, dificilmente essa população microbiana específica poderá se manter ativa no competitivo ambiente ruminal. Aparentemente, aditivos alimentares na nutrição de bovinos de corte são constituídos de bactérias muito eficientes em determinado atributo, por exemplo, digestão de celulose (MARINO, MEDEIROS, 2015). Contudo pode-se inferir que na apuração genética desta característica, parece perder ou-

tros atributos relacionados ao nível de competição compatível ao exigido pelo ambiente ruminal.

10.6 - Leveduras

A importância das leveduras na fermentação ruminal tem sido constantemente considerada embora muitos pesquisadores relatam que esses microrganismos são incapazes de competir e crescerem no rúmen, e por isso é necessário repô-los com certa frequência para manter sua atividade. Os efeitos no aumento de bactérias viáveis e celulosíticas são reconhecidos com a inclusão de *Saccharomyces cerevisae* na dieta, mas sobre a produção de carne é discutível, embora o seu mecanismo de ação ainda não é totalmente esclarecido. Na literatura técnica são relatadas hipóteses e dentre elas cita a relacionada com a remoção do oxigênio do ambiente ruminal, o que viabilizaria a sobrevivência das bactérias celulolíticas que são sensíveis ao O_2. Neste sentido, tem-se valorizado a atuação das leveduras na produção de ácidos orgânicos, vitaminas B e aminoácidos como os utilizadores de ácido lático. Em estudo da ação de *Saccharomyces cerevisae* em feno de grão de cevada verificaram aumento do pH do fluido ruminal; o estímulo de crescimento de bactérias utilizadoras de lactado ajudam moderar a acidez e evitar a acidose no animal.

10.7 - Tamponantes

Tamponantes são substâncias utilizadas com o intuito de diminuir as variações no pH do trato digestivo, especialmente do rúmen, e mantê-lo em níveis normais. A faixa ideal para degradação da fibra fica compreendida no estreito espaço entre 6,2 e 6,8 e há grande alteração na degradabilidade com valores inferiores.

Animais em pastejo, normalmente, não apresentam necessidade de tamponantes, uma vez que a grande quantidade de fibras presentes nas forragens estimula a produção de saliva que

naturalmente é rica em tamponantes. Além disso, a concentração de carboidratos não estruturais (CNE) na forragem não causa sobrecarrega o sistema de tamponamento do rúmen, não sendo necessária administração exógena. Dietas ricas em concentrado, opostamente, tendem a apresentar uma maior produção de ácidos orgânicos, devido à maior fermentação dos CNE. Esse processo reduz a capacidade tamponante do rúmen em função de um menor estímulo à salivação, o que resulta no abaixamento do pH. Dependendo do grau de abaixamento do pH, pode ocorrer um quadro de acidose aguda, resultando em danos à parede do rúmen e intestino, diminuição do pH do sangue e desidratação, levando o animal à morte (NAGARAJA, 2007).

Laminite, abscessos no fígado e poliencefalomalácia frequentemente acompanham a acidose. A acidose subclínica, obviamente, diminui o desempenho. As substâncias mais usadas como tamponantes são o Bicarbonato de Sódio, Bicarbonato de Potássio, Óxido de Magnésio e o Carbonato de Cálcio. Há na literatura muitos trabalhos em que a inclusão de tamponantes não surtiu efeitos positivos. As situações em que pode haver vantagem no uso de tamponantes seriam as seguintes: 1- Início de confinamento; 2-Altos teores de concentrado; 3- Uso de silagens principalmente de milho e grãos de alta umidade; 4- Concentrado oferecido separadamente do volumoso; 5- Troca de dietas feita abruptamente. Outra situação em que o uso de tamponantes pode fazer diferença é em dietas com bagaço de cana-de-açúcar auto hidrolisado (BAH), devido à baixa estimulação ruminal deste volumoso, à elevada quantidade de CNE e seu baixo pH. Tem-se utilizado, alternativamente, uma fonte de fibra íntegra, que diminui a necessidade de tamponantes. Em um trabalho com uso aproximadamente de 1,0% de calcário calcítico, foi obtido resultado positivo para ganho de peso com

a inclusão de 1,1% de bicarbonato de sódio em dietas de BAH com feno de capim Rhodes ou bagaço in natura (BIN) como fonte de fibra íntegra (8% da MS). O melhor desempenho foi devido ao maior consumo, mas os dados de pH fecal e digestibilidade indicam que os efeitos na alteração das condições do trato gastrintestinal podem ter sido importantes. Estes autores comentam que a maior parte da diferença ocorreu no primeiro terço do período experimental, sugerindo que uma estratégia de uso de tamponantes apenas na fase inicial poderia maximizar seu retorno econômico. O óxido de magnésio tem sido usado como tamponante combinado com bicarbonato de sódio na proporção de 1:3, respectivamente, na proporção de 1,25% da MS. É importante, contudo, que o calcário seja de alta reatividade, isto é, moído extremamente fino. Esse tipo também é conhecido como calcário calcítico "filler".

10.8 - Tampões

O "poder tampão", ou capacidade tamponante indica a magnitude ou intensidade com que a forragem resiste à mudança de pH durante a ensilagem. Conceitua-se silagem como sendo o produto resultante da *fermentação da planta forrageira* na ausência de ar, finamente picada e acondicionada rapidamente em estrutura de armazenagem. Vale ressaltar que a ensilagem não é um método para melhorar o valor nutritivo de plantas forrageiras, mas, sim, um método que visa a preservação dos nutrientes dessas plantas. E a *ensilagem* é um processo de *conservação de forragem* que tem sido utilizado com a finalidade de produção de *alimento volumoso* (silagem) de boa qualidade, durante todo o ano, permitindo o aproveitamento do excesso de forragens do período das águas para fornecimento aos animais,

durante o período seco, quando ocorre uma diminuição de qualidade e na quantidade das *forrageiras.*

Quanto maior o poder tampão, maior basicidade, maior será a quantidade de ácido necessária para reduzir o pH da silagem, mais longo será o processo fermentativo, maior o consumo de carboidratos solúveis e maiores serão as perdas. Os principais responsáveis pelo poder tampão das forragens, ou tamponantes, são ânions, sais de ácidos orgânicos, fosfatos, sulfatos, nitratos e cloretos, sendo que as proteínas respondem por 10 a 20% do poder tamponante total (PEDROSO, 2019). O poder tamponante das leguminosas é quantitativamente equivale a três vezes maiores do que o das gramíneas.

A literatura tem citado a presença de vários ácidos orgânicos em quantidades elevadas produzidas no rúmen durante a fermentação microbiana responsável pela acidose. Para reduzir a incidência em dietas com alto teor de grãos ou para melhorar a digestibilidade da fibra em dietas à base de silagem de milho são utilizados tampões. Outras substâncias como o bicarbonato de sódio, carbonato de cálcio, bentonita e óxido de magnésio são considerados tampões. O uso de tampões é benéfico em rações contendo alto teor de grãos, na adaptação de bovinos a novas dietas, no uso de silagem de milho, de grãos com alta umidade ou dietas à base de trigo. Tem-se relatado que a utilização de tampões pode, teoricamente, anular o efeito de ionóforos, como a monensina, contudo o desempenho animal em resposta à inclusão de tampões na dieta é variável. Melhora percentual do desempenho de bovinos suplementados em relação aos não suplementados com tampões. Melhor ganho de peso e eficiência alimentar -2 a + 5%.

Suplementação direta de microrganismos e seus extratos denominados culturas microbianas vivas e seus extratos, espe-

cialmente de *Aspergillus orizae* e *Sacchariomyces cerevisae*, têm sido utilizadas como suplementos alimentares há vários anos. Existem indicações de que aditivos microbianos podem melhorar a produção de ruminantes em cerca de 7% a 8%, magnitude semelhante à de ionóforos.

Os efeitos no desempenho e no metabolismo são variáveis por causa da diversidade de composição dos produtos microbianos, dietas e categoria animal. Existem relativamente poucos dados sobre dose e interações com a dieta. Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte, o meio de cultura, geralmente, faz parte do composto suplementado ao animal, e contribui para aumentar a viabilidade dos fungos inoculados, além de trazerem consigo enzimas, minerais e fatores de crescimento para as bactérias. A ação desses microrganismos parece se concentrar na elevação do consumo, provocada por elevação na taxa de degradação da fibra, especialmente em dietas ricas em concentrado, e no fluxo de nitrogênio absorvível. Há aumento expressivo no número de bactérias anaeróbicas, pois aumentam números de bactérias celulolíticas e as que utilizam lactato. Observa-se também maior estabilidade do ambiente ruminal, reduzindo-se as variações diurnas de pH, amônia e ácidos graxos voláteis. *Saccharomyces*, levedura, fungos unicelulares, especialmente do gênero *Saccharomyces*, são tradicionalmente utilizados na fermentação do açúcar de alimentos para consumo humano. O uso em alimentação de bovinos de corte foi ligado ao aumento na digestibilidade da matéria seca, especialmente da fibra, melhorando a eficiência alimentar e ganho de peso. É muito palatável. Existe variação na eficiência das diferentes cepas de *Saccharomyces cerevisae* em promover melhoria no desempenho dos bovinos. O pH para crescimento ótimo de *Saccharomyces* é cerca de 4,5. No rúmen, em pH próximo de 6,5, a taxa de crescimento do fungo

é menor, e ele secreta compostos químicos como nucleotídeos, aminoácidos e enzimas, assim como enzimas hidrolíticas, mais profusamente. Tais compostos vão servir de fatores de crescimento para as bactérias do rúmen, além de contribuírem para a nutrição do bovino. Se por um lado há disponibilização dos nutrientes armazenados nos fungos para os microrganismos do rúmen e para o bovino, há também redução na taxa de crescimento de fungos. Assim, as leveduras devem ser suplementadas continuamente.

O aumento no número de bactérias do rúmen, especialmente bactérias celulolíticas, é o efeito mais comum da suplementação de levedura. Alguns tipos de bactérias apresentam melhor desempenho na presença de leveduras, e alguns dos fatores relacionados com o uso de aditivos na dieta de bovinos de corte, essa resposta incluem fornecimento de fatores de crescimento - vitaminas do complexo B, ácido para-amino benzóico e outros, ácidos dicarboxílicos como fumarato, malato e outros. A remoção de oxigênio por *Saccharomyces* controla o efeito tampão das bactérias celulolíticas que preferem o pH > 6 e, redução no número de protozoários. As leveduras apresentam grande capacidade de armazenamento e podem auxiliar a manutenção do pH no rúmen estabilizado com o aumento do consumo de sólidos em dietas para bezerros. Além disso, parecem contribuir para o suprimento de nutrientes para a população bacteriana do intestino. *Saccharomyces cerevisae* tem grande afinidade por oxigênio, melhorando as condições do rúmen para os microrganismos anaeróbicos. Embora essencialmente anaeróbico, pequenas concentrações de oxigênio dissolvido podem ser encontradas no conteúdo ruminal. O oxigênio entra no rúmen (60 Imol/min/L a 100 Imol/min/L) através do alimento e da saliva. Ele é tóxico a bactérias anaeróbicas e reduz a adesão das bactérias celulolíti-

cas à celulose. Os carboidratos estruturais da planta, dos quais a celulose é o principal componente, são as principais fontes de energia para o ruminante. Como a atividade respiratória de *S. cerevisae* (200 umol/min/g a 300 umol/min/g) é muitas ordens de magnitude maior que a concentração de oxigênio no fluido ruminal, pequenas quantidades de levedura, 1,33 g/U incluídas nas dietas de ruminantes podem ser benéficas. Bactérias celulolíticas parecem especialmente sensíveis ao teor de oxigênio dissolvido, e respondem mais favoravelmente à presença de levedura observando aumento na digestibilidade da matéria seca apenas no período inicial de digestão após exposição à levedura. Esse efeito poderia ser explicado pelo aumento da taxa inicial de digestão da celulose, menor lag time, sem aumento na extensão de digestão da celulose. *Saccharomyces* são facilmente cultivados e são viáveis após secagem em condições controladas.

A viabilidade da levedura parece interferir no resultado da suplementação embora alguns autores ainda não tenham observado aumento na concentração de bactérias celulolíticas quando o extrato ínade levedura foi inativado pelo calor, sugerindo que apenas culturas vivas estimulariam o crescimento destes microrganismos (MELO *et al*., 2018).

11. ENZIMAS

Enzimas são catalizadores potentes e eficazes, quimicamente definidas como proteínas. De acordo com Kieling e Furigo Junior (2002), como proteínas são moléculas compostas por aminoácidos unidos por ligações peptídeas que apresentam na sua forma químico um grupo carboxílico (-COOH), um grupo amino (-NH) e um radical R. Em a natureza, são encontrados 20 amino ácidos. Atuam com catalizadoras ou seja, aceleram uma reação química, variável em diferentes graus, ao diminuir a energia de ativação.

Atuam em pequenas concentrações e se recuperam indefinidamente mas não operam em condições energicamente desfavoráveis o seu processo de atuação (KIELING; FURIGO JUNIOR, 2002). Para isso existem enzimas diferenciadas para cada tipo de atividade que cada processo de reação necessita. Automaticamente, quase tudo que ocorre em células, seja animal ou vegetal, ou microbiana envolve pelo menos uma proteína. As proteínas podem ser estruturais, transportadoras, de defesa e proteínas nutriente. Como estruturais tem-se o colagem no processo e queratina

11.1 - Enzimas fibrolíticas

Sempre houve interesse no comportamento dos alimentos fibrosos pelos ruminantes relacionando síntese e secreção de enzimas pelos microrganismos do rúmen, que realizam a hidrólise da parede celular das plantas. O Brasil por ser considerado uma país de grandes áreas e biomas variados, mas apenas na última década surgiu o interesse no aproveitamento dos fibrosos e desenvolver estudos sobre a conversão dos alimentos, especialmente os fibrosos, para produção de carne e leite, embora em níveis pouco eficientes (MELO *et al*., 2018; CAMPESTRINI *et al*., 2005).

Entretanto nos países onde não se apresenta grandes áreas para criação animal a pesquisa vem atuando a mais tempo e conseguindo suprir as necessidades abrindo programas científicos que possam suprir as necessidades dos bovinos para consumo interno de seus produtos (MENEGOL *et al*., 2017; MARTINS *et al*., 2006). Nas opiniões desses estudiosos destacam a suplementação com enzimas fibrolíticas exógenas compostas de celulase e hemicelulase com a utilização de (MARTINS *et al*., 2007), enzimas extraídas de fungos ou bactérias, em atuação conjunta com as enzimas produzidas pelos microrganismos ruminais

potencializando a degradação dos polissacarídeos estruturais e aumentam a taxa de degradação da fibra.

Essas enzimas são fabricadas por fungos, bactérias e protozoários no rumem dos bovinos que degradam cereais e forrageiras sob a ação de misturas de microrganismos pela formação de produtos de cadeias menores da parede celular. As enzimas produzidas com o uso de aditivos na dieta de bovinos de corte como as celulases e xilanases, degradam as ramificações de xilanas. As espécies das bactérias envolvidas na degradação das frações facilmente digestíveis da fibra são *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albus e R. flavefasciens, F. succinogenes* e fungos que degradam as porções menos digestíveis. Tem-se sugerido que a manipulação de enzimas que digerem fibras poderia aumentar a taxa e extensão da digestão de forragem por ruminantes. Dentre vários métodos tem-se sugerido a suplementação direta de enzimas, como as celulases e outras produzidas por fermentação em larga escala de *A spergillus* sp. e *Trichoderma* sp. e a produção de plantas/bactérias ruminais transgênicas contendo enzimas como xilanase e amilases. A atividade das enzimas brutas depende do substrato de preparo e do método de colheita; para terem valor comercial, precisam ser estáveis e estarem ativas na produção de aumento de massa (STIVARI 2014, CAMPESTRINI *et al*., 2005). Geralmente essas enzimas influenciam no aumento da matéria seca e fibra detergente neutro e em detergente ácido, assim como influencia na digestibilidade total da matéria seca e fibra solúvel em detergente neutro e em detergente ácido, em bovinos recebendo dieta baseada em volumosos tratada com enzimas fibrolíticas.

IR PARA SUMÁRIO ▲

12. LIPÍDEOS

Os lipídios são considerados gorduras com alto valor energético, apresentando alta concentração de energia prontamente disponível, por serem constituídos de grande proporção de ácidos graxos, que apresentam 2,25 vezes mais energia que os carboidratos. Esses suplementos têm sido relatados o uso em dietas para animais lactantes com o objetivo de aumentar a produção de leite e reduzir a mobilização corpórea. Ainda tem sido sugerido que os efeitos benéficos na reprodução, como o aumento na concentração sanguínea de progesterona, tamanho do folículo ovulatório, número de folículos ovarianos, modulação do corpo glúteo, taxa de concepção e gestação. Como fonte de lipídio tem-se usado as sementes de oleaginosas tais como o algodão, o girassol e a soja, o sebo animal e a gordura protegida por técnicas industriais. Tem-se observado que os lipídeos insaturados e os ácidos graxos de cadeia curta apresentam maior efeito do que os saturados e ácidos graxos de cadeia longa, enquanto os sabões de cálcio apresentam mínimos efeitos sobre a fermentação ruminal (MELO *et al*., 2018; OLIVEIRA *et al*., 2006b). A adição de lipídeos à dieta diminui a fermentação ruminal de carboidratos, sem influenciar na fermentação ruminal de amido. Isso ocorre possivelmente devido à redução no número de protozoários ciliados, resultando em maior eficiência microbiana. Também diminuem a concentração de amônia ruminal, resultante da redução na proteólise.

Utilização de aditivos nas dietas de bovinos de corte no Brasil tem mostrado que a reciclagem de bactérias ocorre em consequência da diminuição no número de protozoários ciliados. Pode ocorrer ainda, aumento na produção ruminal de propionato e redução na metanogênese. Dietas de ruminantes geralmente possuem 4% de lipídeos. Teores maiores que 7% da matéria

seca podem ser prejudiciais à degradação do alimento, principalmente se houver elevada proporção de ácidos graxos insaturados que, além de serem tóxicos aos microrganismos ruminais, aderem à partícula do alimento e criam uma barreira física à ação de microrganismos e de enzimas microbianas (NICODEMO, 2001; SULLIVAN *et al*., 2019). Oliveira *et al*. (2006b) relatam que que os estudos se encontram em desenvolvimento e que ainda não se usa oficialmente os resultados de pesquisas com uso de lipídeos como aditivos.

13. OUTROS ADITIVOS

Há uma série de compostos com propriedades em potencial para ser utilizados como aditivos na nutrição de ruminantes. O desafio da pesquisa nesta área está em distinguir os compostos que melhoram a fermentação ruminal, diminuem a produção de metano e amônia sem alterar a produção dos ácidos graxos de cadeia curta, e que mantem os resultados obtidos in vitro quando realizados in vivo.

13.1 - Extratos naturais de plantas

A busca crescente por produtos naturais, que não deixem resíduos, que não representem qualquer risco à saúde do consumidor ou ao meio ambiente, abre espaço para o estudo de novos aditivos. Dentre eles, pode-se citar os extratos naturais de plantas que possuem diversos compostos secundários, produzidos como mecanismo de defesa contra fungos, bactérias e insetos, com potencial para alterar a fermentação ruminal. Seus compostos são classificados de acordo com sua estrutura e propriedades químicas.

IR PARA SUMÁRIO ▲

13.2 - Taninos

Taninos são compostos polifenólicos com variados pesos moleculares. Podem ser encontrados na casca, folhas ou frutos de espécies vegetais, entre as quais: *Acacia mearnsii* De Wild (acácia negra), *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão), Lithrala molleoides (aroeira), *Psidium guayava* Raddi (goiabeira), entre outras (SARTOR NETO *et al.*, 2011 citando Silva, 1999. São classificados em taninos hidrolisáveis os poliésteres de ácido gálico e açúcar que são solúveis em água e condensados, polímeros de flavonoides, que formam complexos com proteínas insolúveis em água. Os principais efeitos dos taninos descritos são aumento da eficiência de síntese de proteína microbiana pela diminuição da digestão ruminal da proteína devido à formação de complexos com estes compostos, diminuição da reciclagem de N ruminal pela redução na população de protozoários no rúmen, além de efeito inibitório direto na população metanogênica reduzindo a produção de H_2 e, consequentemente, na produção de metano, ainda que esse efeito não tenha sido efetivamente aproveitado na prática, pois é comum que a redução do metano seja acompanhada por uma redução na fermentação ruminal.

13.3 - Saponinas

Saponinas são glicosídeos de grande variedade estrutural presentes em espécies vegetais. Estão presentes na *Yucca schidigera*, planta da família Agavaceae que cresce em regiões desérticas e da *Quillaja saponaria*, originária do Chile. Diversos trabalhos in vitro descrevem redução na população de protozoários por uma possível ação emulsificante nos lipídios da membrana celular protozoária causando mudanças em sua permeabilidade e a morte da célula (REIS *et al.*, 2006).

13.4 - Óleos essenciais

Óleos essenciais são substâncias lipofílicas, líquidas e voláteis presentes nos variados tecidos dos vegetais que lhes conferem proteção contra predadores, além de odor e cor. Podem ser obtidos por extração a vapor ou por solventes. Os terpenoídes e fenilpropanóides são os principais grupos químicos onde os óleos essenciais estão incluídos. Alguns dos compostos já estudados são: alicina (alho – *Allium sativum*), timol (orégano – *Origanum vulgare* e tomilho – *Thymus vulgaris*), cinamaldeido (canela – *Cinnamomum cassia*), entre outros. Sua ação antimicrobiana está relacionada com a interação com a camada lipídica bacteriana o que resulta em mudanças estruturais da membrana. Esta mudança estrutural resulta em alteração no gradiente iônico, desviando grande parte da energia para estabilizar o gradiente, prejudicando assim o crescimento bacteriano. O baixo peso molecular destes compostos permite que atuem tanto em bactérias Gram-positivas como Gram-negativas (CALSAMIGLIA *et al*., 2007).

A própolis é um produto conceituado como antibiótico natural proveniente de substâncias ou resinas coletadas das plantas, pelas abelhas, e misturadas com suas secreções que modificam a composição original da resina da planta misturando-a com secreções das glândulas hipofaringeais, especialmente βglicosidases. Dessa forma, os flavonoides heterosídeos, principais compostos de ação antibacteriana da própolis, são hidrolisados para a forma de agliconas livres, o que aumenta a ação farmacológica destes compostos. Ainda tem-se verificado que a própolis foi eficiente na inibição da desaminação de aminoácidos pelos microrganismos ruminais tanto in vitro quanto in vivo. Esses resultados são de grande interesse para os nutricionistas de ruminantes, em razão de ser proteína, o nutriente mais oneroso

na dieta desses animais, sendo de fundamental valia que parte desse nutriente escape da fermentação pela microbiota ruminal, possibilitando acentuar a melhoria da eficiência produtiva dos ruminantes.

Oliveira *et al*. (2006b) estudaram os efeitos *in vitro* do ionóforo monensina e do extrato de própolis sobre a fermentação ruminal de aminoácidos. Constataram que a própolis se apresenta mais eficiente que a monensina em reduzir a produção de amônia de culturas de microrganismos ruminais em meio contendo caseína hidrolisada. A produção de amônia normalizou assim que o ionóforo monensina foi removido do meio de cultura, provavelmente em razão do reestabelecimento da população de bactérias produtoras de amônia, comprovando que esse antibiótico apenas inibe estes microrganismos. No tratamento com própolis, a produção de amônia manteve-se em níveis baixos mesmo quando removida do meio de cultura. A cada dia que passa a Organização Mundial de Saúde (OMS) desestimula o consumo de carne de animais submetidos a antibióticos como aditivos alimentares. Assim, a própolis sendo um produto natural, é uma alternativa como aditivo de manipulação ruminal. Podendo ser utilizado até na produção de boi orgânico, melhorando o desempenho desses animais de maior valorização no mercado mundial. Entretanto, em virtude de própolis ser um produto bastante valorizado, deve-se preocupar também com a relação benefício/custo na utilização deste produto (ALBUQUERQUE *et al*., 2019; OLIVEIRA 2006a; OLIVEIRA *et al*., 2005f).

13.5 - Supressores de estro acetato

Melengestrol (MGA) é considerado um hormônio sintético, semelhante à progesterona, que leva à supressão ou cancelamento do estro. Como consequência, reduz injúrias produzidas por monta, além de reduzir as perdas de energia dos animais por

monta e perseguição. A resposta ao MGA é variável, dependendo da idade das novilhas, número de novilhas e espaço disponível. O MGA melhora o ganho e a eficiência alimentar por meio da supressão do estro em novilhas, podendo ser utilizado em suplementos líquidos, secos e combinados à monensina. Deve ser retirado da dieta 48 horas antes do abate. Esse produto é de responsabilidade da área da Coordenação de Produtos Veterinários do Departamento de Defesa Animal (CPV/DDA) em seu uso tem-se observado maior percentual de melhora no desempenho de bovinos suplementados. A imprensa técnica tem mostrado ganho de peso e a eficiência alimentar tem variado entre 3 e 7% ao nível de uso entre 0,25 e 0,50 mg/cabeça/dia. Tampões de grandes quantidades de ácidos orgânicos são produzidos no rúmen durante a fermentação microbiana, utilizados para reduzir a incidência de acidose em dietas com alto teor de grãos ou para melhorar a digestibilidade da fibra em dietas à base de silagem de milho. A saliva é considerada o principal agente tampão. Aditivos utilizados como tampões incluem bicarbonato de sódio, carbonato de cálcio, bentonita e óxido de magnésio (NICODEMO, 2001 citando LEITE, 2000: SFFA/SEDER/DFA/MS). O uso de tampões pode ser benéfico em rações contendo alto teor de grãos, na adaptação de bovinos a novas dietas, no uso de silagem de milho, de grãos com alta umidade ou dietas à base de trigo.

A utilização de tampões pode, teoricamente, anular o efeito de ionóforos, como a monensina, por afetar a atividade antimicrobiana dos ionóforos. Contudo, o desempenho animal em resposta à inclusão de tampões na dieta é variável. Não há necessidade de evitar uso de tampões antes do abate. Melhora percentual no desempenho de bovinos suplementados em relação aos não suplementados com tampões são observados pelo ganho de peso e eficiência alimentar -2 a + 5%.

14. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Muitas vezes os artigos científicos transparecem claramente muito mais o interesse comercial que o importante princípio científico que deveria ter a maioria das redações técnicas. Assim, o processo de alimentação de um rebanho inicialmente parece uma atividade, na qual se oferece o alimento ao animal e em troca se cobra do animal de estimação rendimentos, ou seja, produção de carne ou de leite. Esse conceito, observado de perto, se assemelha a necessidade de uma tecnologia para cobrir as necessidades do criador do rebanho e perpetuação da herança de animais que atravessa gerações. Contudo, com a necessidade de se fazer desta atividade um negócio, que pode ser lucrativo e comercial, ao mesmo tempo deixando fluir os princípios pedagógicos, técnicos e científicos utilizados para colocar na mesa do consumidor um produto de qualidade valorizando a importância da sua criação tem sem tirar a essência da inter-relação homem-animal e ambiente.

A nutrição animal constitui uma necessidade premente que deve estudada que depende de vários setores da atividade agropecuária. O profissional necessita dar continuidade aos estudos de novos produtos de importância nutricional e verificar a relação entre esses produtos e o futuro da atividade pecuária.

O sucesso da pecuária atual depende da gestão da tradição da criação animal. A atividade esteve sempre ligada aos motivos emocionais de família com pouco respaldo do setor econômico. Enquanto houver grandes áreas para serem exploradas pode haver resquícios de exploração amadora que considera suficiente para manter os bens tradicionais.

Para Correa, 2009, citado por Teixeira (2019), considera que para se conseguir melhor resultado na pecuária de corte e ter sucesso no empreendimento é fundamental gerenciamento de

qualidade com visão crítica frente aos fatores que afetam o desempenho dos animais e o resultado econômico da atividade, bem como da economia nacional e internacional. As atividades são viáveis a partir de um planejamento que vise à produção a baixo custo e no longo prazo. Tais condições são possíveis por meio de um suporte técnico e administrativo eficiente, que leve o produtor a questionar e reavaliar a sua atividade.

Alguns fatores são organizados pela imprensa técnica quanto a alimentação de qualidade, ou seja, ração balanceada, uso de tecnologias, controle da alimentação qualitativamente, zelo pelo índice de natalidade a 95% e diminuir o índice de mortalidade no máximo a 5% são alguns dos fatores de sucesso da pecuária de corte A crítica está sempre alertando para cuidar das pastagens uma vez que a excelência dos pastos e boa suplementação constituem a base do manejo nutricional do rebanho. Neste sentido, uma das maiores preocupações dos criadores do gado de corte é balancear os nutrientes necessários para consumo e que possa suprir as necessidades do rebanho para os animais alcançarem máximas produtividades. Em síntese, é sempre importante manter um programa completo de alimentação.

O animal bem alimentado apresenta maior resistência às doenças e apresenta maior qualidade de carcaça, mas isso tem resultado positivo e que depende muito das raças a serem desenvolvidas. Procura-se controlar fatores alternativos para tornar a atividade competitiva entre raças e com outros produtos comercial e legalmente aceitos para consumo.

Ao criador de gado necessariamente deve preocupar com o índice de natalidade procurando mantê-lo acima de 80% quando as condições de manejo forem completamente favoráveis e 75% quando ocorrer algum fator que foge às condições de controle como queimadas, ataques de pragas e doenças de difícil

controle e dificuldade em encontrar mão de obra ciente das responsabilidades de trato aos animais.

Referências bibliográficas

ALBUQUERQUE, F.; ROMEIRO, S.; FIGUEIREDO, P. **Própolis**: apenas um suplemento alimentar? Disponível em https://www.researchgate.net/signup. SignUp.html. Acesso em: 20 jul 2019.

ALVES, J. R. **Volumoso vantajoso-422/56.** Disponível em: https://www. beefpoint.com. br**/**. Acesso em: 20 maio 2019.

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A. de; BONA FILHO, A. **Nutrição animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal - os Alimentos**, v. 1, São Paulo: Nobel, 1982. 395 p.

BARIONI, N.G.; FERREIRA, N.C.; GUIMARÃES JUNIOR, R.; MARTHA JÚNIOR, G.B., RAMOS, A.K.B. Tabelas para estimativa de ingestão de matéria seca de bovino de corte, crescimento em pastejo. Embrapa Cerrados. Planaltina. 2007. 7 p. (Boletim Técnico, 142)

BEEFPOINT. **Importância da água na nutrição de bovinos de corte.** Disponível em: https://www.beefpoint.com.br/importancia-da-agua-na-nutricao-de-bovinos-de-corte-18421/. Acesso em: 30 ago 2019.

BOIN, C. **Fatores que influem na seleção dos alimentos de bovinos em pastejo**. Disponível em: https://www.beefpoint.com.br/fatores-que-influem-na-selecao-dos-alimentos-de-bovinos-em-pastejo-4826/. Acesso em: 20 maio 2019.

BORGES, E.P. **Composição dos alimentos e exigências nutricionais de bovinos de campo**. Curso de especialização em nutrição de grandes animais na produção de bovino ideal. Universidade Castelo Branco – Instituto Qualitas. Goiânia-GO. 2016. 24 p.

BRITO, J. M.; FERREIRA, A. H. C., SANTANA JUNIOR, H. A. ARARIPE, N. B. A.; LOPES, J. B.; DUARTE, A. R.; CARDOSO, E. S.; RODRIGUES, L.L. Probióticos, prebióticos e simbióticos na alimentação de não-

ruminantes-revisão. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 11, n. 01, p. 3070-3084. 2014.

BRUNARI, N. C.; SALOTTI-SOUZA, B. M. Bactérias probióticas e sua aplicação em leites fermentados. **Revista Científica de Medicina Veterinária**-UNORP, v. 1, n. 1, p. 22-29, 2017.

CALSAMIGLIA, S.; BUSQUET, M.; CARDOSO, P. W.; CASTILLEJOS, L.; FERRET, A.; FANDIÑHO, I. **The Use of Essential Oils in Ruminants as Modifiers of Rumen Microbial Fermentation**. Penn State Dary Cattle Nutrition Workshop. Grantville, P. A. Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop. November. 2007. p. 87-100.

CAMPESTRINI, E.; SILVA, V. T. M. da; APPELT, M. D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 2, n. 6, p. 259-272, 2005.

CAMPOS, A. T. Importância da água para bovinos de leite. EMBRAPA Gado de Leite. Juiz de Fora. 2001. 1p. (Instrução técnica para o produtor de leite, 31)

CHURCH, D. C.; GARY, E. S.; FONTENOT, J. P.; RALSTON, A. T. **Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants**. Corvalis, Oregon, Estados Unidos, Book Stores, 1972.

CATON, J. S.; DHUYVETTER, D. V. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. Journal of Animal Science, v. 75, n. 2, p. 533-542, 1997.

DEL CURTO, T.; COCHRAM, R. C.; CORAH, A. A. *et al*. Supplementation or dormant tallgrass-praire forage. II. Performance and forage utilization characteristics in grazing beef cattle receiving supplements of different protein concentrations. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 532-542, 1999.

DEL CURTO, T.; HESS, B. W.; HUSTON, J. E.; OLSON, K. C. Optimum supplementation strategies or beef cattle consuming low quality roughages in the western United States. **Proceedings** of the American Society of Animal Science, 1999. Disponível em: www.asas.org/jas/symposia/ proceedings/0922.pdf. Acesso em: 18 jul. 2019.

FISCHER, V.; PARDO, M. P.; ZANELA, M. B.; MORENO, C. B.; FERREIRA, E.X.; MONKS, P.L. Ganho de peso de novilhos mantidos em pastagem natural na enconsta do Sudeste do Rio Grande do Sul, recebendo níveis crescentes de suplementação energética. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 159-166, 2005.

KÖSTER, H. **Effective protein and energy supplementation on low quality forages by beef cattle**. A more scientific and accurate approach. Disponível em: http//www. animate.co.za/articles/Hinner-Supplementation-Cedara-Farmers-Day-May09.pdf. Acesso em: 20 Jul. 2019.

KRAMER, J. Água, a base da produção de leite. **Revista dos criadores**, São Paulo, v. 62, n. 760. 1993.

KUSS F; LOPEZ, J; BARCELLOS, J. O. J; RESTLE, J.; MOLETTA, J. L.; PEROTTO, D. 2009. Características da carcaça de novilhos não-castrados ou castrados terminados em confinamento e abatidos aos 16 ou 26 meses de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 515-522. 2009.

LEME, P. R.; GUEDES, C. **Precocidade Crescimento eficiente do animal pode aumentar rentabilidade**. Disponível em: https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va03-producao01.pdf. Acesso em: 24 jul. 2019

MARINO, C. T. MEDEIROS, S. M. Aditivos alimentares na nutrição de bovinos de corte. *In*: MEDEIROS, S. R., GOMES, R. C., BUNGENSTAB, D. J. (eds.). **Nutrição de bovinos de corte.** Brasília, D.F., Embrapa. 2015. 176 p

MARQUES, H. R.; OLIVEIRA, M. C.; CARMO, E. L. Suplementação proteica e energética para bovinos de corte. **PUBVET**, Londrina, v. 4, n.4, Ed. 109, Art. 732, 2010.

MAYNARD, L. A.; LOOSLI, J. K. **Animal nutrition**. New York: McGraw-Hill. 1969. 613 p.

IR PARA SUMÁRIO ▲

MORAES, A.L. Suplementação de bovinos de corte em sistema de pastejo Ensaios e Ciência Biológica. **Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde,** v. 16, n. 5, 2012, p. 97-112.

MACKAY, B. **Protein supplements for cattle in drought**, 2007. Disponívelem:http//www.dpt.nsw.gov.au/_data/asse/spdf file/0009/111051/protein supplements_for cattel_in_drought.pdf. Acesso em: 20 jul. 2019.

MARTINS, A. S.; VIEIRA, P.F .; BERCHELLI, T. T.; PRADO, I. N.; GARCIA, J.A.S. Eficiência de síntese microbiana e atividade enzimática em bovinos submetidos à suplementação com enzimas fibrolíticas. **R.Bras. Zootec**. v. 35, n. 3, Viçosa, 2006.

MARTINS, A. S.; VIEIRA, P. F.; BERCHIELLI, T. T.; PRADO, I. N.; LEMPP, B.; PAULA, M.C. Degradabilidade in situ e observações microscópicas de volumosos em bovinos suplementados com enzimas fibrolíticas exógenas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1927-1936, 2007.

MARQUES, H. R., OLIVEIRA, M. C.; CARMO, E. L. Suplementação proteica e energética para bovinos de corte. **PUBVET**, Londrina, v. 4, n. 4, Ed. 109, 2010.

MATHIS, C. P. **Protein and energy supplementation to beef cows grazing New Mexico rangelands**. Cooperative Extension Service – Circular 5642003. 10p. MATHIS, C.P. Protein and energy supplementation to beef cows grazing New Mexico rangelands. Cooperative Extension Service – Circular 564.2003. 10p.

MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. **Nutrição de bovinos de corte**: fundamentos e aplicações. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 176 p.

MELO, W. O.; SOUSA, E. S.; SANTOS, R. C. B. **Utilização de aditivos nas dietas de bovinos de corte no Brasil** – revisão de literatura. Nutritime Revista Eletrônica, on-line, Viçosa, v. 15, n. 03, p. 8182-8190, maio/jun, 2018.

IR PARA SUMÁRIO

MELO, W. O. ; VIANA, R. B.; MONTEIRO, B. M.; CHAVES, L. C. S. Produção e composição do leite de búfalas tratadas com somatotropina recombinante bovina no pico de lactação. **Acta Veterinária Basilica**, v. 7, n. 3, p. 218-228· 2013.

MENEGOL, D.; SCHOLL, A. L.; DILLON, A. J. P.; CAMASSOLA, M. Use of elephant grass (*Pennisetum purpureum*) as substrate for cellulase and xylanase production in solid-state cultivation by *Penicillium echinulatum.* **Braz.J. Chem. Eng**. São Paulo, v. 34, n. 3, São Paulo. 2017.

MENEGOL, G. **Probióticos na nutrição de bovinos,** DEPEC COAGRIL Disponível em: http://www.coagril-rs.com.br/informativos/ver/100/probioticos-na-nutricao-de-bovinos. Acesso em: 25 jul 2019.

MORAES, A. L. Suplementação de bovinos de corte em sistema de pastejo Ensaios e Ciência Ciências Biológica. **Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde.** v. 16, n. 5, 2012, p. 97-112

NAGARAJA, T. G. **Saúde Ruminal**. III Simpósio de Nutrição de Ruminantes – Saúde do Rúmen. *In*: Anais – First Brazilian Ruminant Nutrition Conference – Rumen Health Proceedings, UNESP, Botucatu/SP, 2007. Disponível em: https://www. beefpoint.com. br/manejo-nutricional-voltado-a-prevencao-de-disturbios-digestivos-em-bovinos confinados -2-40846/. Acesso em: 6 ago 2019.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 8 ed. Washington: National Academic Press. 2000. 248 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washinton, D. C.: 2001. 381p.

NICODEMO. M. L. F. **Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte. 2001. 54 p. -- (Documentos I Embrapa Gado de Corte. ISSN 1517- 3747; 106).

NUÑEZ, A. J. C. **Uso combinado de ionóforo e virgimicina em novilhos Nelore combinados com dietas de alto concentrado**. Piracicaba, 2008. 67 p. Dissertação apresentada na Escola Superior de Agricultura como pré-requisito para receber o título de MS em Agronomia na Área de concentração Ciência Animal e Pastagens.

OLIVEIRA, A .C. P,; SHINOBU, C. S.; LONGHINI, R.; FRANCO, S. L.; SVIDIZINSKI, T. I. E. Antifungal activity of propolis extract against yeasts isolated from onychomycosis lesions. **Mem I Oswaldo Cruz,** n. 101**:** p. 493-497. 2006a.

OLIVEIRA, I. P. **Forragicultura**. São Luís de Montes Belos – GO. ISEMB~FMB. 2005. 145 p.

OLIVEIRA, J. O., QUEIROZ, A. C., LANA, R. P., MANTOVANI, H. C., GENEROSO, A.R. Efeito da monensina e da própolis sobre a atividade de fermentação de aminoácidos in vitro pelos microrganismos ruminais. **Rev. Bras. de Zootec**., 35: 275-281. 2006b.

OLIVEIRA, J. S., ZANINE, A. M., SANTOS, M. E. Uso de aditivos na nutrição de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária REDVET**, v. 6: 1- 23. 2005e.

OLIVEIRA, L. **Probióticos, prebióticos e simbióticos: definição, benefícios e aplicabilidade industrial**. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais / CETEC. 2014 c Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT. 2014. 22 p.

OLIVEIRA, R. L.; BARBOSA, M. A. A. F.; LADEIRA, M. M. ; SILVA, M. M. P.; ZIVIANI, A. C.; BAGALDO, A. R. Nutrição e manejo de bovinos de corte na fase de cria. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.,** v. 7, n. 1, p. 57-86, 2006c

OLIVEIRA, J.S., ZANINE, A.M., SANTOS, M.E. Uso de aditivos na nutrição de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária** REDVET, v. 6: 1- 23. 2005f

PALHARES, J.C.P. **Consumo de água na produção animal**. São Carlos-SP. 2013. 6 p .(Comunicado Técnico, 102).

PALHARES, J. C. P. **Estimando o consumo de água de suínos, aves e bovinos em uma propriedade**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Suínos e Aves Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Concórdia – SC. 2005.

PAULA JÚNIOR, R. G., TSUNEDA, P.P., SENRA e SILVA, L.E. ALMEIDA, R.D., MATOS, N.B.N. Abscesso hepático em bovinos. **PUBVET** v.12, n.4, p. 1-11, 2018

PEDROSO, A. F. **Princípios da produção e manejo de silagens**. Disponível em: http://www.faemg.org.br/Web/Files/1564120316319235158217219225214225207013214 6.pdf. Acesso em: 20 jul 2019**.**

PEREIRA, J. R. A. **Volumoso vantajoso.** Disponível em: https://www.beefpoint. com.br/ volumoso- vantajoso-42256/. Acesso em: 20 maio 2019.

PHILIPPE, M. G.; BIANCHI, I. **Influência da nutrição na qualidade de carne bovina.** Disponível em: https:www//.jetbov.com/single-post/2016/02/22/influênciadanutriçãonaqualidadedacarne-bovina. Acesso em: 15 maio 2019.

PROVENZA, F. D. Acquired aversions as the basis for varied diets of ruminants foraging on rangelands. **J. Anim. Sci**., v. 74, p. 2010-2020, 1996.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Quim. Nova**, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.

RASTEIRO, V. S., BREMER NETO, H., ARENAS, S. E., REIS, L. S. S., GALLINA, N. M. G., OBAS, E., PARDO, P. E. Adição de probiótico na mistura mineral eleva o ganho de peso de bovinos no período da seca. **Arch. Latinoam. Prod. Anim**. v. 15, p. 79-83. 2007.

REHAGRO. **Cinco dicas básicas da alimentação e manejo nutricional de gado de corte**. Disponível em: https://rehagro.com.br/blog/manejo-nutricional-de-gado-de-corte/. Acesso em: 15 maio 2019.

REIS, R, A.; MORAIS J, A. S.; SIQUEIRA G, R. Aditivos alternativos para a alimentação de ruminantes. *In***:** II CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL (II CLANA). Palestra Técnica Realização: CBNA - AMENA - 10 a 13 de abril de 2006 – São Paulo, SP.

RESENDE, F. D.; SIGNORETTI, R. D.; COAN, R. M.; SIQUEIRA. G. R. **Terminação de Bovinos de Corte com Ênfase na Utilização de Volumosos Conservados.** Disponível em: http://www.coanconsultoria.com.br/images/palestras/TermBovinos.pdf. Acesso em: 21 maio 2019.

SANTOS, D. M. **Fatores que influenciam a qualidade da carne bovina.** Unidade Federal de Lavras. 2016. Disponível em: https://3rlab.wordpress.com/2016/08/24/fatores-que-influenciam-a-qualidade-da-carne-bovina/. Acesso em: 14 maio 2019.

SANTOS, P. M. **Animais a pasto:** suplementação proteica ou energética? Disponível em: https://www.beefpoint.com.br/animais-a-pasto-suplementacao-proteica-ou-energetica- 4890/. Acesso em: 5 jun 2019.

SARTOR NETO, A.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y.; PEREIRA, E. L.; CUNHA, G. E.; SILVA, L. D. F.; BARBOSA, M. A. A. F.; Valter Harry BUMBIERIS JUNIOR, V. H. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore confinados recebendo dietas de alto teor de concentrado com diferentes níveis de tanino. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 1179-1190, jul/set. 2011.

SILVA L. P.; NÖRNBERG, J. L. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, 2003.

SIMIONI, F. L.; ANDRADE, I. F.; LADEIRA, M. M.; GONÇALVES, T. M.; MATA JUNIOR, J, I, CAMPOS, R.R. Níveis e frequência de suplementação de novilhos de corte a pasto na estação Revista Brasileira de Zootecnia, 2009. Sociedade Brasileira de Zootecnia. Disponível em: www.sbz.org.br. Acesso em: 18 jun 2019.

STIVARI, T. S. S., REINERI, C.; SARTORELLO, G. L.; GARMEIRO, A. H.; SILVA, J. B. A.; BATISTA, J.; SILVA, J. B. A. Aditivos enzimáticos na alimentação de ruminantes: estratégia para a produção animal. **PUBVET**, Londrina, v. 8, n. 11, ed. 260, art. 1728, junho, 2014.

SULLIVAN, M.; HORNIG, N. C. D.; PORSTMANN, T.; UHLMANN, F. **Studies on Substrate Recognition by the Budding Yeast Separase.** 2004 Copyright 2003 by The American Society for Biochemistry and Molecular Biology, Inc. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/3449/0cf7729b01944cf37c6548401b329a147641.pdf. Acesso em: 2 ago 2019

TEIXEIRA, S. **Fatores que garantem o sucesso da pecuária de corte.** Disponível em: https://www.cpt.com.br/artigos/6-fatores-que-garantem-o-sucesso-da-pecuaria-de-corte. Acesso em: 15 jul 2019.

VALADARES FILHO, S. C.; CHIZZOTTI, M. L.; PAULINO, P. V. **Exigências nutricionais de gado de corte no Brasil**: desavios. **Revista Ceres**. v. 56, n .4, p. 488-495. 2009

Van SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

Van SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1971

VILLELA, S. D. J.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; MARTINS, M. O.; ZAMPERLINI, B. Fontes de proteína em suplementos para bovinos em pastejo nos períodos da seca e de transição seca-águas. Revista Brasileira de Saúde e Produção animal, v. 10, n. 2, p. 266- 277, 2009.

WALDO, D. R., MILLER, R. W., OKAMOTO, M., AND MOORE, L. A. Ruminant utilization of silage in relation to hay pellets, hay, and grain. Rumen content dry matter passage and water intake. **J. Dairy Sci**. v. 48, p. 1473–1480.1965

Capítulo 16

SUPLEMENTAÇÃO MINERAL EM BOVINOS

Ubirajara Oliveira Bilego,[1] Amoracy José Costa Nuñez,[2] João Restle,[3]
Itamar Pereira de Oliveira[4]

Resumo: A atividade da pecuária desempenha importante papel econômico no País, com participação expressiva no PIB nacional. Entretanto, apresenta-se como um setor em plena evolução para superar diversos desafios de ordem nutricional, como a suplementação das deficiências minerais. As deficiências minerais em bovinos já foram descritas em quase todas as partes do mundo. No Brasil, animais mantidos em pastagens, especialmente as tropicais, têm apresentado maior casuística independente das regiões onde a pecuária é praticada. Os elementos mais carentes são: fósforo (P), sódio (Na), iodo (I), cobre (Cu) e cobalto (Co), mas já foram evidenciadas deficiências de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em localidades mais específicas. A ausência de consumo constante ou o consumo desequilibrado dos minerais podem ocasionar os episódios carenciais, que podem manifestar-se de várias formas, desde redução da fertilidade e ganho de peso até os processos mais severos em que há o comprometimento de funções vitais. O diagnóstico pode ser realizado utilizando-se de

1 Médico Veterinário, DSc. Ciência Animal. Pesquisador do Instituto de Ciência e Tecnologia COMIGO em Rio Verde.

2 Médico Veterinário, DSc. Ciência Animal - Pesquisador Veterinário II – Instituto de Ciência e Tecnologia COMIGO – Rio Verde – Goiás.

3 Engenheiro Agrônomo, PhD Pós-doutorando na Escola de Veterinária e Zootecnia – UFG – Goiânia.

4 Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão.

IR PARA SUMÁRIO ▲

várias ferramentas que vão desde a observação, epidemiologia, características do solo e da pastagem até as avaliações químicas, histopatológicas e a própria experimentação. Medidas profiláticas e corretivas devem passar pelas avaliações do solo, da forrageira, do sistema e nível de produção. A suplementação deve ser realizada conforme critérios dessas avaliações, baseada nos requerimentos individuais de cada mineral, para que a mesma seja realizada com eficiência e sem comprometimento da saúde dos animais e da viabilidade econômica do sistema produtivo.

Palavras-chave: Deficiências minerais, nutrição, sanidade, solo.

1. INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte representa atividade socioeconômica de grande relevância ao Brasil, com participação de 8,7 % no PIB (produto interno bruto) do país, totalizando R$ 597,22 bilhões em 2018, principalmente nos estados da região Centro-Oeste, onde estão concentrados mais de 34% do rebanho nacional (ABIEC, 2019). A pecuária bovina é praticada em praticamente todos os municípios do território nacional, mas embora apresente números animadores, o caminho da excelência produtiva ainda está longe de ser alcançado. No sistema de produção, ainda persistem vários desafios, especialmente de ordem nutricional, como as deficiências minerais. Os minerais desempenham três funções essenciais nos organismos do homem e dos animais. A primeira refere-se à sua participação nos tecidos estruturais como ossos e dentes (Ca e P), a segunda é de atuar nos tecidos e fluidos corporais promovendo a manutenção do equilíbrio eletrolítico, da pressão osmótica e da permeabilidade das membranas (Ca, P, Na e Cl) e, por último, atuar como ativadores e/ou constituintes dos processos enzimáticos

(Cu e Mn) ou das vitaminas (Co) (TOKARNIA *et al*., 2000; 2010). Há evidências ainda da participação dos minerais na resposta imune. Em experimento com bezerros, a suplementação de Cu aumentou a sua concentração no fígado durante desafios respiratórios e impactou positivamente a resposta imune durante um período de estresse (WILSON *et al*., 2016). A suplementação dos animais de produção tem por conceito e objetivo suprir componentes ou elementos (minerais, vitaminas, proteína, energia, etc.) que se apresentam de forma deficitária ou ausente na principal dieta desses animais. As deficiências minerais já foram descritas em quase todas as regiões do mundo (MORAES, 2001). Essa situação ainda persiste, uma vez que a maioria das pastagens do Brasil pode apresentar algum tipo de deficiência mineral devido à variabilidade ambiental, de solos, do clima e dos sistemas de produção.

As deficiências ou carências podem manifestar-se de diferentes formas ou intensidades, desde os graus mais brandos até os níveis que podem culminar com a morte do animal (SOUZA *et al*., 1983; PEIXOTO *et al*., 2005; TOKARNIA *et al*., 2010). Em ambos os casos, as deficiências causam prejuízos ao setor produtivo, seja pelo óbito de animais ou pela redução do desempenho esperado, causando menor produção e renda. As manifestações mais brandas normalmente causam maior impacto no desempenho, pois normalmente são mal avaliadas e pouco diagnosticadas. Por serem subestimadas, permanecem por vários períodos limitando o desempenho dos animais. Tal situação promove efeito negativo na rentabilidade por aumentar o custo de produção, já que os animais precisarão permanecer maior tempo na propriedade.

Atualmente no Brasil, existe muita informação quanto às deficiências nutricionais, especialmente de minerais. Nas últimas seis décadas, várias pesquisas foram conduzidas com o intuito

de descrever cada uma das principais enfermidades carenciais. Tais pesquisas demonstraram as áreas de maior susceptibilidade, manifestações clínicas, suas características epidemiológicas e as principais formas de controle e profilaxia (TOKARNIA *et al*., 2010). Entretanto, mesmo com o sólido conhecimentos sobre os processos carenciais e suas consequências para a saúde e produtividade dos bovinos, tais informações, em muitos casos, não têm sido empregadas pelos profissionais da área, que persistem em estimular o uso generalizado das misturas minerais completas (PEIXOTO *et al*., 2005). O uso de minerais sem critérios técnicos ou avaliação prévia pode causar custos desnecessários com a adição de elementos que não representam riscos carenciais. Outro fator que merece relevância é o fato de que alguns elementos, quando utilizados de forma inadequada, podem interagir de forma antagônica, limitando ou impossibilitando a assimilação de outros minerais pelo organismo (PEIXOTO *et al*., 2005).

2. HISTÓRICO

A suplementação com minerais na dieta dos ruminantes surgiu após a confirmação dos processos carenciais por profissionais da área. Anteriormente à técnica de suplementação, houve suspeitas de que algo pudesse estar carente ou ausente na nutrição de bovinos.

Os estudos pioneiros sobre deficiências minerais em bovinos no Brasil foram realizados no início dos anos de 1940 por Gióvine (1943), no Estado de Minas Gerais, e envolviam basicamente o elemento P. Tal deficiência fora confirmada ainda no mesmo ano, utilizando-se de dosagens séricas de P. A deficiência de Co foi diagnosticada pela primeira vez em 1955 por CORREA (1955), quando pesquisava uma enfermidade conhecida como "mal do colete". Nos anos 1960, no Estado do Piauí, Tokarnia

et al. (1960) diagnosticaram o primeiro caso de deficiência de Cu em bovinos com suspeita de má nutrição e em ovinos com relatos de ataxia enzoótica (TOKARNIA *et al*., 1966). A partir de então, diversos estudos foram conduzidos com o intuito de esclarecer outras alterações de origem carencial.

No final dos anos de 1970 já haviam sido diagnosticadas as deficiências de P, Co, Cu, e I. Entre elas, a principal carência era, sem dúvida, a de P, que posteriormente foi estudada em conjunto com sua relação com casos de botulismo epizoótico. Nos anos de 1980 foram diagnosticadas as deficiências de Zn (SOUZA *et al*., 1982) e Na (SOUZA *et al*., 1985). Este último considerado uma das deficiências mais comuns no rebanho mundial e a segunda mais importante, atrás apenas da deficiência de P (TOKARNIA *et al.*, 2010).

O diagnóstico de supostos processos carenciais vieram após vários anos de estudos, mensurações e experimentações. Nesse tempo, diferentes enfermidades que anteriormente eram atribuídas a alguma deficiência mineral, foram sendo descartadas, como nos casos das intoxicações por plantas tóxicas. Relatos de morte súbita na região Amazônica que anteriormente haviam sido relacionados ao desequilíbrio dos elementos Ca, P e Mg, foram posteriormente confirmados como intoxicações por *Palicourea marcgravii* e *Arrabidaea bilabiata* (DÖBEREINER *et al.*, 1978; TOKARNIA *et al.*, 2004). As pesquisas também concluíram que os casos de "espichamento" dos bovinos do Pantanal de Mato Grosso não se tratavam de alterações no metabolismo do Ca e Mg, mas sim de um quadro tóxico causado pela ingestão da planta com propriedades calcinogênicas denominada Solanum malacoxylon (DÖBEREINER *et al.*, 1971). Outro caso de manifestação clínica que ainda é equivocadamente atribuído às deficiências minerais é a "cara-inchada" dos bovinos. Essa

enfermidade trata-se de periodontite infecciosa multifatorial que, principalmente em animais jovens, caracteriza-se por destruição dos alvéolos, com afrouxamento e perda dos dentes pré-molares na fase da primeira dentição (DÖBEREINER *et al*., 1974; 1987; 2004). Tal periodontite é causada por bactérias do gênero *Bacterioides malaninogenicos*, quase sempre em associação ao Arcanobaterium pyogenes. O aparelho peridentário é destruído pela ação de enzimas e endotoxinas dos bacteroides que se aderem ao epitélio gengival graças à ingestão de doses subinibitórias de actinomicinas eestreptomicinas produzidas pelo número elevado de actinomicetos em solos recém-cultivados (DÖBEREINER *et al*., 1974, 1975, 2000, 2004).

3. O PROBLEMA

Em 2018, o rebanho bovino no Brasil era de 214,69 milhões de cabeças. Esse efetivo estava distribuído em 162,19 milhões ha de pasto, apresentando taxa de ocupação de 1,32 cab. ha^{-1} e de lotação de 0,93 Unidade Animal (UA) ha^{-1} segundo a ABIEC (2019). Embora o rebanho seja numeroso, o mesmo encontra-se sob pastagens que em sua maioria são compostas por forrageiras tropicais como as braquiárias. Nesse cenário, estima-se que 80% das pastagens cultivadas no Brasil Central, responsáveis por mais de 55% da produção de carne nacional, encontrem-se em algum estágio de degradação (PERON; EVANGELISTA, 2003). Entre as principais causas do processo de degradação estão as práticas inadequadas de manejo do pastejo, a ausência de adubações periódicas, as falhas no estabelecimento da pastagem e os problemas bióticos, como o ataque de insetos-praga e, mais recentemente, a síndrome da morte do capim-marandu, na região Norte (DIAS FILHO, 2011).

Nas situações atuais da pecuária nacional, as forrageiras apresentam falhas no manejo e recebem pouca ou nenhuma correção e/ou reposição nutricional. Sendo assim, presume-se que considerável proporção do rebanho bovino nacional se encontra com algum grau de deficiência de um ou mais minerais na sua dieta. Isso pode ser confirmado quando se observa os índices de produtividade do rebanho nacional, como taxas de lotação, rendimento de arrobas por ha, idade e peso ao desmame, idade à primeira cobertura, idade ao abate, entre outras.

Como a bovinocultura está presente em quase todo o território nacional, há grande disparidade nos sistemas de produção. Existem fazendas estruturadas, em que há animais com potencial produtivo recebendo correto manejo sanitário e nutricional, ao mesmo tempo em que ainda existem condições de extrema desinformação, com propriedades que recebem pouco ou nenhum manejo nutricional.

Peixoto *et al*. (2005) relataram algumas situações referentes à adoção da estratégia de suplementação mineral pelos pecuaristas que ainda estão presentes nos dias atuais. São elas: 1) pecuaristas que adquirem uma mistura mineral comercial (MMC); 2) pecuaristas que optam por uma MMC com base em critérios técnicos como análises de solo e capim, para suprir com precisão as deficiências minerais; 3) pecuaristas que optam por fornecer apenas sal comum (NaCl); 4) pecuaristas que suplementam os animais de forma irregular e descontínua; 5) pecuaristas que diluem a MMC com sal comum, reduzindo a concentração dos minerais, sob alegação dos altos custos desse produto; e 6) uma pequena parte dos pecuaristas não fornece nenhum tipo de suplementação mineral.

A adoção da mineralização dos bovinos como prática rotineira do manejo nutricional ainda não é uma realidade no Brasil,

principalmente pela desinformação dos produtores sobre essa necessidade para garantir saúde e desempenho a seus animais. Conforme já relatado por Peixoto *et al*. (2005), existem propriedades onde o fornecimento de algum tipo de suplemento é mínimo, pouco frequente e quando há o produto com composições próximas ao ideal, este é diluído ao sal branco (NaCl) para tratar número maior de animais. Essa prática do uso de sal branco já se mostrou ineficiente e nociva ao desempenho dos animais.

No início dos anos 90, um grupo de pesquisadores coordenados por Costa *et al*. (1992) decidiu avaliar a suplementação mineral em um determinado grupo de bovinos em regime de engorda em capim colonião na região de Diamantino – MT. Nessa região, haviam vários criadores que alegavam problemas de magreza na recria e grande percentual de animais "refugo" nas boiadas na época de comercialização. Os pesquisadores então desenvolveram experimento com o objetivo de medir o efeito da suplementação mineral em novilhos de engorda e avaliar possíveis deficiências minerais. Nesse trabalho, foram usados 200 novilhos anelorados entre 18 e 24 meses de idade manejados em piquetes de capim colonião. O experimento teve duração de 380 dias e apresentou significativa diferença quanto ao ganho de peso dos animais. No tratamento em que se utilizou somente o sal branco, foram eliminados muitos animais (23) que apresentavam acentuada magreza, causada pela deficiência mineral.

Trabalho semelhante já havia sido realizado nas mesmas condições por SOUZA *et al*. (1983) no Mato Grosso do Sul. O experimento foi programado para 2 anos de duração, mas teve de ser encerrado com apenas 366 dias devido ao emagrecimento acentuado, diarreia e considerável mortalidade nos tratamentos C e D, que utilizavam NaCl + P e NaCl, respectivamente. O ganho de peso dos animais dos grupos A (NaCl + P + microminerais) e

B (fórmula comercial) foram 112 e 261% maiores, respectivamente, do que os grupos C e D.

Outra dificuldade é a falta de conhecimento das áreas deficientes, problema que já havia sido relatado por Souza (1981) e ainda persiste até os dias atuais. Em algumas regiões, a utilização de uma única fórmula mineral para diferentes situações e categorias é situação muito comum. O conhecimento das áreas onde ocorrem deficiências ou toxidez de alguns elementos é de grande relevância para que os produtores possam corrigir de forma econômica as limitações existentes. Não há justificativas para o fornecimento de minerais desnecessários.

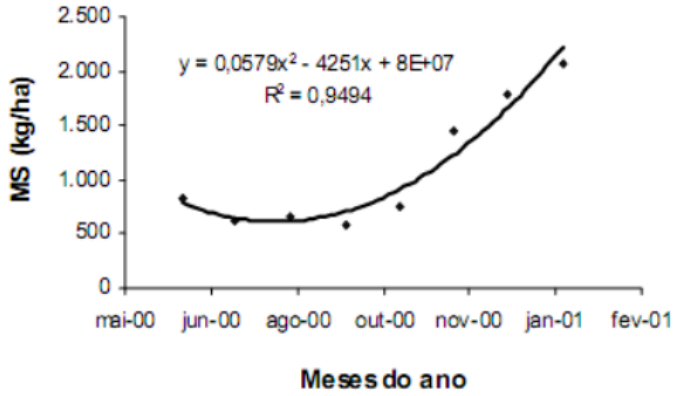
4. FATORES QUE AFETAM O PROBLEMA

4.1 - Sazonalidade de produção forrageira

Um dos principais fatores limitantes na suplementação está na estacionalidade da produção forrageira. Nas regiões tropicais onde pratica-se a pecuária de corte ocorrem diferentes níveis de produção das principais forrageiras utilizadas ao longo do ano. Tradicionalmente, no Brasil, considerava-se que a pecuária era praticada sob duas condições distintas: períodos de seca e águas. Durante o período das águas, que vai de outubro a abril, ocorrem condições de temperatura, umidade relativa e precipitações plenamente favoráveis ao crescimento das forrageiras na maior parte do Centro-Oeste brasileiro. Nessa época, ocorre abundância de oferta das pastagens com aumento substancial do seu valor nutritivo e, consequentemente, melhora no desempenho animal. Por outro lado, há a estação seca que, na mesma região, vai de maio a setembro, e apresenta menor irradiação solar, baixos índices pluviométricos e de temperatura média, principalmente nos meses de junho e julho. Sob tais condições

os capins reduzem a produção de folhas, o perfilhamento, a relação folha/colmo e aumentam a lignificação (SANTOS *et al*., 2001; SANTOS *et al*., 2010), o que contribui para o menor desempenho produtivo animal. Os efeitos da estacionalidade na produção de uma das principais forrageiras utilizadas na pecuária foram avaliados por diferentes pesquisadores (SANTOS *et al*., 2001; COSTA *et al*., 2005; TONATO *et al*., 2010). Nos trabalhos com *B. brizantha* cv. Marandu, COSTA *et al*. (2005) verificaram que a produção de matéria seca (MS) durante o período seco correspondeu a um terço daquela observada no período chuvoso, conforme demonstrado na Figura 1.

Figura 1 - Produção de matéria seca (kg/ha) da Brachiaria brizantha cv. Marandu avaliada no período de maio de 2000 a fevereiro de 2001



Fonte: Adaptado de COSTA *et al*., 2005.

Sob diferentes quantidades e qualidades da forragem, o organismo animal possui também diferentes níveis de requerimentos minerais, uma vez que grande parte dos elementos provém da forrageira. Daí a necessidade de estabelecer o balanço entre a necessidade (requerimentos animais) e o suprimento (fonte de forragens), visando ajustar desvios sazonais (flutuações na

produção) e anuais da capacidade de suporte média (FRANÇA, 2015). Um dos principais elementos requeridos ao organismo animal é o fósforo. Entretanto, vale lembrar que não haverá resposta da suplementação com P caso a deficiência desse mineral não seja o principal fator limitante: a limitação de desempenho que ocorre no período de estiagem dá-se por consequência das deficiências de proteína e energia e só haverá efeito positivo da suplementação de P caso os requerimentos de proteína e energia sejam atendidos (TOKARNIA *et al*., 2010).

4.2 - Desconhecimento sobre as deficiências minerais

Conforme já mencionado anteriormente, as deficiências minerais estão distribuídas em todo o território nacional, em diferentes níveis e em características peculiares à cada elemento mineral. Entretanto, visando prevenir as deficiências minerais, as recomendações técnicas para a suplementação têm assumido o aspecto generalista, colocando todo o rebanho nacional em uma única situação de deficiência e usando, na maioria dos casos, suplementos com misturas comerciais de minerais para todas as categorias de bovinos. Tal situação é facilmente verificada nas fazendas e pecuária do Brasil. As misturas comerciais são recomendadas muitas vezes sem critérios e/ou avaliações mínimas das características do solo, da pastagem e do nível e produção dos animais. Em geral, observa-se ainda que, para considerável parcela dos produtores existe a tendência de acreditar que os suplementos com maiores concentrações de determinado elemento são melhores para o seu rebanho. Esse fato não procede, uma vez que a técnica de suplementação visa fornecer os elementos de acordo com os requerimentos de cada categoria e que ainda não foram supridos pela dieta principal.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Outro exemplo que notadamente tem incorrido em excessos é a suplementação exagerada para animais mantidos em sistemas integrados. Os sistemas de produção também exercem potencial efeito na orientação da suplementação mineral aos bovinos. Recentemente, entre os anos de 2010 e 2018, verificou-se que houve aumento considerável de animais em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). Pesquisa encomendada pela Rede Brasil conta com 11.468.124 ha com sistemas integrados de produção agropecuária. Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Rio Grande do Sul possuem as maiores áreas com ILPF (EMBRAPA, 2019). Esse sistema possui características e vantagens adicionais em relação ao sistema tradicional de pecuária de corte no que diz respeito à suplementação. Por ser praticado em solos corrigidos e com melhores condições de manejo nutricional, haverá maior produção forrageira, de excelente qualidade e, consequentemente, haverá influência no nível e tipo de suplementação a ser realizada. Esse fato exige monitoramento para que não ocorra aumento exagerado e necessário de minerais via suplementação.

5. PRINCIPAIS MINERAIS: IMPORTÂNCIA, ABSORÇÃO E DEFICIÊNCIAS

Os elementos minerais considerados essenciais são aqueles que exercem uma função específica no organismo (MCDONALD *et al*., 2002). Nesse grupo, vinte e dois minerais foram identificados como essenciais para a vida animal. São eles: cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cloro (Cl), magnésio (Mg) e enxofre (S), considerados macronutrientes minerais, e os elementos ferro (Fe), iodo (I), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn), cobalto (Co), molibdênio (Mo), selênio (Se), cromo (Cr), estanho (Sn), vanádio (V), flúor (F), silício (Si), níquel (Ni) e ar-

gônio (Ar), considerados micronutrientes minerais (SPEARS; KEGLEY, 2002). Conforme sua concentração, os macrominerais são expressos em g kg^{-1} de tecido animal, enquanto os microminerais em mg kg^{-1} de tecido animal.

Os macroelementos minerais, embora apresentem-se em pequenas proporções no organismo do animal (Tabela 1), desempenham funções vitais e sua ausência causa alterações nutricionais graves (PIRES, 2010). Notadamente, o Ca, o P e o Mg estão mais presentes nos ossos, com participação de 99, 90 e 71% no esqueleto, respectivamente. O Na e o K encontram-se mais distribuídos entre os tecidos corporais, participando dos fluidos intra e extracelulares (CHIZZOTTI *et al*., 2009).

TABELA 1 - Porcentagem total de cada mineral em cada tecido

	Tecido ósseo	Tecido muscular e adiposo	Órgãos	Couro	Sangue	Outros
Cálcio						
Machos Inteiros	99,20	0,38	0,19	0,16	0,022	0,016
Machos Castrados	99,30	0,33	0,22	0,14	0,022	0,016
Fêmeas	99,10	0,38	0,28	0,16	0,021	0,013
Fósforo						
Machos Inteiros	89,80	7,6	1,89	0,35	0,08	0,025
Machos Castrados	90,50	6,7	2,07	0,36	0,079	0,027
Fêmeas	89,60	7,6	2,19	0,33	0,085	0,023
Sódio						
Machos Inteiros	41,70	25,1	7,75	12,5	11,3	0,513
Machos Castrados	13,90	23,2	7,82	11,7	11,5	0,568
Fêmeas	41,50	22,5	8,43	13,1	12,7	0,6
Potássio						
Machos Inteiros	10,20	72,1	11,1	3,68	1,54	0,127
Machos Castrados	10,90	70,4	11,3	4,12	1,61	0,149
Fêmeas	8,30	73,3	11,3	3,78	1,74	0,156
Magnésio						
Machos Inteiros	70,80	20,7	3,56	3,84	0,532	0,058
Machos Castrados	73,50	18,5	3,51	3,45	0,508	0,065
Fêmeas	72,90	19,1	3,66	3,04	0,756	0,053

Fonte: Adaptado de Chizzotti *et al*. (2009).

IR PARA SUMÁRIO

5.1 - Macrominerais

5.1.1 - Cálcio

O cálcio (Ca) é o mineral encontrado em maior abundância no corpo do animal. Cerca de 99% do Ca está presente nos ossos e dentes e 1% nos tecidos moles e fluidos corporais (COSTA e SILVA *et al*., 2016). Em bovinos, sua absorção verdadeira reduz com o avançar da idade, podendo passar de 98% em bezerros lactantes para 22% quando adultos (BERCHIELLI *et al*., 2006).

Os ruminantes possuem baixa capacidade de excretar o Ca absorvido em excesso. A excreção urinária de Ca é pequena, mas as perdas endógenas fecais são regulares e altas. Costa e Silva *et al*. (2015) verificaram que, em média, 3,85% do Ca consumido foi excretado via urina e 47,9% foi excretado via fezes.

A obtenção do mineral nos alimentos, principalmente pelos ruminantes, depende de uma série de fatores. O conteúdo de Ca na forragem pode ser influenciado pela espécie forrageira, porção da planta consumida, maturidade, quantidade de Ca trocável no solo e clima (BERCHIELLI *et al*., 2006).

A deficiência de Ca pode ocorrer sob duas formas: primária, quando há ausência absoluta do elemento na dieta, ou secundária, quando esta é condicionada por algum outro fator, principalmente quanto à ingestão de P. Em ambos os casos, o que normalmente é observado são episódios de redução do crescimento, mau desenvolvimento dentário e as osteodistrofias (BLOOD; RADOSTITIS, 1991).

5.1.2 - Fósforo

O fósforo (P) é exigido para a formação e mineralização da matriz óssea e constitui o segundo mineral mais abundante no organismo animal, sendo 80% encontrado nos ossos e dentes (COSTA e SILVA *et al*., 2016).

A absorção de P pode variar conforme a idade do animal, declinando a partir dos 14 meses (ARC, 1980). O coeficiente de absorção verdadeira é de 80% segundo o NRC (2001), mas essa absorção pode ser prejudicada pela interação com outros minerais, como o Mg, o Al e o Fe, que podem formar precipitados no trato gastrointestinal, e também pelo excesso de Mo e Cu (McDOWELL, 1999). Em trabalho com zebuínos, Sather (2015) constatou que o principal local de absorção do P foi o intestino delgado, cuja média foi de 65,8%, equivalente a 19,8 g/dia, quantidade suficiente para manter a reciclagem de P salivar, que foi em média de 18,4 g para as dietas ofertadas à vontade.

Nas forrageiras, o teor de P depende do seu teor disponível no solo. Além disso, o déficit hídrico e a maturidade podem ocasionar redução no teor de P na forragem (BERCHIELLI *et al*., 2006). Como para o Ca, a deficiência de P também pode ocorrer por origem primária ou secundária. No caso do P, quase sempre as ocorrências são primárias, mas podem ocorrer secundariamente à deficiência de vitamina D ou por excesso de Ca. Em termos gerais, um dos sinais mais evidentes da deficiência de P é o apetite depravado. Porém, de acordo com Blood; Radostitis (1991), verifica-se ainda crescimento reduzido e raquitismo em animais jovens e quadros de osteomalácia em animais adultos. Esses autores ainda citam sinais como redução da produção leiteira e comprometimento da fertilidade.

Situação que merece destaque no caso da deficiência de P é a condição predisponente para ocorrência de outras enfermidades, principalmente o botulismo. O botulismo, doença causada pela toxina da bactéria Clostridium botulinum, possui uma patogenia singular. Após a morte de um animal que contenha a bactéria no rúmen, a mesma difunde-se pelo cadáver, principalmente para os ossos, onde irá produzir, sob condições propícias

de temperatura, umidade e anaerobiose, as toxinas botulínicas (TOKARNIA *et al*., 2010). Os animais adoecem quando ingerem carcaças ou partes dessas contaminada com as toxinas (BLOOD; RADOSTITIS, 1991; TOKARNIA *et al*., 2010). Nos quadros de alotrofagia, em que a deficiência de P predispõe, é comum os bovinos ingerirem ossos os restos de carcaças de animais mortos (BLOOD; RADOSTITIS, 1991). Todavia, o botulismo também ocorre pela ingestão de toxinas produzidas em fenos e silagens mal conservadas ou de água rica em matéria orgânica, onde há condições ideais de anaerobiose para o desenvolvimento do *C. botulinum* (SOUZA *et al*., 2006).

5.1.3 - Potássio

O potássio é o terceiro íon mais abundante no corpo e o mais presente no meio intracelular. Apresenta, assim como o Na, importantes funções na manutenção do equilíbrio osmótico, na contração muscular, transmissão de impulsos nervosos, além de atuar em alguns sistemas enzimáticos (COSTA e SILVA *et al*., 2016).

As forragens constituem excelentes fontes de K, pois normalmente possuem entre 1 e 4% de K em sua composição. Já os cereais são pobres quanto a esse mineral (menos de 0,5%) (BERCHIELLI *et al*., 2006). Os coeficientes de absorção verdadeira de K são altos mas podem variar. O ARC (1980) assumiu o coeficiente de absorção de K como sendo 100%, enquanto que o NRC (2001) considerou o valor de 90%.

No banco de dados do BR-CORTE, observa-se que a excreção de K nas fezes não pode ser desprezada e que as excreções urinárias de K não representam a totalidade da excreção diária. Portanto, observou-se que o coeficiente de retenção foi de 48,4%, consideravelmente inferior ao preconizado até o momento pelos diversos sistemas internacionais de exigências nutricionais.

Isso mostra que não existe uma rota preferencial para excreção de K (COSTA; SILVA *et al*., 2016).

Os problemas relacionados ao K envolvem mais seu excesso do que a sua falta. Em geral, o K não representou problemas de deficiência nos rebanhos avaliados por Tokarnia *et al*. (2010).

5.1.4 - Magnésio

Cerca de 70% do magnésio corporal está localizado nos ossos, enquanto os outros 30% atuam nos músculos e em outros tecidos moles. Nesses tecidos, o Mg atua no metabolismo energético, principalmente através do complexo Mg-ATP, manutenção dos potenciais elétricos e ativação enzimática (COSTA e SILVA *et al*., 2016). Apenas 1% do Mg é encontrado nos fluidos extracelulares. A concentração de Mg nas forragens varia conforme a espécie da planta, teor de Mg no solo, estádio de crescimento e condições ambientais (BERCHIELLI *et al*., 2006).

A absorção verdadeira de Mg em ruminantes adultos varia de 10 a 37% quando alimentados com fenos ou forragens (ARC, 1980). O rúmen foi o principal local de absorção de Mg, correspondendo em média a 68% do Mg absorvido para todas as dietas avaliadas por Sathler (2015).

A deficiência de Mg em geral manifesta-se por quadro de irritabilidade, tremores musculares, dificuldade em permanecer em pé e tetania (BLOOD; RADOSTITIS, 1991). Entre os quadros de tetania, citam-se a tetania hipomagnesêmica dos bezerros e a tetania hipomagnesêmica das pastagens. A primeira ocorre quando os bezerros apresentam, apesar do bom estado nutricional, irritabilidade, inquietude, olhar fixo, balançar de cabeça, olhar para cima e, às vezes, correm alucinados. Nessa fase, qualquer estímulo desencadeia ataques convulsivos. A segunda ocorre principalmente em vacas velhas, após 10 semanas de lactação, quando manifestam sinais de hiperexcitabilidade, orelhas

eretas, olhar fixo, cabeça elevada, movimentos rígidos, andar trôpego e contrações musculares, principalmente nos músculos da face (TOKARNIA *et al*., 2010).

5.1.5 - Sódio

O mineral Na é o que possui maior concentração dentre os íons atuantes no equilíbrio osmótico. Contribui para contração muscular, transmissão de impulsos nervosos e transporte de outros nutrientes, como a glicose (COSTA e SILVA *et al*., 2016). O ARC (1980) sugere que todo o Na proveniente da dieta seja completamente livre e, portanto, completamente absorvido, com coeficiente de absorção médio de 91%. O NRC (2000), de forma semelhante, recomenda o coeficiente de absorção entre 90-91%. Entretanto, dados do BR-CORTE (2016) apontaram que o coeficiente de retenção do Na é de 37,1%. Tal diferença deu-se pelo fato de que os conselhos internacionais não contabilizaram as perdas de Na via urina (COSTA e SILVA, *et al*., 2016).

5.1.6 - Enxofre

O S é um mineral amplamente encontrado nos alimentos como constituintes das proteínas. Participa da composição de diversas substâncias, tais como aminoácidos (metionina, cistina e cisteína), hormônios (insulina e ocitocina) e moléculas ricas em cisteína (metaloteínas), que são importantes na proteção dos animais contra o excesso de Cu, Cd e Zn (SUTTLE, 2010).

A deficiência de S no solo reflete no seu conteúdo na planta, que está diretamente relacionado ao conteúdo nos alimentos. Além disso, faz parte da estrutura da proteína microbiana, principalmente como constituinte dos aminoácidos.

Dietas deficientes em S podem induzir à redução da síntese de proteína microbiana e favorecer o acúmulo de ácido lático no rúmen (BERCHIELLI *et al*., 2006). Os mesmos autores sugerem

que a relação N:S de 14:1 seja adequada para a atividade dos microrganismos do rúmen.

Costa e Silva *et al*. (2016) afirmaram, com base no banco de dados nacionais, que as exigências líquidas de S para mantença e o coeficiente de retenção para bovinos Nelore foram estimados como 10,4 mg/kg PC e 77,3%, respectivamente.

5.2 - Microminerais

5.2.1 - Cobre

O cobre desempenha importantes funções no organismo animal. As principais estão relacionadas ao metabolismo de lipídeos e à ativação de uma série de enzimas, como a citocromo oxidase, ceruloplasmina e superóxido desmutase. O principal órgão de reserva de Cu é o fígado, onde a concentração do mineral é influenciada pela ingestão de Cu pela dieta (COSTA e SILVA *et al*., 2016). O Cu ainda participa da incorporação do Fe à hemoglobina, formação e coloração do pelo, síntese de mielina, ossificação do esqueleto e manutenção da integridade do miocárdio (BARROS *et al*., 2006).

Nas forragens, o conteúdo de Cu muito variável em função da espécie forrageira e do nível do mineral no solo. Em geral, as leguminosas apresentam maiores teores de Cu do que as gramíneas (BERCHIELLI *et al*., 2006). Costa e Silva *et al*. (2015) avaliaram animais nas condições nacionais e observaram consumo médio de Cu igual a 83,5 mg/dia, com a retenção de 25,4 mg/dia, o que representa que apenas 30,4% do que foi consumido é realmente retido no corpo dos animais.

A deficiência de Cu ou (hipocuprose) em bovinos é reconhecida em praticamente todos os estados brasileiros, mas ocorre principalmente em solos arenosos (BARROS *et al*., 2006). O quadro deficitário pode ocorrer sob duas formas: a deficiência pri-

mária, quando a ingestão na dieta é insuficiente ou inadequada, ou secundária, quando a ingestão dietética está adequada, mas a utilização de Cu está comprometida pela presença de antagonistas na dieta (BLOOD; RADOSTITIS, 1991).

Na deficiência secundária, diversos fatores podem afetar a absorção de Cu. As altas concentrações de molibdênio (Mo) e S na dieta podem interagir com o Cu formando tiomolibdatos, complexos insolúveis que tornam o Cu indisponível para absorção (SUTTLE, 1991). O principal antagonista é o Mo, mas sulfatos inorgânicos, ferro, zinco, cádmio, cálcio, chumbo, mercúrio, prata, ácido ascórbico e ácido fítico também são citados como antagônicos ao Cu (BARROS *et al*., 2006).

As manifestações clínicas da deficiência incluem definhamento, pelos ásperos ou com descoloração em algumas áreas, diarreia, claudicação, bem como desmielinização do sistema nervoso central em recém-nascidos (BLOOD; RADOSTITIS, 1991; BARROS *et al*., 2006). Alguns animais apresentam respiração ruidosa sem lesões evidentes, caracterizando a manifestação denominada "RONCA" (BARROS *et al*., 2006).

5.2.2 - Cobalto

O cobalto tem fundamental importância para a síntese da vitamina B12 no rúmen. Tal vitamina desempenha papel importante no metabolismo do propionato no organismo animal, sendo requerida para o mecanismo da gliconeogênese (BERCHIELLI *et al*., 2006). De tal forma, sua deficiência gera a incapacidade de metabolizar o ácido propiônico que é acompanhada de perda severa do apetite e morte por inanição (BLOOD; RADOSTITIS, 1991).

Segundo COSTA e SILVA *et al*. (2016), o coeficiente de retenção verdadeira do Co estimado é de 86,8%, de forma que apenas 13,2% perdem-se nas fezes e urina. Não há achados clínicos es-

pecíficos característicos da deficiência de cobalto. O principal achado é a perda do apetite, acompanhada por perda gradativa de peso corpóreo, emagrecimento acentuado e fraqueza. Esses sinais são observados sempre na presença de alimentos verdes abundantes (BLOOD; RADOSTITIS,1991).

5.2.3 - Ferro

O Fe constitui importante componente de diversas proteínas que participam da utilização e transporte de oxigênio, tais como hemoglobina, que contêm 50% de todo o Fe presente no corpo do animal, mioglobina, citocromos e proteínas ferrossulfurosas envolvidas na cadeia transportadora de elétrons (NRC, 2000).

Nas plantas forrageiras, o conteúdo de Fe varia de 70 a 500 mg kg^{-1} (NRC, 2001). No Brasil, os teores de Fe nos solos são elevados, o que proporciona concentração suficiente do mineral nas plantas para atender os requerimentos dos animais (BERCHIELLI *et al*., 2006).

A deficiência de Fe é primária e manifesta-se com quadro de anemia. Em geral, ocorre em recém-nascidos, cujo principal alimento é o leite (BLOOD; RADOSTITIS, 1991).

5.2.4 - Manganês

O Mn é necessário para manter o funcionamento perfeito dos processos reprodutivos tanto dos machos como das fêmeas. Ele também é necessário para a manutenção da estrutura óssea normal e para o funcionamento adequado do sistema nervoso central. O fígado é o órgão de eleição para a estocagem do manganês. A deficiência de Mn é pouco provável em bovinos sob condições de pastagens, pois estas apresentam quantidades adequadas que suprem as exigências dos animais (MORAES, 2001).

IR PARA SUMÁRIO ▲

O Mn também atua na formação da cartilagem, o que o torna essencial ao crescimento epifisário, afetando diretamente o crescimento longitudinal do osso (SILVA *et al*., 2017).

A quantidade de Mn no corpo é largamente distribuída pelos tecidos e fluidos e pode variar quanto à espécie, idade, órgãos, e em relação à presença de outros microminerais na dieta (COSTA e SILVA *et al*., 2016).

A deficiência dietética de manganês é considerada como causa de infertilidade e deformidades esqueléticas, tanto congênitas como após o nascimento. Em geral, os bezerros apresentam-se com crescimento precário, pelos secos e perda da cor da pelagem. As deformidades incluem flexão dos boletos, articulações aumentadas e possivelmente torção dos membros (BLOOD; RADOSTITIS, 1991).

5.2.5 - Cromo

A principal função metabólica desse mineral é potencializar a ação da insulina por meio de sua presença em um composto (GTF – Glicose tolerance factor) que favorece a tolerância do organismo à glicose (BERCHIELLI *et al*., 2006).

Atualmente, não há nenhuma recomendação a respeito das exigências líquidas de Cr para mantença e o coeficiente de retenção não foi sugerido. No entanto, Costa e Silva *et al*. (2015) estimaram as exigências líquidas de Cr para mantença e o coeficiente de retenção como sendo 22,9 µg/kg PC e 78,4%, respectivamente.

5.2.6 - Selênio

O Se faz parte da enzima glutationa peroxidase que protege as membranas celulares e lipídicas, contendo organelas, dos distúrbios peroxidativos durante a respiração (BERCHIELLI *et al*., 2006), juntamente com a vitamina E (BLOOD; RADOSTITIS, 1991).

A concentração de Se no corpo do animal é dependente da quantidade e da forma química do Se na dieta, bem como do tecido em que a concentração está sendo avaliada (COSTA e SILVA *et al*., 2016). As exigências líquidas e o coeficiente de retenção de Se, de acordo com Costa e Silva *et al*. (2015), foram de 3,72 µg/kg PC e 48,7%, respectivamente.

Em geral, as enfermidades relacionadas às deficiências de selênio envolvem quadros de distrofia muscular de origem nutricional, emagrecimento progressivo, falhas reprodutivas e redução da imunidade a doenças infeciosas (BLOOD; RADOSTITIS, 1991). Outros sinais clínicos da deficiência de Se estão relacionados à falta de vitalidade, crescimento retardado (na forma subclínica) e morte súbita devido à necrose do miocárdio. O sintoma característico da deficiência grave de selênio em bezerros e cordeiros é a doença do músculo branco, caracterizada pela ocorrência de mionecrose nos músculos das extremidades (MORAES, 2001).

5.2.7 - Zinco

O Zn tem papel fundamental no metabolismo dos ácidos nucléicos e das proteínas e, consequentemente, nos processos fundamentais de multiplicação celular. Parte do Zn da dieta é absorvida no abomaso e o restante no duodeno, sendo em seguida mobilizado ao fígado por uma proteína carreadora específica, denominada metalotioneína (MORAES, 2001).

Nos animais, o Zn é o elemento que exerce importante função no sistema imunológico e tem sido relacionado com praticamente todos os aspectos da imunidade (BERCHIELLI *et al*., 2006). Outras funções do zinco no organismo estão relacionadas à ação enzimática, seja por compor a forma ativa ou por atuar na ativação da enzima em questão (COSTA e SILVA *et al*., 2016).

Em trabalhos nacionais com zebuínos, a absorção aparente média do Zn foi de 38,3%. Porém, quando se adicionou microminerais à dieta, a absorção aumentou para 50%. No mesmo trabalho, verificou-se ainda que houve diferenças quanto ao local de absorção do Zn. Nas dietas contendo suplementação de microminerais, o principal local de absorção de Zn foi o rúmen (em torno de 43,7% do total ingerido), enquanto em dietas sem a suplementação de microminerais, o principal local de absorção foi o intestino grosso, com aproximadamente 27% do Zn ingerido (SATHLER, 2015).

Na enfermidade de ocorrência natural em bovinos, os casos mais graves apresentam paraqueratose da pele, principalmente dos membros posteriores e úbere, alopecia e crescimento anormal dos cascos (BLOOD; RADOSTITIS, 1991).

6. EXIGÊNCIAS MINERAIS

As exigências minerais para mantença referem-se aos minerais necessários para manter intactos os tecidos do animal que não está em crescimento, sob trabalho, reprodução ou geração de qualquer produto (UNDERWOOD, 1981). A manutenção do organismo envolve o metabolismo interno para circulação, respiração e outros processos vitais, juntamente com perdas externas e movimentos normais do animal (COSTA e SILVA *et al*., 2016). As exigências de manutenção são relativas às necessidades do mineral para atender inevitáveis perdas do corpo, também conhecidas como perdas endógenas. Todavia, trabalhos desenvolvidos no Brasil que avaliaram as perdas endógenas e os coeficientes de absorção de minerais em bovinos são escassos. Os poucos estudos realizados apresentam valores variáveis, não tendo sido possível estabelecer, em edições anteriores do BR-CORTE, recomendações precisas para bovinos criados em con-

dições brasileiras. Na edição de 2010 do BR-CORTE, por exemplo, a maior parte das exigências de minerais para mantença e os seus coeficientes de absorção, tanto para macrominerais como para microminerais, foram sugeridos a partir das recomendações do ARC (1980) e NRC (2000).

Os principais conselhos mundiais de exigências nutricionais (ARC, 1980; NRC, 2000; NRC, 2001; CSIRO, 2007) consideram que há perdas de minerais via urina e tais perdas são negligenciáveis devido ao processo de reciclagem mineral que ocorre nos rins. Todavia, Costa e Silva *et al*. (2015a) verificaram que as perdas de minerais via urina podem chegar a 35% da quantidade do mineral consumido e, assim, devem ser sempre consideradas. Nesse aspecto, ao invés do coeficiente de absorção, o coeficiente de retenção verdadeiro deveria ser considerado para todos os minerais, pois nem sempre o que está sendo absorvido será aproveitado pelo animal (COSTA e SILVA *et al*., 2016).

Para estimar as exigências líquidas para mantença e o coeficiente de retenção de cada mineral, um banco de dados foi construído e apresentado por Costa e Silva *et al*. (2016), a partir de 10 experimentos conduzidos em condições tropicais. As exigências líquidas de cada mineral para mantença e o seu coeficiente de retenção foram estimados como sendo o intercepto e a inclinação, respectivamente, da regressão entre o mineral retido no corpo e o mineral consumido calculado a partir do seguinte modelo:

MR = MC – MEf – MEu, em que:MR = mineral retido

MC = mineral consumido

MEf = mineral excretado via fezes

MEu = mineral excretado via urina

Esse banco de dados, descrito pelos autores, foi constituído por 325 animais, sendo 181 machos não castrados, 73 machos castrados e 71 fêmeas. Os animais utilizados são oriundos dos

seguintes grupos genéticos: Nelore (n = 243), Zebu × Holandês (n = 46), Angus × Nelore (n = 18) e Simental × Nelore (n = 18). Na elaboração da meta-análise, utilizou-se a classe sexual (efeito fixo), grupo genético (efeito fixo) e experimento (efeito aleatório) como efeitos classificatórios a fim de avaliar diferenças para cada mineral avaliado.

Os dados referentes aos minerais avaliados nos alimentos fornecidos aos animais, nas fezes e na urina encontram-se descritos nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 - Estatística descritiva dos dados utilizados para estimar as exigências líquidas de macrominerais (Ca, P, Mg, Na, K e S) para mantença e o coeficiente de retenção de bovinos de corte

Item	*n*	Média	DP	Máximo	Mínimo
Peso corporal (kg)	325	302	82,3	557	125
Cálcio (g/dia)					
Consumo	325	27,1	18,9	138	2,93
Fezes	324	11,4	6,27	62,0	1,37
Urina	322	1,14	1,13	7,63	0,04
Fósforo (g/dia)					
Consumo	325	22,5	20,6	88,0	3,34
Fezes	325	9,08	5,94	40,5	1,46
Urina	322	0,99	1,16	8,28	0,01
Magnésio (g/dia)					
Consumo	325	16,6	9,42	51,2	2,49
Fezes	307	8,22	5,58	41,5	0,89
Urina	304	3,98	3,43	24,4	0,03
Sódio (g/dia)					
Consumo	325	19,4	13,4	49,7	0,61
Fezes	306	7,27	4,81	22,5	0,19
Urina	297	7,49	5,49	26,3	0,02
Potássio (g/dia)					
Consumo	325	47,2	26,3	140	5,14
Fezes	307	16,3	9,63	56,4	1,82
Urina	297	16,1	13,2	66,8	0,02
Enxofre (g/dia)					
Consumo	149	5,75	2,08	9,29	1,20
Fezes	149	2,43	1,10	4,94	0,44
Urina	143	1,65	1,24	3,96	0,04

Fonte: Adaptado de Costa e Silva *et al.* (2016).

Tabela 3 - Estatística descritiva dos dados utilizados para estimar as exigências líquidas de microminerais (Cu, Fe, Mn, Se, Zn, Co, Cr e Mo) para mantença e o coeficiente de retenção de bovinos de corte

Item	*n*	Média	DP	Máximo	Mínimo
Peso corporal (kg)	149	307	92,7	557	125
Cobre (mg/dia)					
Consumo	149	87,80	58,80	213,00	1,87
Fezes	149	50,60	21,90	104,00	8,02
Urina	95	8,58	6,42	37,30	1,08
Ferro (mg/dia)					
Consumo	149	2103,00	1173,00	4780,00	33,00
Fezes	149	1608,00	872,00	3982,00	316,00
Urina	92	98,80	73,40	410,00	5,40
Manganês (mg/dia)					
Consumo	149	212,00	133,00	493,00	1,87
Fezes	136	193,00	106,00	425,00	4,71
Urina	88	2,01	1,66	6,80	0,06
Selênio (mg/dia)					
Consumo	50	2,05	0,88	3,93	0,69
Fezes	50	1,43	0,64	2,69	0,31
Urina	50	0,70	0,57	1,22	0,01
Zinco (mg/dia)					
Consumo	149	293,00	169,00	611,00	28,00
Fezes	149	195,00	110,00	469,00	15,90
Urina	92	13,10	7,00	37,90	0,86
Cobalto (mg/dia)					
Consumo	149	7,12	4,64	21,30	0,92
Fezes	148	3,68	3,12	12,60	0,04
Urina	80	1,33	1,85	7,67	0,02
Cromo (mg/dia)					
Consumo	102	16,10	8,00	38,20	0,35
Fezes	102	11,30	5,60	28,10	3,30
Urina	46	3,84	1,94	9,26	0,61
Molibidênio (mg/dia)					
Consumo	47	3,92	1,10	6,19	0,89
Fezes	47	2,69	0,80	5,04	0,72
Urina	45	0,41	0,22	1,15	0,11

Item na Média, DP, Máxima Mínima. Adaptado de Costa e Silva *et al.*, (2016)

As avaliações também envolveram as estimativas das exigências líquidas de mantença e coeficientes de retenção para microminerais. Os valores encontram-se descritos na Tabela 3.

Para as estimativas das exigências líquidas dos macrominerais para ganho, utiliza se o modelo alométrico (ARC, 1980). Nesse modelo (Tabelas 4 e 5), o conteúdo corporal do elemento é estimado a partir do peso de corpo vazio (PCVZ):

Mi = β0× PCVZ β1, em que:

Mi é o conteúdo corporal do mineral

i (Ca e P (kg); Mg, Na e K (g))

PCVZ é o peso de corpo vazio (kg),

Ao derivar a equação anterior e considerar o ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ), as exigências líquidas de minerais podem ser estimadas conforme apresentado por Costa e Silva *et al*. (2016) na equação a seguir:

ELGi = GPCVZ × (β0 × β1× PCVZ β1-1), em que:

ELGi são as exigências líquidas do mineral i,

GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia)

PCVZ = peso de corpo vazio (kg/dia).

Para as estimativas das exigências de minerais para ganho de peso, os pesquisadores utilizaram-se de maior número de animais para o compilado de dados. A construção desse banco de dados foi composta por 823 animais, sendo 411 machos não castrados, 255 machos castrados e 157 fêmeas. Os animais utilizados eram constituídos dos seguintes grupos genéticos: zebuínos (n = 473) e cruzados (n = 350).

Para a avaliação, a meta-análise foi o procedimento adotado, sendo que classe sexual (machos não castrados, machos castrados e fêmeas), grupo genético (zebuínos, cruzados de corte

e cruzados de leite) e experimentos foram considerados como efeitos aleatórios.

Tabela 4 - Estatística descritiva dos dados utilizados para estimar as exigências líquidas de macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K) para ganho de peso de bovinos de corte

Grupo genético/sistema	Classe sexual	*N*	Item	PCVZ	GPCVZ	Ca (kg)	P (kg)	Mg (g)	Na (g)	K (g)
Zebuínos (confinamento)	Machos não castrados	142	Média	342	1,04	4,64	2,95	140	492	538
			DP	83,7	0,45	1,12	0,74	50,9	134	238
			Máximo	549	1,87	7,15	4,45	311	760	990
			Mínimo	172	-0,01	2,09	1,06	49,8	203	170
	Machos castrados	148	Média	311	0,84	5,66	2,59	103	410	605
			DP	88,6	0,49	1,13	0,76	30,7	141	219
			Máximo	460	2,30	7,97	4,20	168	640	1060
			Mínimo	104	-0,21	2,66	0,60	29,7	106	154
	Fêmeas	84	Média	226	0,55	4,41	1,56	81,6	323	311
			DP	64,1	0,37	1,00	0,57	28,5	153	71,0
			Máximo	368	1,25	7,15	2,76	150	708	495
			Mínimo	108	-0,13	2,78	0,64	34,0	110	177
Cruzados (confinamento)	Machos não castrados	149	Média	394	1,39	4,20	3,00	220	511	668
			DP	94,6	0,65	1,40	1,02	106	135	261
			Máximo	600	2,74	6,95	4,43	390	764	990
			Mínimo	167	0,17	1,53	0,78	45,7	284	156
	Machos castrados	107	Média	332	0,94	5,21	2,80	105	432	629
			DP	92,2	0,54	1,12	0,60	32,8	168	272
			Máximo	506	1,64	7,83	4,34	169	705	1046
			Mínimo	161	-0,09	3,13	1,60	48,0	125	131
	Fêmeas	73	Média	292	0,79	4,52	2,10	106	503	323
			DP	73,2	0,50	0,96	0,39	23,1	150	74,6
			Máximo	443	1,73	6,91	2,77	164	776	466
			Mínimo	175	-0,18	2,82	1,29	62,3	237	195
Zebuínos (pasto)	Machos não castrados	141	Média	308	0,33	5,34	2,20	139	591	751
			DP	106	0,27	1,28	0,84	58,0	236	455
			Máximo	604	0,90	8,30	3,72	265	1109	1662
			Mínimo	80,2	-0,41	2,70	0,39	70,0	180	170

Fonte: Adaptado de Costa e Silva *et al*. (2016).

IR PARA SUMÁRIO ▲

Tabela 5 - Estatística descritiva dos dados utilizados para estimar as exigências líquidas de S e microminerais (Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Se e Zn) para ganho de peso de bovinos de corte

Item	n	Média	DP	Máximo	Mínimo
PCVZ (kg)	133	288	110	549	104
GPCVZ (kg/dia)	133	0,74	0,55	1,87	-0,02
Co (mg)	87	1480	1683	5193	12
Cr (mg)	87	1113	938	3736	154
Cu (mg)	87	1519	1161	4678	153
Fe (g)	87	31,2	22,2	78,5	7,02
Mn (mg)	87	913	874	2801	112
Mo (mg)	46	9,05	3,96	19,3	2,81
Se (mg)	50	136	92	328	21
S (g)	87	610	506	2197	86
Zn (g)	87	20,4	20,2	65,0	2,17

Fonte: Adaptado de Costa e Silva *et al*. (2016).

Os dados nacionais das exigências de alguns elementos minerais para bovinos ainda são escassos e apresentaram alta variabilidade, principalmente quanto aos microminerais.

Com o banco de dados gerados na edição atual do BR-CORTE (2016), verificou-se que a excreção de alguns minerais na urina é relativamente baixa em função do mineral consumido. Entre os principais exemplos pode-se citar os minerais:

Ca (4,29%), P (4,33%), Cu (3,82%), Fe (3,59%), Mn (1,72%), Se (6,47%) e Zn (4,03%) (Tabelas 2 e 3).

Porém, a excreção na urina de outros minerais foi considerada alta, como no caso do Na (39,3%), S (34,8%), Mg (24,9%), K (30,3%), Co (14,6%) e Cr (14,6%), o que impossibilita o uso do coeficiente de absorção como fator de conversão das exigências líquidas em dietéticas para todos os minerais. Assim, como forma de padronização, todos os coeficientes relatados na edição atual do BR-CORTE (2016) são os de retenção verdadeira, já que representam diretamente a relação entre o mineral retido e o mineral consumido (COSTA *et al*., 2016).

7. PRINCIPAIS EQUÍVOCOS NO PROCESSO DE SUPLEMENTAÇÃO MINERAL EM BOVINOS

Conforme já destacado em discussões anteriores, verifica-se que as estratégias de suplementação são complexas e exigem critérios para serem executadas. Embora nos últimos anos tenha havido esforços múltiplos por parte de produtores, técnicos e pesquisadores no sentido de orientação, ainda se verificam muitos equívocos no processo de suplementação. Os principais foram destacados em trabalhos de pesquisa e revisão por Peixoto *et al*. (2005) e Malafaia *et al*. (2014). São eles:

7.1 - Os elementos essenciais devem ser obrigatoriamente suplementados via misturas minerais.

Essa afirmação não tem respaldo científico. O fato de um determinado elemento ser essencial não o credencia à obrigatoriedade de ser suplementado via misturas minerais. Tal prática pode gerar desperdícios e pode implicar em menor absorção de outros elementos pelo fenômeno do antagonismo. Para os bovinos, elementos essenciais como o Ca, K, Mg, Ni (MALAFAIA *et al*., 2014), Fe, Cr e S (PEIXOTO *et al*., 2005) raramente estarão deficientes em condições naturais, quando mantidos em pastagens (Tabelas 4 e 5). Nesses casos, a suplementação traria apenas aumento do custo de produção sem nenhuma vantagem adicional ao desempenho dos animais.

7.2 - A suplementação é obrigatória em todas as regiões do Brasil

Apesar de haver extensas áreas com solos com baixo potencial produtivo e em algum estágio de degradação, a suplementação mineral não é obrigatória para 100% do território nacional. Com exceção do sódio, que apresenta deficiência em quase

todos os solos distantes do litoral, pode haver locais que não tenham necessidade de suplementação mineral alguma. Nesses casos, a suplementação só aumentaria os custos com a alimentação, mas sem lograr qualquer benefício aos animais (PEIXOTO *et al*., 2005).

7.3 - A suplementação mineral deve ser sempre praticada, mesmo para animais que recebem dietas energético-proteicas muito pobres

Ao considerar animais recebendo dietas desbalanceadas ou pobres em energia e/ou proteína, é comum que se imagine que os animais também devam ser suplementados com minerais. Todavia, vale salientar que uma das principais funções dos minerais é de atuar como cofatores exigidos para o perfeito funcionamento de diversas enzimas. Tais funções e reações metabólicas só ocorrem quando existe adequado aporte de substratos (carboidratos, lipídeos e protídeos) (PEIXOTO *et al*., 2005). Verifica-se, portanto, que animais que recebem dietas deficientes em proteína e/ou energia não se beneficiam da suplementação mineral. O exemplo dessa situação ocorre durante o período de estiagem, no qual as pastagens diminuem o teor de proteína, a relação folha: caule e aumentam a lignificação. Nesse caso, o animal só obterá algum benefício oriundo da suplementação se a dieta completa dos animais for balanceada.

7.4 - Quanto maior o número de elementos incluídos e o teor do elemento na composição de uma mistura mineral, melhor ela seria

Trata-se de um mito que pode acarretar em prejuízos à saúde e ao desempenho dos animais, já que elementos não carentes na dieta e presentes na suplementação podem antagonizar elemen-

tos imprescindíveis ao metabolismo. Mesmo vale para o teor de um determinado elemento dentro do suplemento.

A suplementação deve ser feita com base na estimativa do que o animal requer menos aquilo que recebe da dieta base (PEIXOTO *et al*., 2005).

7.5 - Quanto maior o consumo diário do suplemento mineral, melhor seria a qualidade dessa mistura

A maior ou menor ingestão de uma mistura mineral reflete, antes de tudo, seu teor de cloreto de sódio (sal). Desde que adaptados, os bovinos adultos não ingerem mais do que 35 a 50 g de sal diariamente. Porém, quando esses teores sãoreduzidos, pode ocorrer elevação do consumo dos suplementos (PEIXOTO *et al*., 2005).

A utilização de suplementos com baixos níveis de NaCl pode até mesmo, em alguns casos, induzir a deficiência de sódio (MALAFAIA *et al*., 2014).

7.6 - As formulações de misturas minerais não deveriam ser feitas pelos técnicos nas fazendas

Nesse caso, a recomendação da maioria dos pesquisadores é de que, desde que haja a presença de técnicos da área com bons conhecimentos em nutrição animal, não há nada que possa impedi-lo de produzir uma mistura mineral de qualidade. Deve-se atentar para que haja a obtenção de matérias primas de boa qualidade, proporcionando boa qualidade de mistura e homogeneização.

IR PARA SUMÁRIO

7.7 - A suplementação com cálcio é absolutamente necessária para bovinos, especialmente naqueles de alta produção leiteira.

O cálcio possui participação essencial na constituição do organismo e também nas múltiplas funções como: calcemia, contração e relaxamento muscular, coagulação sanguínea, equilíbrio eletrolítico e ácido-básico, além de participar da resposta imune (PIRES *et al*., 2010; TOKARNIA *et al*., 2010; MALAFAIA *et al*., 2014). Em consequências disso, é um dos minerais mais suplementados nas dietas dos bovinos.

Os bovinos e búfalos necessitam de mais cálcio do que fósforo na dieta, já que a participação do primeiro é bem maior do que a do segundo no organismo. Entretanto, raramente haverá deficiência de Ca em bovinos mantidos em condições de pastagens, uma vez que os alimentos volumosos que constituem a base da alimentação desses animais fornecem quantidades suficientes desse elemento, por mais carentes que sejam em cálcio (TOKARNIA *et al*., 2010).

Nos animais de elevada produção leiteira, que ingerem volumosos de melhor valor nutricional (silagens, fenos e pré-secados) e consideráveis quantidades de concentrados, o cálcio contido nessas dietas pode não atender matematicamente às exigências dessas vacas. Entretanto, as pequenas diferenças entre o exigido e o ingerido não causam impactos negativos na saúde ou na produtividade dos animais(MALAFAIA *et al*., 2014). Segundo os pesquisadores, a explicação seria de que o animal é perfeitamente competente em retirar esse déficit de cálcio dos ossos e que, com o avançar da lactação, haverá declínio no fornecimento de concentrados e aumento gradativo da ingestão de pasto (mais rico em Ca), até que o balanço entre exigência e ingestão se torne positivo novamente.

8. POTENCIAL DA TECNOLOGIA E PERSPECTIVAS DE DESENVOLVIMENTO

A suplementação, quando realizada dentro de critérios técnicos e acompanhada como prática rotineira dentro do manejo nutricional, é uma das principais estratégias para o melhor desempenho produtivo dos rebanhos.

Atualmente, verifica-se que houve incrementos de produtividade em considerável parte dos rebanhos bovinos, o que só ocorreu devido ao importante processo de intensificação da produção animal. Com o aumento das taxas de lotação e, consequentemente, das exigências nutricionais do complexo solo-planta-animal, espera-se que a suplementação fique cada vez mais eficiente e precisa. Deve-se observar que houve, simultaneamente a esse período, aumento expressivo dos custos de produção da pecuária, nos quais os investimentos em nutrição animal respondem por generosa parcela. Sendo assim, os conceitos generalistas de que todo rebanho é deficiente e as recomendações para uso de uma única mistura mineral para todos os animais devem ser reavaliados para viabilizar os sistemas e torná-los cada vez mais produtivos. A suplementação é necessária, mas desperdícios sempre são injustificáveis.

9. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A atividade econômica da pecuária é uma das mais importantes para o Brasil. Sendo assim, merece maiores investimentos em pesquisa e extensão para garantir melhor produtividade onde ela é praticada.

O Brasil apresenta excelentes condições para o desenvolvimento de uma pecuária produtiva e sustentável, mas apesar de possuir o maior rebanho comercial do mundo, o País ainda

enfrenta dificuldades básicas no setor produtivo, entre elas, as dificuldades na transmissão e apropriação do conhecimento técnico. Todavia, com a valorização das terras, há tendência de que haja maior comprometimento e busca pela tecnologia por parte dos produtores.

No âmbito da nutrição animal, as deficiências minerais ainda constituem um gargalo ao setor da bovinocultura nacional. Ao ser praticada em solos, na sua maioria, pobres, poucos investimentos são realizados na aplicação da técnica correta da suplementação.

Atualmente, existem várias empresas idôneas que produzem suplementos de excelente qualidade. A ausência de tais produtos no mercado já não pode ser mencionada como desculpa para a não suplementação eficiente. A suplementação eficiente é aquela feita sob os critérios técnicos, estabelecidos por profissionais com noções mínimas de nutrição animal.

Referências bibliográficas

ABIEC – Associação Brasileira das Indústrias exportadoras de carne – **Sumário ABIEC** 2019, p.20; Disponível em: http://www.abiec.com.br/controle/uploads/arquivos/sumario2019portugues.pdf. Acesso em: 15/04/2019

ARC – Agricultural Research Council. **Commonwealth Agricultural Bureaux**, Farnham Royal, UK, 3rd ed., p. 351, 1980.

BARROS, C. S. L.; DRIEMEIER, D.; DUTRA, I. S.; LEMOS, R. A. A. **Doenças do Sistema Nervoso de bovinos no Brasil,** Coleção Vallé, 1ª ed., Montes Claros, 2006. 206 p.

BLOOD, D. C.; RADOSTITIS, O. M. **Clínica Veterinária**, Guanabara Koogan, 7ª ed., Rio de Janeiro, 1991. 1263p.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**, Jaboticabal, Funep. 2006. 583p.

IR PARA SUMÁRIO

CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. C.; TEDESCHI, L. O.; PAULINO, P. V. R.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; AMARAL, P.; D. B.; RODRIGUES, T. I.; FONSECA, M. A. **Net requirements of calcium, magnesium, sodium, phosphorus, and potassium for growth of Nellore × Red Angus bulls, steers, and heifers**. Livestock Science (Print), v. 124, p. 242-247, 2009.

COSTA e SILVA, L. F.; VALADARES FILHO, S. C.; ROTTA, P. P.; MARCONDES, M. I.; ZANETTI, D.; GIONBELLI, M. P.; ENGLE, T. E.; PAULINO, M. F. Exigências de minerais para bovinos de corte. *In*: VALADARES FILHO, S. C.; COSTA e SILVA, L. F.; GIONBELLI, M. P.; ROTTA, P. P.; MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L.; PRADOS, L. F. **Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados – BR CORTE**, Viçosa, 3ª ed., p. 221-249, 2016.

COSTA E SILVA, L. F.; VALADARES FILHO, S. C.; ENGLE, T. E.; ROTTA, P. P.; MARCONDES, M. I.; SILVA, F. A. S.; MARTINS, E. C.; TOKUNAGA, A. T. Macromineral and trace element requirements for beef cattle. **PLoS ONE**, v.10, n.12, s.p. 2015.

COSTA, J. B. D.; WOLF, G.; SOUSA, J. C.; COSTA, F. P. Suplementação mineral em novilhos nelorados em solo arenoso de mata e pastagens de capim-colonião. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, n. 27 (10), p. 1459-1466, 1992.

COSTA, K. A. P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I. P.; CUSTÓDIO, D. P.; SILVA, D. C. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da Brachiaria brizantha cv. Marandu, **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 6, n. 3, p. 187-193, 2005.

CSIRO – Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. **Nutrient requirements of domesticated ruminants.** CSIRO Publications: Collingwood, AU, p. 270, 2007.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens:** processos, causas e estratégias de recuperação. 4. ed. rev., atual. e ampl. Belém, PA, 2011. Disponível em http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/. Acesso em: 22 out. 2018.

DÖBEREINER, J.; CHAVES. J. A.; ROSA, I. V.; HOUSER, R. H. Efeitos da transferência de bovinos com "cara inchada" (doença peridentária) para pastos da região indene. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, Sér. Vet., n. 10, p. 99-103, 1975.

DÖBEREINER, J.; DUTRA, I. S.; ROSA, I. V. A etiologia da "cara inchada" uma periodontite epizoótica dos bovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, n. 24 (1), p. 50-56, 2004.

DÖBEREINER, J.; DUTRA, I. S.; ROSA, I. V. BLOBEL, H. "Cara inchada" of cattle, an infectious, apparently soil antibiotic-dependant periodontitis in Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, n. 20 (2), p. 47-64, 2000.

DÖBEREINER, J.; INADA, T.; TOKARNIA. C. H. "Cara inchada" doença peridentária em bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, Sér. Vet. n. 9, p. 63-85, 1974.

DÖBEREINER, J.; TOKARNIA, C. H.; COSTA, J. B. D.; CAMPOS, J. L. E.; DAYRELL, M.S. "Espichamento". Intoxicação de bovinos por Solanum malacoxylon, no Pantanal de Mato Grosso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, Sér. Vet., n. 6, p. 91-117, 1971.

DÖBEREINER, J.; TOKARNIA, C. H.; SILVA, M. F. Intoxicação por Arrabidaea bilabiata (Bignoniaceae) em bovinos na região Amazônica do Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, n.3 (1), p. 17-24, 1978.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – **Integração Lavoura-Pecuária Floresta.** 2019. Disponível em: https://www.embrapa.br/web/rede-ilpf/ilpf-em-numeros. Acesso em: 20 maio 2019.

FRANÇA, R. A. **Avanços na suplementação nutricional de bovinos de corte no Brasil**. Dissertação (Mestrado Profissional em Zootecnia), Programa de Pós-graduação do Mestrado Profissional em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, p. 41, 2015.

IR PARA SUMÁRIO ▲

GIÓVINE, N. **Estudo clínico da deficiência de fósforo nos bovinos de Minas Gerais**. Arquivos da Escola de Veterinária, Belo Horizonte, n. 1, p. 17-25, 1943.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **Censo agropecuário** 1920/2006, Até 1996, dados extraídos de: Estatística do Século XX, Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

MALAFAIA, P.; COSTA, R. M.; BRITO, M. F.; PEIXOTO, P. V.; BARBOSA, J. D.; TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J. Equívocos arraigados no meio pecuário sobre as deficiências e suplementação minerais em bovinos no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, v. 34, n. 3, p. 244-249, 2014.

MCDONALD, P. M.; EDWARDS, R. A.; GREENHALGH, J. F. D. **Animal Nutrition**. 6th edition. Longman, London and New York, 543p. 2002.

MCDOWELL, L. R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em Regiões Tropicais enfatizando o Brasil**, Gainsville, University of Florida, p.93, 1999.

MORAES, S. S. **Principais deficiências minerais em bovinos de corte**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, Documentos 112, p. 27, 2001.

NRC – National Research Council. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7th.ed. Washington, DC: National Academy Press, p.242, 2000.

NRC – National Research Council. Washington, DC, USA: National Academy Press, p. 362, 2001.

PAULINO, P. V. R.; COSTA, M. A. L.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; MAGALHÃES, K. A.; PORTO, M. O.; BARONI, C. E. S. Exigências nutricionais para zebuínos: minerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 770-780, 2004.

PIRES, A. V. **Exigências nutricionais de bovinos de corte**: Bovinocultura de corte. FEALQ, Piracicaba, vol. 1, p. 760, 2010.

PEIXOTO, P. V.; MALAFAIA, P.; BARBOSA, J. D.; TOKARNIA, C. H. Princípios da suplementação mineral de ruminantes. **Pesquisa Veterinária** Brasileira, Seropédica, v. 25, n. 3, p. 195-200, 2005

PERON, A. J.; EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. **Ciência e Agro tecnologia. Lavras**, v. 28, n. 3, p. 655-661, 2004.

SATHER, D. F. T. **Efeito da suplementação mineral sobre as digestibilidade total, ruminal e intestinal em zebuínos.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, 49 p, 2015.

SILVA, N. C. D.; MARTINS, T. L. T.; BORGES, I. Efeitos dos microminerais na alimentação de ruminantes, **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 27, n. 1, p. 75-98, 2017.

SOUZA, A. M.; MARQUES, D. F.; DÖBEREINER, J.; DUTRA, I. S. Esporos e toxinas de Clostridium botulinum dos tipos C e D, em cacimbas do Vale do Araguaia, Goiás. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, v. 26, n. 3, p. 133-138, 2006.

SOUZA, J. C. **Aspectos de suplementação mineral de bovinos de corte**. Circular Técnica n. 5, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Campo Grande, p.34, 1981.

SOUZA, J. C.; GOMES, R. F. C.; SILVA, J. M.; EUCLIDES, V. P. D. Efeitos da suplementação mineral de novilhos de corte em pastagens adubadas de capim-colonião. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, v. 20, n. 2, p. 259-269, 1983.

SANTOS, E. A.; SILVA, D S.; QUEIROZ FILHO, J. L. Perfilhamento e algumas características morfológicas do Capim elefante cv roxo, sob quatro alturas de corte e duas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 24-30, 2001.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; BALBINO, E. M.; SILVA, S. P.; MONNERAT, J. P. I. S. Valor nutritivo de perfilhos e componentes morfológicos em pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 9, p. 1919-1927, 2010.

SPEARS, J. M.; KEGLEY, E. B. Effect of zinc source (zinc oxide vs. zinc proteinate) and level on performance, carcass characteristics, and

immune response of growing and finishing steers. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 2747-2752, 2002.

SUTTLE, N. F. The interactions between copper, molybdenum and sulfur in ruminant nutrition. **Annual Review of Nutrition**, 11:121-140, 1991.

TOKARNIA, C. H.; BARBOSA, J. D.; OLIVEIRA, C. M. C.; BRITO, M. F. BARBAS, I. A. I. **Aspectos epidemiológicos e clínico-patológicos comparados da intoxicação por Arrabidaea bilabiata (*Bignociaceae*) em búfalos e bovinos. Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, n. 24(2), p. 74-79, 1978.

TOKARNIA, C. H.; CANELLA, C. F. C.; DÖBEREINER, J. Deficiência de cobre em bovinos no delta do Parnaíba, nos estados do Piauí e Maranhão. **Arquivos do Instituto Biológico**, Animal, Rio de Janeiro, 3, p. 25-37, 1960.

TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; CANELLA, C. F. C.; GUIMARÃES, J. A. Ataxia enzoótica dos cordeiros na costa do Piauí. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**,Brasília, 1, p. 375-382, 1966.

TOKARNIA, C. H.; PEIXOTO, P. V.; BARBOSA, J. D.; BRITO, M. F.; DÖBEREINER, J. **Deficiências minerais em animais de produção**. Rio de Janeiro: Helianthus, p. 200, 2010.

TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, n. 20(3), p. 127-138, 2000.

TONATO, F.; BARIONI, L. G.; PEDREIRA, B. C. Estacionalidade e magnitude de produção na orçamentação forrageira. **Beefpoint**, p. 1-3, 10 nov. 2010. Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/876334. Acesso em: 25 fev. 2020.

VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R. R. **Tabelas Brasileiras de composição dos alimentos para bovinos**. 2ª ed. Suprema Gráfica, Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, p. 329, 2006.

UNDERWOOD, E. J. **The Mineral Nutrition of Livestock**. London: Academic Press, P. 111, 1981.

WILSON, B. K.; VAZQUEZ-ANON, M.; STEP, D. L.; MOYER, K. D.; HAVILAND, C. L.; MAXWELL, C. L.; O´NEILL, C. F.; GIFFORD, C. A., KREHBIEL, C. R.; RICHARDS, C. J. Effect of copper, manganese, and zinc supplementation on the performance, clinical signs, and mineral status of calves following exposure to bovine viral diarrhea virus type 1b and subsequent Mannheimia haemolytica infection. **Journal of Animal Science**, v. 94, p. 1123-1140, 2016.

Capítulo 17

NOÇÕES BÁSICAS DE SOLO PLANTA AMBIENTE

Itamar Pereira de Oliveira[1], Wilson Leandro Mozena[2], Daniel Augusto A. Teixeira[3], Adriano Jakelaitis[4], Fábio Fabiano Santos e Siva[5], Eduardo Valcácer Brandstetter[6]

Resumo: As pastagens brasileiras até a pouco tempo foram sempre tratadas como área de mato ou de capins baixos e raramente como campo de forrageira, fonte de alimento para os animais. Até mesmo os trabalhos científicos, muito úteis para a base de estudos para as forrageiras, foram desenvolvidos com a finalidade de conhecer problemas ora específicos, isolando outros fatores complementares, ora para resolver problemas localizados de interesse gerais necessários. Nesta última década, os estudiosos têm preocupado com o espaço onde se encontra o solo, planta, animal e o ambiente. De acordo com os resultados**,** por ora observados, o sucesso da criatividade se insere o ser humano. Aos resultados básicos, considerados honrosamente como históricos, foram considerados fatores físicos, químicos e biológicos. Resultados de trabalhos de pesquisadores modernos, além de fatos isolados, tem projetado estudos envolvendo todos os ramos da ciência bem como os fatores econômicos e sociais. Nesse capítulo, sem nenhuma tendência premeditada, foram discutidas atividades,

1 Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão – Goiânia.

2 Professor da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás.

3 Discente do Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias/Agronomia.

4 Docente do Instituto Federal de Goiano Campus Rio Verde.

5 Docente do Instituto Federal de Goiano Campus Rio Verde.

6 Zootencista do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí.

IR PARA SUMÁRIO ▲

de acordo com os trabalhos de várias épocas e diferentes objetivos, tratando direta e indiretamente da produção e sua influência no ambiente. Em algumas seções foram tratados de assuntos devido os bons resultados práticos cobrindo as necessidades do consumidor e da tecnologia, e em outras foram generalizados os resultados de acordo com a criação de uma memória respeitando a história e valorizando o efeito da boa tecnologia, útil em qualquer época e em quaisquer situações.

Palavras-chave: conceitos básicos de manejo, física do solo, fotossíntese, criação de bovinos, nutrição de plantas, pastagens, produção.

1. INTRODUÇÃO

A existência de seres vivos se encontra em uma grande redoma limitada por macro-organizações envolvendo solo-planta e atmosfera. Cada uma dessas organizações é constituída de fatores com suas constituições, características e influência sobre a vida dos seres vivos habitantes do planeta terra. O homem para sobreviver deve atuar de acordo com todos os fatores ambientais para garantir a sua existência, produzindo e planejando para conseguir alimentos para o número dinâmico de pessoas que militam na face de planeta.

Cada época surge alguns novos problemas que fazem o ser humano acompanhar todas as mudanças e encontrar soluções para manter a qualidade de vida da população ativa existente mais o potencial pessoas que se acrescenta em cada nova década. A admistração deste universo exige sempre novos conhecimentos e caminhos diferenciados para garantir a subsistência dos seres vivos. Historicamente, o homem procura desde tempos medievais conhecer os métodos e os processos para sobreviver, incluindo a massa produzida pelas plantas, as variações

das características atmosféricas, as máquinas modernas para garantir sustentabilidade, o solo como suporte da vida, colocando sempre a água como o fator mais importante para complementar a sequência da existência dos seres vivos e a jornada a ser cumprida enquanto permanecer como coadjuvante de sistema de vida na terra.

Em revisão de Rodrigues *et al*. (2019), de acordo com Lima *et al*. (2004), relatam que o solo é um meio natural que fornece às raízes fatores de crescimento como suporte, água, oxigênio e nutrientes, onde as plantas se encontram condições necessárias para crescer e desenvolver. A qualidade do solo depende do material de origem, participação do elemento do clima como chuva, gelo, vento e temperatura bem como organismos vivos incluindo fungos, liquens e outros (IBGE, 2008). Ainda se incluem vegetação pastagem, floresta ou terra agrícola, idade do material do solo, declividade do terreno, ação do homem, antropogenia, devido aração, adubação, correção e queimada e outros fatores. O solo tem funções de armazenamento e infiltração de água de chuva e de irrigação, armazenamento de nutrientes para as plantas, ação filtrante e protetora da qualidade da água.

No solo, naturalmente se acumula matéria orgânica provenientes dos resíduos de animais e vegetais. A matéria orgânica do solo é constituída por restos de plantas e outros organismos, em estado de alteração incluindo decomposição transformação devido à atividade sequencial de microrganismos. A matéria orgânica fresca, adicionada por animais e vegetais, é decomposta pelos organismos do solo, liberando CO_2 (gás carbônico), H_2O (água), nutrientes e energia, e formando húmus que é o estado mais avançado de decomposição da matéria orgânica. Bactérias, actinomicetos e fungos representam a maior parte da população de microrganismos na maioria dos solos. A velocidade de

decomposição da matéria orgânica é influenciada por diversos fatores, tais como a composição química do material colaborando na relação entre carbono e nitrogênio, presença do oxigênio no solo; temperatura, umidade do solo e atividade dos microrganismos. Portanto, os materiais que tenham baixa relação carbono/nitrogênio, em condições de clima tropical, chuvas abundantes, altas temperaturas, onde o solo seja bem aerado ou seja apresenta oxigênio em níveis adequados nos espaços porosos, os materiais orgânicos tendem a se decompor de forma mais rápida. A decomposição da matéria orgânica libera nutrientes para as plantas, processo denominado de mineralização. A matéria orgânica pode indicar a quantidade de nutrientes existentes na camada superficial do solo, sendo também importante, para muitas outras propriedades do solo

A velocidade de decomposição da matéria orgânica é influenciada por diversos fatores, incluindo a composição química do material, relação entre carbono e nitrogênio; presença do oxigênio no solo; temperatura; umidade do solo; atividade dos microrganismos. Portanto, materiais que tenham baixa relação carbono/nitrogênio, em condições de clima tropical, chuvas abundantes, altas temperaturas, onde o solo seja bem arejado ou seja o oxigênio em níveis adequados nos espaços porosos, os materiais orgânicos tendem a se decompor de forma mais rápida. A decomposição da matéria orgânica libera nutrientes para as plantas, processo denominado de mineralização. A matéria orgânica pode indicar a quantidade de macro e micronutrientes existentes na camada superficial do solo, sendo também importante, para muitas outras propriedades do solo. Libera lentamente, nutrientes para as plantas, tais como fósforo (P), nitrogênio (N), e outros; aumenta a capacidade de retenção de água do

solo; melhora a estrutura do solo; serve como fonte de alimento para os microrganismos.

É possível conservar a matéria orgânica do solo, através de práticas agrícolas, tais como: adubação orgânica, adubação verde, plantio direto e eliminação da queimada, pois a matéria orgânica do solo, juntamente com a vegetação rasteira, facilita a entrada da água no solo, diminuindo o volume da enxurrada, consequentemente diminuindo as perdas de solo por erosão. Adubação orgânica, operação que aplica no solo estercos de animais na forma de fezes ou restos de vegetais como folhas de árvores, galhos, restos de plantas em geral, inclusive o mato, são usados na melhoria do solo.

Adubação verde consiste no cultivo de plantas que estruturam o solo e o enriquece com nutrientes, principalmente o nitrogênio. Plantio direto, prática comum no Brasil Central é um sistema de plantio que evita revolver o solo, ou seja, planta-se a semente diretamente na palha sem arar e gradear a terra.

Embora muito prejudicial, ainda se usa a queima com o objetivo de eliminar restos culturais e plantas daninhas, prática que facilita o processo erosivo dos solos agricultáveis.

2. O HOMEM NO SISTEMA ÁGUA-SOLO-PLANTA E AMBIENTE

O homem tem inteligência e criatividade para suprir de alimento o aumento da população mundial, principalmente dos produtos básicos incluindo milho, arroz, feijão, soja, café, carnes, entre outros. A filosofia de aumentar a área plantada deve ser melhor discutida uma vez que o preço de implementos e fertilizantes quase sempre tem o preço corrigido em moeda forte, e os alimentos de primeira necessidade são corrigidos por moeda nacional padrão. A relação preço e custo para os produtos essenciais não desenvolvem na mesma direção. Nesta conta, so-

fre mais quem dedica suas atividades na agropecuária. Vários fatores que deveriam ser considerados nos cálculos de custos econômicos ficam na relação do manejo colaborando com a degradação do solo.

Na corrida internacional para produção e exportação tem trazido efeitos deletério à saúde do homem e dos animais com a produção de diferentes gases como N_2, Oxigênio O_2, que em conjunto somam 99% da atmosfera. Outros como os gases de efeito estufa, GEE; dióxido carbônico, CO2, metano, CH_4; óxido nitroso N_2O, perfluorcarbonetos (PEC, s) e vapor de água.

2.1 - Atmosfera

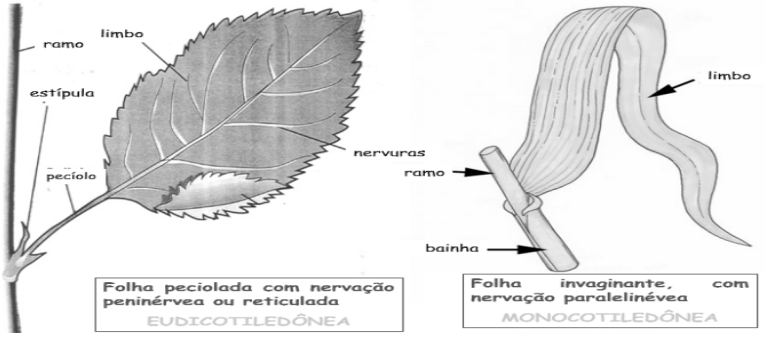
A atmosfera é uma camada que envolve o planeta, constituída de vários gases. Os principais são o Nitrogênio (N_2) e o Oxigênio (O_2) que, juntos, compõem cerca de 99% da atmosfera. Alguns outros gases encontram-se presentes em pequenas quantidades, incluindo os conhecidos como gases de efeito estufa (GEE). Dentre estes gases, estão o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4), o óxido nitroso (N_2O), perfluorcarbonetos (PFC's) e também o vapor d'água.

O homem conhece os processos de redução de vários gases, na teoria são encontradas boas ideias, mas na prática ficam esquecidas. O reflorestamento é uma boa prática, mas não se tem uma boa relação do que é necessário e do que foi ou deve ser realizado. Observando épocas, os programas agropecuários eram alertados para manter o número de árvores por hectare tanto para os animais como para as pastagens. Teoricamente a técnica era necessária para manter as pastagens por mais tempo na época da seca com forragem de melhor qualidade. Uma época depois, com justificação apenas quantitativamente as pastagens deveriam, e ainda persiste esta criatividade, ser mantidas

livres sem interferência ou competição de qualquer um outro vegetal. Atualmente, já se justifica o valor das matas, florestas, matas ciliares na cobertura vegetal localizada às margens das nascentes e cursos de água como rios, lagoas, lagos e outros, considerando que esse complexo hídrico é importante para a preservação da água de consumo.

Após verificar áreas extensas onde foram ocupadas por florestas, mal aproveitadas, e sem nenhuma vegetação. As árvores, além da função paisagística, diminuem a poluição sonora nos grandes centros urbanos, fornecem sombras, servem de moradia a pássaros e outros animais, fornecem alimentos ao homem, absorvem a poluição atmosférica e recicla o oxigênio processo de fotossíntese (Figura1) (RODRIGUES *et al*. 2019, BIOMANIA, 2019).

Figura 1 - Folha, a parte da planta responsável pela fotossíntese



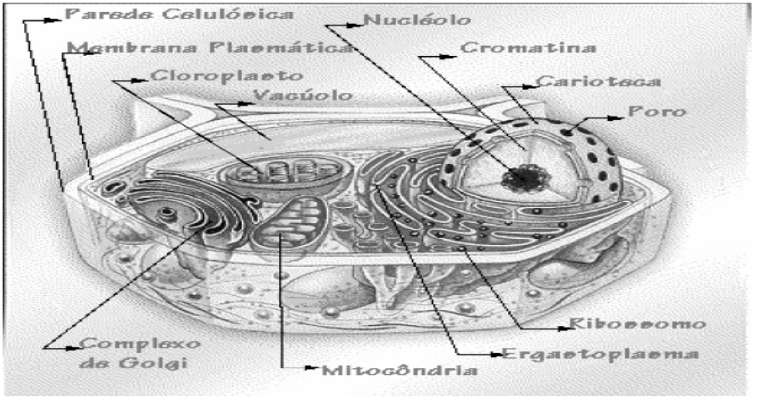
Fonte: Neumann; Levandoski, 2013.

Vários são os fatores do ambiente que afetam o crescimento vegetal e animal que resultam em produtividade agropecuária como a umidade, seleção de estirpes ou cultivares, água, luz, temperatura, a disponibilidade hídrica, nutrição, manejo, ventos nas diferentes regiões exploradas. Com isso, tem –se relacionados esses fatores para definir o grau de aptidão climática das pastagens e do gado bovino das regiões submetidos às atividade-

des tecnicamente a serem exploradas. Quase sempre, seja em deficiência ou em excesso, essas atividades envolvendo plantas e animais necessitam ser modificadas, mas para isso é imprescindível a intervenção do homem para corrigir ou minimizar os desvios proveniente da atuação dos fatores de produção na atividade agropecuária.

A importância dos estudos desses fatores é caracterizar a exteriorização da ação, boas ou más, que eles casualmente influenciam nas produções vegetais e animais, não somente por serem constituintes em concentrações, genéticas ou naturais, nos tecidos vivos, mas também por apresentarem propriedades únicas que os fazem essenciais nas funções vitais nos campos de atuação, sejam na agricultura ou na pecuária desde que se encontrem nas concentrações críticas requeridas (COELHO FILHO *et al*. 2019). Considerando o manejo do rebanho brasileiro ser realizado pelo processo extensivo utilizado pela atividade agropecuária, os fatores de crescimento constituem um conjunto de componentes essenciais para todos os seres vivos principalmente nas épocas de variação do clima; seca sem a complementação de irrigação dos pastos e estação chuvosa em excesso quando a fonte de alimento, as forrageiras, necessitam também de luz para a produção de massa forrageira para realização da fotossíntese (Figura 2) no cloroplasto (NEWMAN; LEWANDOSKI, 2013).

Figura 2 - Corte de uma célula vegetal



Fonte: Citado por Silva, 2008.

2.2 - Comportamento humano no ambiente

Oliveira; Pompermayer (2012) relatam que o acompanhamento das opiniões oficiosas que chega à mídia sobre a crítica internacional em relação à depredação do meio ambiente em terras brasileiras não tem tido uma resposta ética e cavalheiresca a respeito do comportamento do brasileiro para um mundo em que quase todos os países dizimaram a maioria das espécies nativas, tanto animais como vegetais, por prazer ou lazer ou até mesmo por interesses comerciais legais ou clandestinos. O desenvolvimento de um país ou região está associado ao desejo de seus cidadãos, seja ele autoridade ou uma pessoa do povo, devem ter de pronto entrega uma frase que denote uma confiança maior no futuro mais recheado de esperança mesmo que as condições de controle ambiental atual não sejam as desejadas, principalmente quando as notícias sobre aproveitamento dos recursos naturais não sejam animadoras. Essas saídas, bruscas e pouco planejadas, desgastam as pessoas bem intencionadas

quando se houve frases colocadas como ¨depois que quase todo o mundo dizimou suas reservas florestais¨. É difícil decifrar o significado desta sentença. Para quem houve uma evasiva exposta ao noticiário, no mínimo pode-se entender a pouca transparência ou uma falta de traquejo em vivência internacional dos muitos que ocupam cargos de liderança de uma comunidade.

Não se fabrica desenvolvimento através de números, desenvolvimento sempre foi considerado como resultado de produção e qualidade. Ao mesmo tempo qualidade ambiental não é feito como uma renda per capta quando o seu valor é calculado dividindo o produto interno bruto associado pelo número de habitantes total de pessoas. Esse valor pode ser importante para omitir o pequeno número de pessoas que tenha lucros muito altos em detrimento de uma maioria que nunca teve lucros. Esse cálculo não funciona em caráter qualitativo quando se trata de meio ambiente. Traduzindo em política ambiental, isto significa que uma árvore não deve ser cortada em qualquer região do país apenas porque no norte brasileiro se encontra a maior concentração de árvores do mundo. A avaliação do meio ambiente pode ser realizada com a qualidade de vida que uma árvore tem de potencial para favorecer aos seres vivos. Teoricamente pode-se considerar que esta árvore pode amenizar as condições naturais de clima em um pequeno espaço, mas pouco se sabe sobre o valor desta árvore sobre os fatores ambientais locais.

Observando a literatura interna sobre leis e comportamento do homem muito pouco foi feito em termos de preservação ambiental. Estudiosos e admiradores desses biomas organizados clamam por leis que considerem valores específicos para cada uma dessas populações de plantas e seres vivos que ali desenvolvem. Cada pessoa somente é considerada cidadã quando ela vive entre leis e as respeitam. Esse respeito é como um caminho contínuo

que deve ser cuidado não por partes alternadas, mas como uma linha contínua onde a vida de uma bactéria ou ser vivo menor que tem o mesmo valor de vida quanto um animal gigante. Qualquer pessoa gostaria de ser ou pensar de acordo com os grandes estudiosos do passado que participaram de vários acontecimentos históricos estudando e inventando meios de comunicação, viagens interplanetários, máquinas modernas e robôs quase humanos. Logicamente, tem-se que parabenizar esses heróis inventores e estudiosos. Antes de tudo é uma necessidade para a manutenção da vida com qualidade respeitar o meio ambiente. A cura das doenças, principalmente as viróticas, pode vir a partir de microrganismos criados no lixo ou até mesmo extraídos de um ser vivo proveniente das matas, isto pode acontecer sempre que houver um princípio ativo de algum vegetal ou animal que elimine os vírus causadores dessas doenças modernas.

Transferindo estes problemas para a sobrevivência da população basta observar que metade das pastagens plantadas no cerrado, ou seja, cerca de 250.000 km^2, equivalente a alguns estados brasileiros, está degradada ou apresenta algum grau de degradação e sustenta uma média baixa de cabeça de gado em virtude da reduzida cobertura de plantas, invasão de espécies não palatáveis e cupinzeiros (BARCELLOS *et al*., 2008, COSTA; REHMAN, 2005).

O Código Florestal estabelece um percentual da área da gleba rural com Reserva Legal, necessária para a preservação dos recursos naturais. A legislação ambiental brasileira, para cumprir suas orientações, determina um espaço físico no interior dos imóveis rurais, visando ao seu ordenamento. Além dos benefícios ambientais, o manejo adequado desses recursos naturais pode gerar benefícios sociais e econômicos. Nas áreas determinadas como Reserva Legal, a vegetação não pode ser desma-

tada, podendo apenas ser utilizada sob regime de manejo florestal sustentável, ou seja, para uso de área para obtenção de benefícios econômicos e sociais de forma programada de acordo com os princípios e critérios técnicos e científicos estabelecidos. Tem-se muito falado sobre explorações sustentáveis de reserva legal, mas pouco ou nada tem sido realizado. O uso sustentável é a exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável. A rápida destruição dos ambientes naturais justifica a urgência no planejamento do uso dos recursos ambientais de forma programada, racional e sustentável. Assim, é necessário planejar áreas adequadas para o desenvolvimento econômico para assegurar a proteção dos recursos naturais visando à manutenção do equilíbrio natural e à produtividade das terras.

Existem algumas tendências para poder usar reservas legais. Observando os Códigos Oficiais através do tempo, os progressos em todos eles, demonstram ser modificados tomando algumas decisões que ameaçam as reservais naturais. Caso o cidadão comum não puder mais discutir os problemas que afetam toda uma população deve ser sugerido que troque o nome de reservas e tire a sua finalidade central que é preservar e garantir os recursos naturais (OLIVEIRA; POMPERMAYER, 2012).

2.3 - Solo

Conceitua-se solo como um corpo de material inconsolidado que cobre a superfície terrestre emersa, entre a litosfera e a atmosfera, .produto do intemperismo sobre um material de origem, cuja transformação se desenvolve em um determinado relevo, clima, bioma e ao longo do tempo. O solo deve ser con-

siderado sob o aspecto de corpo natural e, como tal pode ser tratado pelas ciências que estudam a natureza, como a geologia, a pedologia e a geomorfologia. O solo corresponde à decomposição de rochas que ocorre por meio de ações ligadas à temperatura, como o calor, além de processos erosivos provenientes da ação dos ventos, chuvas e seres vivos, tais como bactérias e fungos. solo é um corpo passível de ser escavado. Para um biólogo, através da ecologia e da pedologia, o solo infere sobre a ciclagem biogeoquímica dos nutrientes minerais e determina os diferentes ecossistemas e habitats dos seres vivos participando dos sistemas cíclicos e assíclicos.

O processo de formação, ou seja pedogênese é o processo químico e físico de alteração envolvendo adição, remoção, transporte e modificação do solo que atua sobre um material litológico, originando um solo. Os solos apresentam características dinâmicas, estão constantemente em desenvolvimento, nunca estando estáticos, por mais curto que seja o tempo considerado. Ou seja, desde a escala microscópica, diariamente, há alteração por organismos vivos no solo, da mesma forma que o clima, ao longo de milhares de anos, modifica o solo. Dessa forma, temos solos na maioria recentes, quase nunca ultrapassando idades Terciárias.

Geralmente, o solo é descrito como um corpo tridimensional, podendo ser, porém, ao se considerar o fator tempo, descrito como um sistema de quatro dimensões: tempo, profundidade, largura e comprimento.Um solo é o produto de uma ação combinada e concomitante de diversos fatores. A maior ou menor intensidade de algum fator pode ser determinante na criação de um ou outro solo. São comumente ditos como fatores da formação de solo, clima, material de origem, organismos, tempo e relevo. Estes fatores são classificados em ativos e passivos em

relação a adição ou recepção de energia no sistema, respectivamente. O clima e os organismos são classificados como fatores ativos e o material de origem, tempo e relevo como fatores passivos. Estes fatores atuam juntos na formação do solo e afetam as caracteristicas do mesmo. Os processos de formação do solo também podem ser classificados em: processos gerais e especificos, envolvendo:

Qualquer adição de origem externa no solo de materiais como matéria orgânica, poeiras, cinzas, adubos, corretivos, gases, íons, sedimentos; perda considerada como qualquer remoção ou perda de gases, material sólido, íons ou líquido do perfil do solo tendo com exemplo a matéria orgânica, evapotranspiração; transformação classificada como processos de transformação dos compostos sólidos do solo. de ordem quimica, fisica e biologica.e translocação como os processos relacionados a movimentação de material solido, líquido e gasoso dentro do perfil do solo.

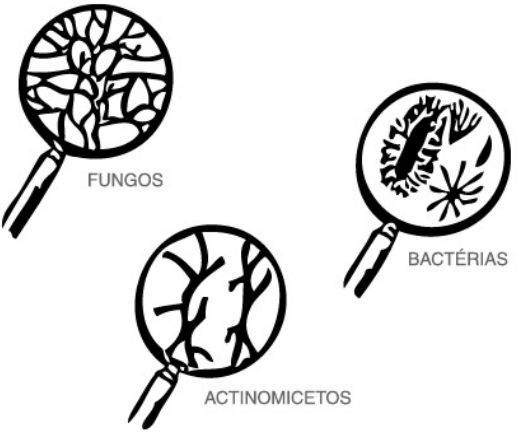
Atualmente observa-se solos produtivos formados sob boas de qualidade da rocha de origem, solos orgãnicos, solos férteis e com isso tem-se os Latossolos formado no processo de formação que se caracteriza a intensa remoção de sílica no processo de intemperismo, termo que substitui a designação laterização, o mesmo que ferrilitização. É um processo de acumulo de oxido de ferro no e alumínio no solo devido a perda de bases e silício na forma de sílica. Nesse processo são formados minerais secundários como a Caulinita, Gibbsita, Hematita e Goethita. Outros formados por lessivagem ou seja da migração mecânica de argila do horizonte A para o B textural ou B nítrico. É um processo de transporte de pequenas partículas minerais(ou argilas em suspensão do horizonte A ou E para o horizonte B, produzindo horizontes Bt.

Os solos como os podzólicos formados pelo **p**rocesso no qual ocorre a migração de alumínio (Al) e matéria orgânica, com ou sem ferro(Fe), para o horizonte B. Ainda existem os solos gleizados, hidromórficos, com formação do solo característico das condições de excesso de água. Nessa condições, em condição de inudação, forma-se um horizonte glei típico dos Gleissolos, ocorrendo redução química do ferro naquelas condições anaeróbicas.

Para fazer o ciclo em círculo considerar o solo como o principal substrato para as plantas, fonte de água, nutrientes essenciais para o crescimento vegetal.

Principal substrato utilizado pelas plantas para o seu crescimento, H_2O e nutrientes, e disseminação; recicla e armazena nutrientes e detritos orgânicos, controla o fluxo de água e protege o lençol freático, protege a fauna do solo abriga os seres vivos (Figura 3) , dentre outras (EQUIP MOSAIC, 2019).

Figura 3 - Microrganismos encontrados constituintes da microfauna do solo



Fonte: EQUIP MOSAIC, 2019.

O solo é a camada mais superficial da crosta, é composto por sais minerais dissolvidos na água intersticial, organismos e rochas em decomposição. Existem muitas variações de terreno a terreno dos elementos de um solo, mas basicamente figuram-se quatro camadas principais.

Camada escura onde se encontram húmus e detritos de origem orgânica, muito fértil, rica em água e minerais. Ela é a melhor para o plantio, e é nessa camada que as plantas encontram alguns sais minerais e água para se desenvolver. A outra camada é a camada dos sais minerais. Ela é dividida em três partes: camada do calcário equivalentte em valores entre 7 e 10 % desta camada, em seguida tem-se a camada de argila formada por caolinita, caulim e sedimentos de feldspatos. A maior parte é a do calcário, Corresponde entre 7 e 10% dessa camada.A segunda parte é a da argila, formada geralmente de caolinita, caulim e sedimentos de feldspato. Corresponde de 20 a 30% dessa camada. Ainda existe a cama de areia onde semre existem ar, espaços para água correspondendo entre 60 e 70 % da camada em abertura com o magma. Esta camada é muito permeável e existem espaços entre as partículas da areia, permitindo a entrada de ar e água com mais facilidade. Esta parte corresponde de 60 a 70% da camada em abertura com o Magma.A terceira camada é a das rochas parcialmente decompostas. Depois de se decomporem totalmente, pela ação da erosão e agentes geológicos, essas rochas podem virar sedimentos, ou seja, rochas sedimentares. A quarta camada é a de rochas que estão inicialmente começando a se decompor. Essas rochas podem ser chamadas de rocha matriz. Devido a essas observações existems os solos arenosos ricos em cristais de quartzo e areia, siltosos ricos em siltre, são leves e não e agrega as argilas e argilosos que são pouco permeáveis, ricos em óxidos de alumínio, gibbsita e de ferro como

goethita e hematita, armazena água devido aos poros feitos por microrganismos e forma grãos semelhantes à areia.

Os solos Latossolos apresenta baixa capacidade catiônica, ricos em Fe,ferro, e Al, alumínio, argilas de baixa atividade, profundos, situa-se em áreas planas ou pouco ondulados, composição amarela e vermelha, profundos e bastante intemperizados. Por outro lado, os solos orgânicos são os que mais favores às plantas porém tem baixa fertilidade. O húmus é o resíduo ou composto solúvel originado pela biodegradação da matéria orgânica, que o torna disponível para as plantas, nutrientes minerais e gasosos como o nitrogênio (N). O solo orgânico favorece propriedades físicas e químicas do solo e as propriedades físicas pois formam grânulos, deixando-o mais leve, menos pegajoso e mais trabalhável. A formação de grânulos também favorece a umidade e arejamento do solo, já que se formam espaços vazios entre os grânulos e estes, por sua vez, são preenchidos por ar e água. Favorecem as propriedades químicas, pois pode aumentar sua CTC, capacidade de troca catiônica, fixam nutrientes minerais e gasosos através de reações químicas e aumenta ou diminui o pH. Grandes quantidades de matéria orgânica no solo podem favorecer o aumento da acidez potencial, por liberação de H+, hidrogênio.

A dinamicidade dos solos dos processos físico-químicos de fragmentação e decomposição das rochas, transporte e evolução pedogênica, ao sofrer expansão e contração térmica alternadas das rochas sofrem fraturamento mecânico criando fissuras que facilitam a· percolação de água e crescimento de raízes de plantas nas fissuras das rochas. Associando todos os parâmetros considerados surgem os vegetais sejam naturais, pastagens, agricultura e pecuária para sobrevivência humana.

IR PARA SUMÁRIO

3. SOLO E PLANTA

As plantas e vegetais têm nas folhas e raízes órgãos que desempenham grande papel na sua nutrição e sobrevivência. Da terra, a planta extrai a maioria dos elementos de grande importância para a sua nutrição, ou seja os nutrientes, como os sais minerais. Da mesma forma que as raízes e que atuam também no processo de absorção, também são responsáveis por fixar a planta ao solo. A função da planta pode ainda se estender à respiração, reserva de alimentos como as tuberosas, dentre outros órgãos.

O solo constitui um ambiente rico em partículas minerais, formadas pela decomposição de rochas, e onde se encontram as partículas orgânicas. A dinâmica do solo é caracterizada também pela presença de microrganismos como fungos, bactérias, protozoários, algas, líquens, vermes e insetos. O líquido a ser encontrado sob a terra está em películas finas alocadas ao redor de matéria sólida. Esta é a água capilar que adsorvida ocupa os espaços entre as partículas. É importante ressaltar que os diferentes tipos de solo apresentam capacidades distintas de retenção de líquidos. As raízes penetram no solo fazendo absorção de água e íons presentes no meio pela epiderme da raiz.

Os nutrientes para serem absorvidos e chegar até as folhas, onde ocorre a fotossíntese, é preciso tecidos condutores especiais. Nos chamados vegetais superiores esses condutores são caracterizados pelos xilema e floema. O primeiro é por onde vão ser transportados água e sais minerais que compõem a seiva bruta. Enquanto que o floema com função de transportar a seiva elaborada, que leva ao resto da planta os nutrientes produzidos nas folhas. Este caminho quase sempre ocorre no sentido descendente através dos vasos liberianos.

4. ÁGUA DO SOLO

A entrada de água na planta ocorre por meio da absorção, em função das características e propriedade dos solos (Tabela 1). As plantas absorvem água em toda a sua superfície, mas a maior parte do suprimento de água vem do solo (PAIVA, OLIVEIRA, 2006, citado por Dias, 2008).

Tabela 1 - Relação de textura com algumas propriedades do solo

SOLOS ARENOSOS	SOLOS ARGILOSOS
Menor porosidade	Maior porosidade
Menor micro e maior macroporosidade	Maior micro e menor macroposidade
Baixa retenção de água	Alta retenção de água.
Boa drenagem e aeração	Drenagem lenta e pouco arejado quando apresenta poucos agregados
Menor densidade do solo	Maior densidade do solo
Aquece rápido	Aguece lentamente
Resiste à compactação	Meaior susceptibilidade à compactação.
Te Baixa CTC	CTC mais alta.
Mais lixiviável	Menos lixiviável
Maior erosão	Mais resistente à erosão
Coesão baixa, friável.	Coesão elevada, firme
Consistência friável quando úmido	Consistência plástica e pegajosa quando molhado
Fácil preparo mecânico	Mais resitente ao preparo
Matéria orgânica baixa e rápida decomposição	Matéria orgânica alta e lenta decomposição.

Fonte: Reinert, Reichert, 2006.

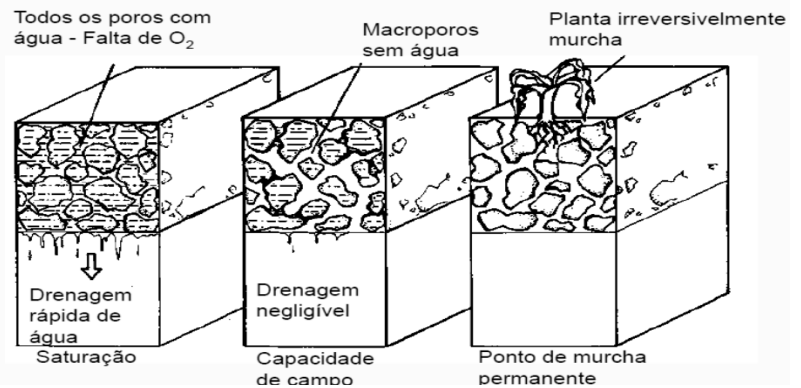
IR PARA SUMÁRIO

A água em carência tem como resultado a redução da produção de massa e em excesso influencia na redução do arejamento dos solos para a sobrevivência das plantas; ambas, carência ou excesso, expões a forrageiras aos problemas de desenvolvimento da plantas, isto desconsiderando os processos evolutivos genéticos e de melhoramentos de plantas adaptadas ao meio ambiente realizados pela pesquisa mas ainda em desenvolvimento (DUARTE, 2012). Estes processos influenciam quase todos os aspectos do desenvolvimento e comportamento do solo, desde o intemperismo dos minerais à decomposição da matéria orgânica e, do crescimento das plantas à contaminação do lençol freático.

5. FÍSICA DO SOLO

A atração às superfícies sólidas restringe o movimento livre das moléculas de água, proporcionando um comportamento menos líquido e mais sólido. No solo, a água pode movimentar-se tanto ascendente como descendentemente. As plantas podem murchar e morrer em um solo (Figura 4) cujo perfil contenha um excessivo teor de água.

Figura 4 - Comportamento da planta sob a ação da pouca concentração de água no solo



Fonte: UDC, 2019.

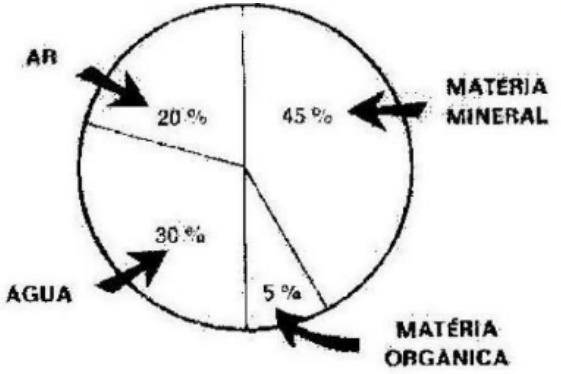
As mais recentes teorias, até então aceita pelos cientistas, revelam que o surgimento da água está ligado à formação do sistema solar. Baseiam que a terra passou por várias etapas de resfriamento e aquecimento, ocorrendo um período de resfriamento quando houve uma condensação do vapor que se materializou em forma de chuva, com isso a água foi depositada nas partes mais baixas, surgindo assim os primeiros oceanos primitivos. Durante a formação da crosta ocorreu o processo de desgaseificação, teoria que explica a liberação da água na forma de vapor. Nesse período os vulcões expeliram gases como hidrogênio e vapor de água que deu origem à atmosfera (FREITAS, 2019).

A água é encontrada em a natureza em três estados líquido formando oceanos, rios, lagos e aquífero subterrâneo, sólido nas geleiras e gasoso na atmosfera (FREITAS, 2019). Todos esses elementos se integram formando o ciclo hidrológico, responsável pela manutenção da vida. Esse ciclo não pode ser alterado, pois pode provocar grandes alterações nas paisagens do globo. Água é um recurso indispensável à vida seja para animais ou vegetais.

A água está presente no solo na forma higroscópica quimicamente ligada às partículas do solo (Figura 4), formando uma película líquida não utilizada pela planta. Na forma de água capilar encontra-se a fração líquida do solo ou seja a água capilar ou a solução do solo de importância por representar a fonte hídrica direta para a planta, retida nos espaços pequenos. Os espaços maiores são ocupados pela fração de água gravitacional entre as partículas do solo antes de ser drenada por gravidade. Normalmente a permanência desta fração de água no solo é curta variando entre dois e três dias.

IR PARA SUMÁRIO

Figura 5 - Composição média de um solo ideal



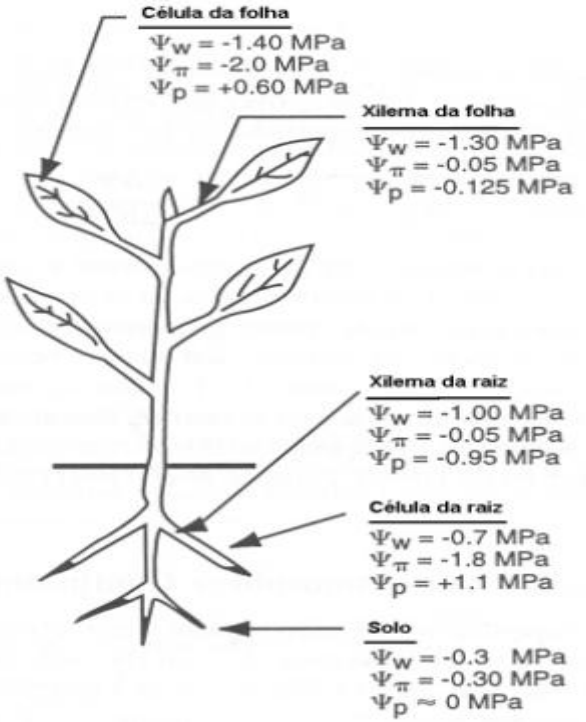
Fonte CETESB, 2029.

Tipicamente um solo apresenta 45% de minerais, 25% de água, 25% de ar, 5% de matéria orgânica (CETESB, 2019). Mesmo um solo perfeito com essas características pode influenciar condições diferenciadas no ambiente dependendo da sua composição física (Figura 5).

A água no solo flui por difusão ou por fluxo de massa, um tipo de movimento da água guiado pela pressão em direção ao sistema radicular da planta, onde será absorvida. Mais uma vez, deve-se lembrar que a água é capaz de fluir quando há uma diferença de potencial (dp) e, assim, haverá fluxo em direção à raiz se o valor da água no solo estiver mais energético. A raiz é o órgão da planta responsável pela fixação e também pela absorção de água e de sais minerais do solo. Ela representa, portanto, o acesso da água ao interior do vegetal. É comum a presença de pelos absorventes na raiz, o que aumenta sua capacidade de absorção de água.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 6 - As relações hídricas das plantas vasculares

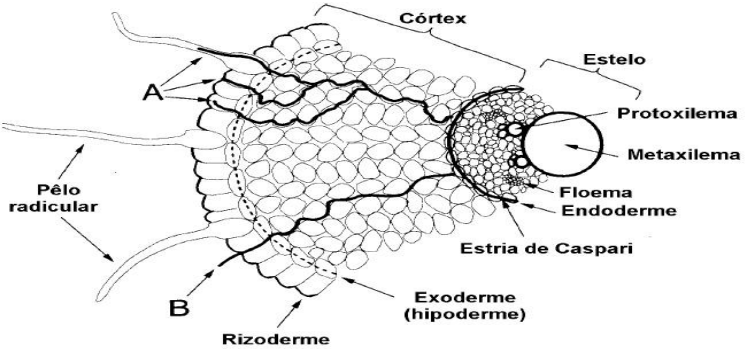


Fonte: Costa (2019).

O movimento de água solo-raiz, exige que a se desenvolva um potencial de água mais negativo (Figura 6) do que o potencial (dy) de água do solo. Dessa forma, a água se movimenta e penetra pela camada epidérmica. Uma vez no interior da raiz, a água circula pelo parênquima cortical entre as células ou pelos espaços intercelulares, via apoplasto, ou ainda penetrando nas células, seguindo a via simplasto. Na parte mais interna do parênquima cortical está o endoderma, uma camada de células com um espessamento característico nas suas paredes denominado estria de Caspary. A água deverá então penetrar nessas células,

via simplasto, para atingir o cilindro central, de onde ascenderá pela planta, sendo transportada para todas as partes do vegetal (Figura 7).

Figura7 - Rotas do movimento de íons da superfície radicular até o xilema. (A) Rota simplástica; (B) Rota apoplástica



Fonte: Bonato, C. *et al*., 1998 citado por Oliveira 2019.

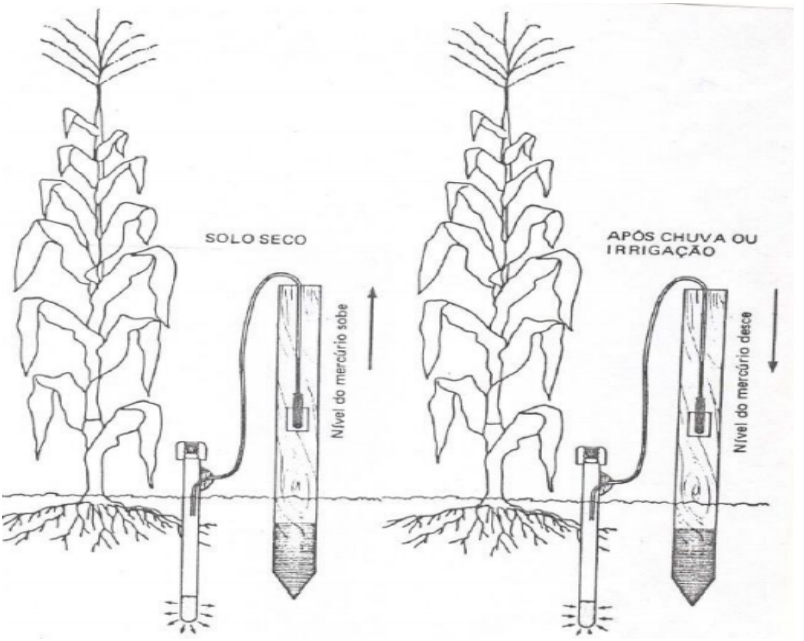
Uma camada de areia e cascalho no perfil do solo pode inibir a drenagem, tornando os horizontes superficiais saturados durante grande parte do ano. As interações solo - água influenciam muitas funções ecológicas e práticas de manejo do solo. As interações afetam a taxa de água perdida através da lixiviação e evapotranspiração, o balanço entre ar e água nos poros do solo, a taxa de variação na temperatura do solo, a taxa e o tipo de metabolismo dos organismos do solo e a capacidade do solo em armazenar e disponibilizar água para as plantas (Figura 7).

Somente uma pequena proporção da água no solo está próxima às superfícies de absorção das raízes das plantas. Como as raízes têm acesso às grandes quantidades de água usadas no crescimento das plantas, dois fenômenos parecem ser responsáveis por este acesso: o movimento capilar da água no solo para as raízes das plantas e o crescimento das raízes no solo úmido.

5.1 Movimento capilar da água no solo

Através da taxa de movimento capilar ocorre quando as raízes das plantas absorvem água, elas reduzem o conteúdo de água, reduzindo assim, o potencial da água no solo, imediatamente ao seu redor. Em resposta a essa redução no potencial, a água tende a se mover em direção às raízes das plantas (Figura 8). A taxa de movimento depende da intensidade do gradiente de potencial desenvolvido e da condutividade dos poros do solo (Figura 8).

Figura 8 - Potencial matricial observado pelo potenciômetro



Fonte: CORREA, 2019.

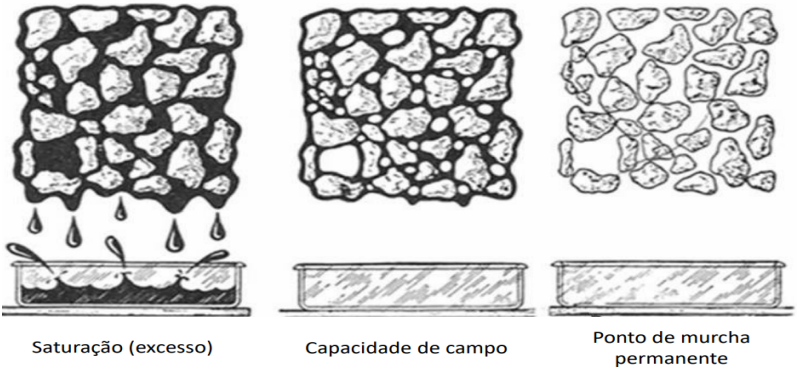
Em alguns solos arenosos, o ajuste pode ser comparativamente rápido e o fluxo considerável, se o solo estiver próximo da capacidade de campo. Em solos de textura fina e argilas mal

estruturadas, o movimento será lento e somente uma pequena quantidade de água será fornecida. Entretanto, como indicado pelas mudanças relativas na condutividade hidráulica, em condições mais secas com a água retida à potenciais mais baixos, solos argilosos terão capacidade de fornecer mais água por capilaridade do que solos arenosos, devido ao fato de que solos arenosos terão poucos poros ainda preenchidos por água, nesta condição. A distância total do fluxo diário por capilaridade, pode ser de apenas alguns centímetros. Desse modo, pode -se sugerir que o movimento capilar não é significante no fornecimento de água às plantas. Entretanto, caso as raízes tenham penetrado em grande parte do volume do solo, de tal forma que a distância entre as raízes individuais seja de apenas alguns centímetros, o movimento de água, a grandes distâncias pode não ser necessário. Mesmo durante períodos quentes e secos, quando as demandas evapotranspiratórias são altas, o movimento capilar pode ser um importante meio de fornecimento de água às plantas. O movimento capilar é especialmente importante durante períodos de umidade reduzida quando a extensão radicular é pequena.

O movimento capilar da água (Figura 9) é complementado pelas rápidas taxas de crescimento radicular, às quais asseguram que o contato solo - raiz constantemente estão sendo estabelecidos. A penetração radicular deve ser rápida o suficiente para atender as necessidades de uma planta crescendo em um solo com um conteúdo de umidade ótimo. O emaranhado de raízes, radicelas, e pelos radiculares, sob florestas ou pastagens naturais demonstram o sucesso da adaptação das plantas terrestres para explorar a armazenagem de água no solo.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 9 - Solo saturado de água, na capacidade de campo e no ponto de murcha



Fonte: FRAGASSI, 2019.

Para Oliveira (2019) a absorção foliar se dá em três passos sucessivos depois de estabelecido o contato do elemento com a epiderme superior, inferior ou ambas através de atravessamento da cutícula cerosa e das paredes das células epidérmicas por difusão; chegada à superfície externa do plasmalema; e movimento através de membrana citoplasmática com a entrada no citoplasma eventualmente no vacúolo depois de atravessar o tonoplasto. Esse autor relata que a cutícula é o regulador da entrada de substâncias relacionas a entrada de CO_2 e H_2O na planta no processo da fotossíntese.

A principal limitação do crescimento radicular é a pequena proporção de solo com a qual as raízes têm contato. A superfície radicular pode ser considerável através do contato solo – raiz, normalmente se dá em menos de 1 % do volume do solo. Isto sugere que a maior parte da água deve mover-se no solo em direção as raízes mesmo que à distância de movimento seja de apenas alguns milímetros. Isto também reflete um efeito complementar da capilaridade e do crescimento radicular, como

meio de fornecimento de água às plantas e até mesmo de nutriente (Figura 10).

Figura 10 - Movimentação da água do solo para a raiz onde ocorre através do movimento simplástico, apoplástico e intracelular chegar até ao xilema e floema para ser distribuído em toda a planta de acordo com a necessidade do vegetal

Fonte: Cardoso, 2019.

CARDOSO (2019) relata que a solução de água e sais minerais constituem a seiva bruta no reino vegetal onde é transportada pelo xilema que penetra pelas extremidades das raízes, especialmente na região dos pelos absorventes, onde as paredes das células apresentam permeabilidade necessária para a movimentação desta solução. Ao a passar pela epiderme, a seiva bruta desloca-se para o centro da raiz e esse deslocamento pode ocorrer por meio de espaços externos às membranas celulares, através de difusão simples que formam o apoplasto sem gasto de energia, ou pelo citoplasma das células intracelulares da epiderme e do córtex, que constituem o simplasto com gasto de energia, cuja movimentação a seiva bruta está associada ao conteúdo celular que movimento pelo interior das células através dos plasmodesmos denominados tubos citoplasmáticos haven-

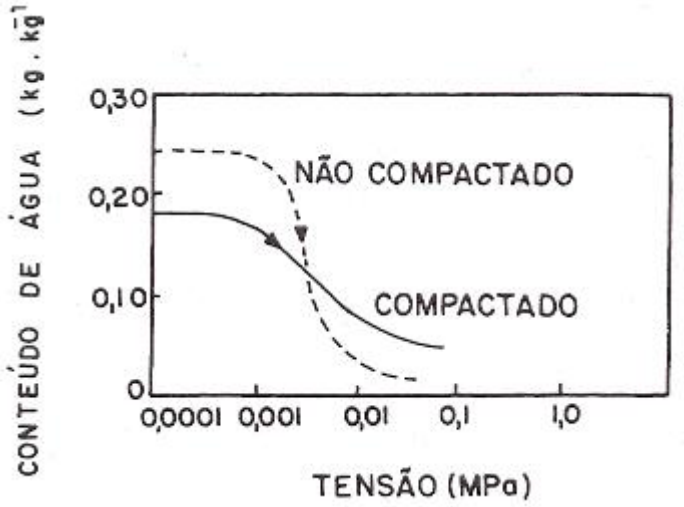
do contato direto entre os citoplasmas de células adjacentes, é um processo lento. Para essa autora a água e os sais minerais nela dissolvidos se deslocam pelo apoplasto em direção ao cilindro vascular central onde têm a passagem interrompida pelas células da endoderme. Essas células estão intensamente ligadas entre si pelas estrias casparianas ou bandas de Caspary, cinturões impermeáveis compostos por suberina, que vedam os espaços extracelulares e impede o fluxo da seiva bruta pelo apoplasto. Nesse processo, para atingir o cilindro vascular, a água e os sais minerais atravessam a membrana plasmática e passam pelo citoplasma das células endodérmicas, o que ocorre através do simplasto. No apoplasto ocorre a comunicação do vegetal com o ambiente onde o gás carbônico, fonte fundamental de carbono das plantas, é solubilizado no apopolasto para ser conduzido aos cloroplastos e utilizado no processo de fotossíntese. O simplasto desempenha a primordial função de selecionar e transportar os sais minerais para o xilema, controlando a quantidade de água que segue para esse tecido condutor.

O contato íntimo entre solo e raiz e a rápida depleção da água próximo às raízes tem sido observada em seção transversal de um solo arenoso úmido ao redor de raízes de plântulas de pinus. O movimento de água para as raízes é natural e certo contudo é muito influenciado por vários fatores como atributos físicos, volume de água no solo, organização estrutural das plantas, umidade relativa do ar, capacidade da planta em absorver água do solo, transpiração, evapotranspiração, adaptação local da planta, mecanismos fisiológicos, déficit hídrico e resistência da planta seca, dentre outros (LACERDA, 2007).

A distribuição das raízes no perfil do solo determina, até certo ponto, a habilidade das plantas em absorver água (COSTA, 20I9). A maioria das plantas, anuais e perenes, possui predominância

de raízes nos primeiros 25-30 cm do perfil de solo. Plantas perenes como alfafa e árvores possuem algumas raízes profundas (> 3 m) e são capazes de absorver uma considerável quantidade de água de camadas do subsolo. Entretanto, mesmo nestes casos, é provável que a maior parte da absorção ocorra nas camadas superiores do solo, desde que estas sejam bem supridas com água (Figura 11). Por outro lado, se as camadas superiores são deficientes em umidade, mesmo plantas anuais, como milho e soja vão absorver a maior parte da água dos horizontes inferiores, a menos que condições físicas ou químicas adversas inibam a exploração destes horizontes mais profundos.

Figura 11 - Efeito da compactação de água de um solo franco-aero.65



Fonte: Croney; Coleman, 1954, citado por Camargo; Alleoni, em Mpa Megapascal.

Camargo; Alleoni (2019) relataram que as modificações de importância agronômica que ocorrem em solos compactados são relacionados ao aumento da resistência mecânica, à penetração radicular, redução da aeração, alteração do fluxo de água e calor

e, disponibilidade de água e nutrientes. Considerando o tempo e local, um desses fatores, pode dificultar o desenvolvimento das plantas, que varia com o tipo de solo, da condição climática, da espécie e do estádio de desenvolvimento da planta. Esse conceito deve estar relacionado à variações da compactação A profundidade máxima de efeito da compactação por efeito de máquinas e implementos agrícolas, independentemente do tipo de solo e do peso da maquinaria, não deve exceder profundidade padrão de 0,50 m.

No contato solo-raiz, conforme as raízes crescem no perfil, elas se movem através dos poros de tamanho suficiente para acomodá-las. O contato entre as células das raízes e o solo permite o movimento imediato da água do solo para as plantas, em resposta à diferença nos níveis de energia .

Entretanto, quando a planta está sobre estresse hídrico, à raiz tende a se contrair, à medida que as células corticais perdem água em resposta a este estresse. Tais condições ocorrem durante períodos quentes e secos e são mais severas durante o dia, quando a perda de água através das folhas é máxima. O diâmetro das raízes, sob estas condições, pode reduzir-se em até 30 %. Isto diminui consideravelmente o contato direto entre o solo-raiz, bem como o movimento de água e nutrientes para as plantas (Tabela 2). Apesar do vapor de água ainda poder ser absorvido pelas plantas, a taxa de absorção é muito baixa para manter a maioria das plantas, com exceção de plantas tolerantes à seca. A seção transversal de uma raiz rodeada por solo, durante períodos de umidade adequada e baixo estresse hídrico, a raiz preenche completamente os poros do solo e está em contato íntimo com filmes de água no solo. Quando as plantas estão sob estresse hídrico severo, como em períodos quentes e secos, a raiz se contrai principalmente nas células corticais, reduzindo

significativamente o contato solo - raiz. Esta contração da raiz pode ocorrer também durante dias quentes, mesmo quando o conteúdo de água no solo é adequado.

Tabela 2 - Composição da seiva no floema de *Ricinus communis* (Taiz. Zeiger, 1988)

Componente	Concentração ($mg.Mlv^{-1}$)
Carboidratos (açúcares)	80 a 106
Aminoáidos	5,2
Ácidos orgânicos	2 a 3,2
Proteínas	1,4 a 2,2
Cloretos	0,4 a 0,7
Fosfato	0,4 a 0,6
Potássio	2,3 a 4,4
Magnésio	0,1 a 0,2

5.2 Ciclo hidrológico da agua.

O fluxo de água através do sistema contínuo é um componente principal do ciclo hidrológico. Os processos e intercepção, escorrimento superficial, percolação, drenagem, evaporação, absorção da água pela planta, movimento de água para as folhas e transpiração da água das folhas para a atmosfera. Estudando o sistema contínuo solo - planta - atmosfera, pesquisadores descobriram que os mesmos princípios básicos governam a retenção e o movimento da água, quer seja no solo, na planta ou na atmosfera. Anteriormente, demonstrou-se que a energia potencial é o principal fator que determina o movimento da água no solo. O mesmo pode ser dito para o movimento da água entre o solo e as raízes das plantas e entre as plantas e a atmosfera .

IR PARA SUMÁRIO ▲

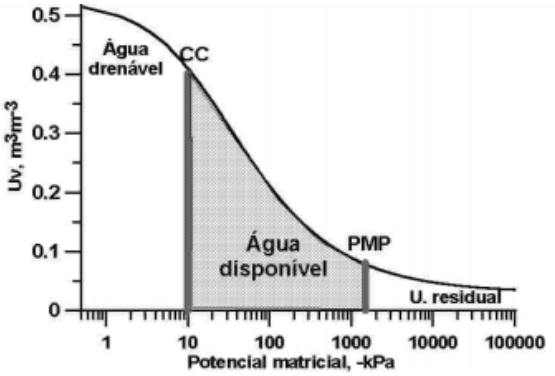
Figura 12 - Entrada ou absorção e saída de água de uma planta no processo de condução de seiva, dos pelos absorvente até os ostíolos

Fonte: Biomania, 2019.

Para que a planta absorva água do solo, o potencial da água deve ser mais baixo na raiz da planta do que no solo adjacente à raiz (Figura 12). Do mesmo modo, o movimento ascendente no caule para as células da folha se dá em resposta a diferenças no potencial da água, sendo que o mesmo fenômeno ocorre no movimento da superfície da folha para a atmosfera. O potencial da água varia de–50 kPa no solo, a–70 kPa na raiz, a–500 kPa a superfície da folha, e, finalmente, a–20.000 kPa na atmosfera.

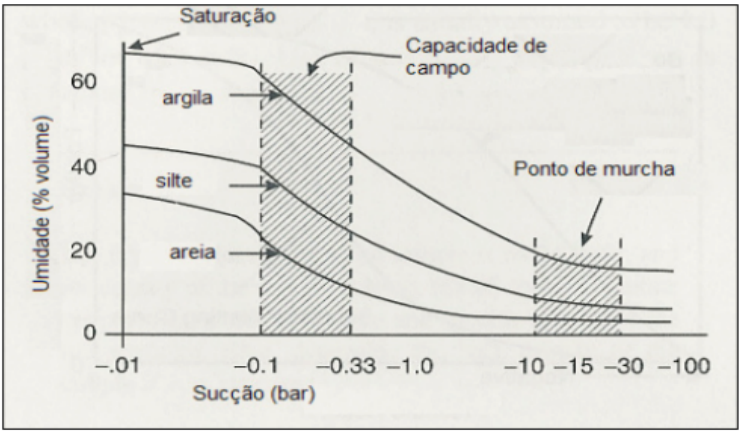
O Sistema contínuo solo-planta-atmosfera mostra o movimento da água do solo para a planta e da planta para a atmosfera, e o retorno desta água da atmosfera para o solo, em forma de chuva, em uma região úmida.

Figura 13a - Retenção de água no solo



Fonte: Reiner; Reichert, 2006.

Figura 13b - Relação entre textura do solo e importantes parâmetros físicos que caracterizam indiretamente o diferencial de água no solo em relação ao comportamento da planta



Fonte: BORMA; RENNÓ, 2017.

O comportamento da água através deste sistema contínuo está sujeito às mesmas relações de energia relacionadas à água no solo. É necessário observar que o potencial da água no solo é - 50 kPa, decrescendo para - 70 kPa na raiz, diminuindo ainda mais, à medida que se move através do caule da planta em direção as folhas, sendo ainda mais baixo (- 500 kPa) na interface folha - atmosfera, de onde a água se move em direção a atmosfera, onde seu potencial é de - 20.000 kPa. A água move-se de um potencial mais alto para um potencial mais baixo. O importante é que o solo mantenha a umidade em torno da capacidade de campo para o bom desenvolvimento das culturas (Figuras 13a e 13b).

6. RAIZ SOLO E PLANTA

As plantas para mostrarem seu potencial deveriam, e que raramente acontece, crescerem sob condições climáticas ideais. Contudo, frequentemente experimentam flutuações nas condições climáticas e estresses que modificam sua morfologia e taxa de desenvolvimento, limitando a produção e alterando a qualidade das forrageiras. São vários os fatores climáticos que ocorrem influenciando o crescimento das plantas, por exemplos, em camada descompactada, o desenvolvimento do sistema radicular foi normal (Figura 14), desenvolvimento da raiz em solo compactado pelo pé de grade causado pelo uso de máquinas e implentos pesados, tendo como resultado o uso consecutivo de uso de grade ou aração constante em profundidade raza ou, raízes que cresceram normal até uma placa de pedra que controlou o crescimento das raízes (Figuras 15). Na Figura 16 pode-se observar estrutura diferentes estrutura de solos que em condições equilibradas partículas de solos arenosos, rgilosos e siltososs (Figura 16) podem oferecer à plantas condições ideais para atividade agrícolas,. Na Figura 17 observa-se o manejo do solo, no caso, a apli-

cação de ureia facilitando o desenvolvimento radicular de uma planta. Ainda, vários fatores influenciam o desenvolvimento de uma planta como umidade relativa do ar e do solo, temperatura, radiação solar, vento, nebulosidade, solos e outros.

Figura 14 - Desenvolvimento radicular normal de uma planta cultivada em um solo fisicamente perfeito

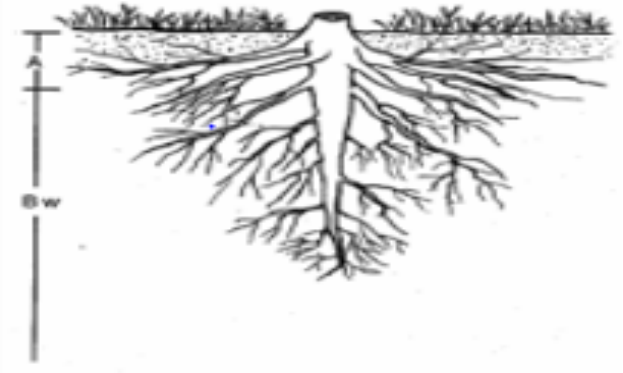
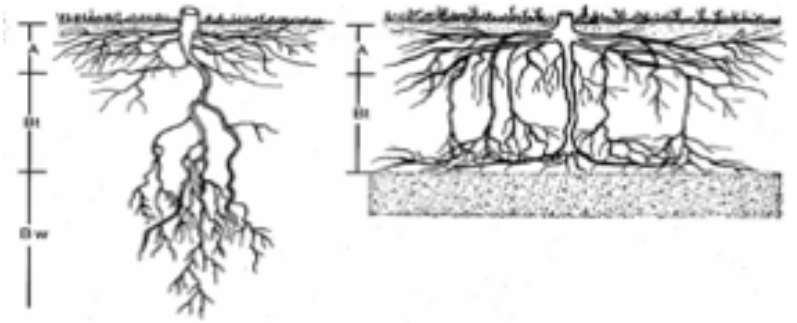
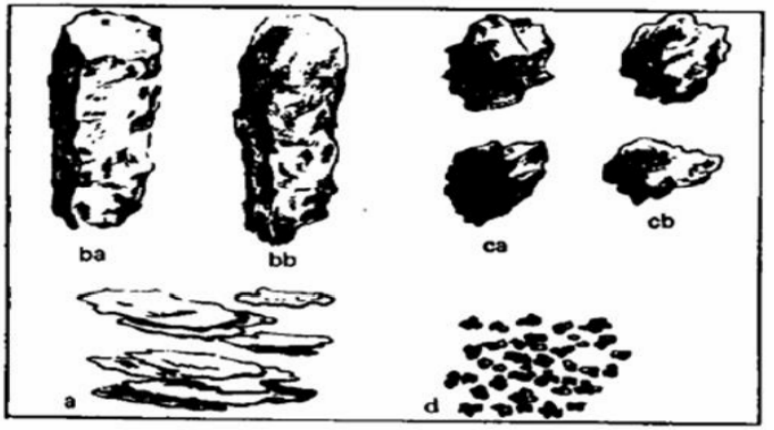


Figura 15 - Desenvolvimento de planta em duas condições de solo, a primeira desenvolvida em um solo onde a camada compactada chamada pé de grade dificultou a raiz da planta chegar a camadas mais profundas do solo e na segunda o desenvolvimento da raiz foi normal até se encontrar em uma camada do solo cujo horizonte se encontrava sobre uma placa de pedra com dificuldade chegar a horizontes mais profundos



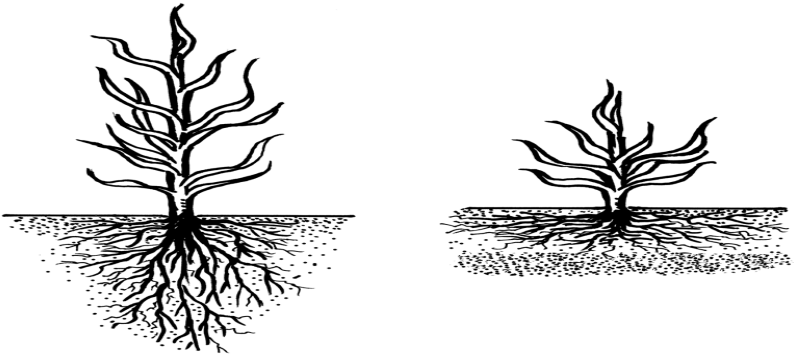
Fonte: Adaptado de UDC, 2019.

Figura 16 - Tipos de estrutura: (a) laminar; (bb) prismática; (ba) colunar; (ca) blocos angulares; (cb) blocos sub angulares; (d) granular



Fonte: Adaptação da EMBRAPA, 2006. Analogia à fragmentação das partículas do solo, processo natural e processo de manejo intensivo de área em uso.

Figura 17 - Compaçtação do solo e seu efeito no sistema radicular e no desenvolvimento de plantas

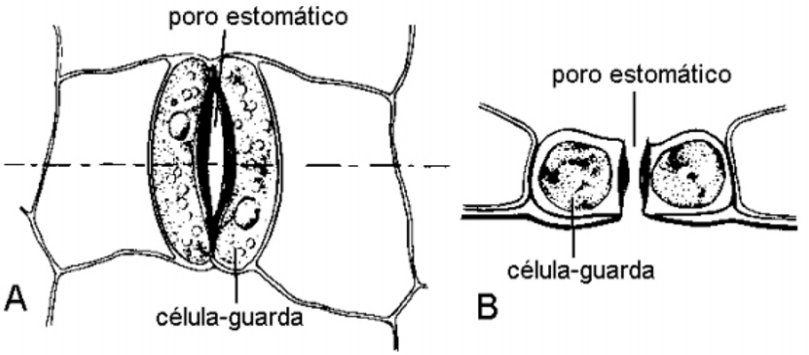


Fonte: DE MORI, *et al*. 2016.

Oliveira (2009) relata que a cutícula apresenta polaridade na direção do movimento do elemento que a atravessa. A uréia, por sua vez, por não ser carregada eletricamente, se movimenta na

chamada difusão facilitada: rompendo ligações de éster e de éter da cutícula, abre passagens na malha da rede lipídica, ajudando a entrada da própria ureia e dos elementos que a acompanha. Desse modo, alguns produtos como defensivos agrícolas podem ter sua absorção aumentada quando acompanhados pela uréia, o que equivale a dizer que poderão ser usados em menor concentração e produzir o mesmo efeito (Figura 17).

Figura 18 - Epiderme foliar, destacando um estômato aberto



Fonte: USP, 2002.

A) vista frontal; B) corte transversal. Nesse corte transversal entre as manchas escuras encontram os cloroplastos

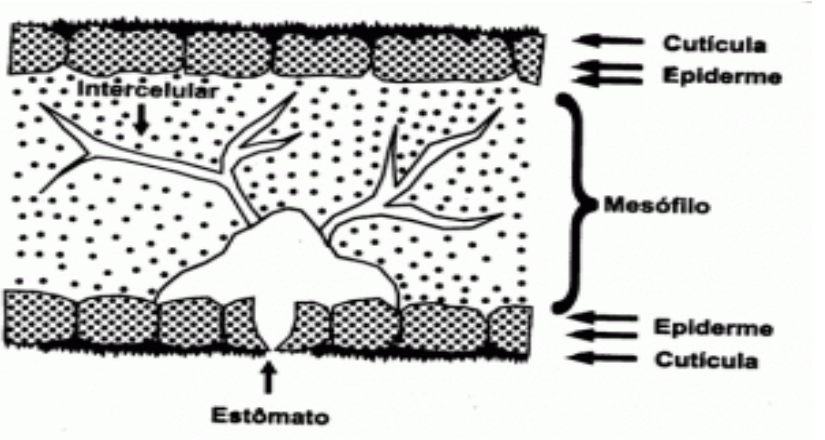
Para Oliveira (2009) a planta pode sentir as variações de vários fatores a que lhe são submetidos como falta de precipitação pluviométrica, que quando em mais de dois meses são responsabilizadas pelas modificações que ocorrem no crescimento e valor nutritivo das plantas forrageiras limitando seu crescimento em divisão e expansão foliar, produção de matéria; ocorrência comum na maior parte dos trópicos e subtrópicos. A deficiência permanente de água torna um fator de distribuição regional, algumas toleram a seca, outras não toleram nem a seca sazonal e outras não toleram curtos veranicos. O mecanismo estomático

de abertura (Figura 18) e fechamento atuam na entrada de água no sistema radicular no solo embora seja essencial também para o crescimento geral, também necessária para a expansão celular. A carência de água exige do agropecuarista planejamento do número de animais, presença ou formação de poços ou lagoas, e manejo de animais por serem dependentes da precipitação pluviométrica ou irrigação, da capacidade de armazenagem de água do solo e das perdas por transpiração, evaporação, escoamento superficial e percolação.

Desta forma, o crescimento das folhas e caules diminui bem antes do estresse hídrico tornar-se severo a ponto de causar o fechamento dos estômatos (Figura 19) e uma diminuição na fotossíntese. Mesmo com adequado teor de água no solo a demanda da mesma nos dias ensolarados é muito elevada, a ponto de causar um decréscimo do seu conteúdo nas folhas e caules durante o dia, ocorrendo uma gradual recuperação à noite. Como a deficiência hídrica tem, geralmente, um menor efeito na taxa fotossintética que nas taxas respiratórias e de crescimento, ocorre aumento na concentração de carboidratos totais não estruturais (CTN) nos tecidos das plantas. Outros autores têm relatado que uma planta pode não morrer sob efeito de uma ou mais carência em quaisquer fatores de crescimento aparentemente mas a planta pode recuperar teoricamente mas os danos e prejuízos no crescimento e produção foram realizados. Para Oliveira (2009) estes carboidratos, especialmente hexoses, podem contribuir para sustentar o crescimento, e também a respiração, caso o estresse hídrico se torne severo a ponto de diminuir a fotossíntese. Ao término do estresse hídrico, a atividade metabólica das plantas forrageiras é retomada rapidamente, numa intensidade aparentemente maior que a das plantas da mesma idade cronológica que não sofreram estresse. Esse crescimento compensa-

tório, no caso as forrageiras, se deve ao maior crescimento foliar e maior peso por perfilho, quando comparado com aquelas plantas irrigadas durante o verão. A produção de matéria seca (MS) da rebrota de gramíneas tropicais ocorre aproximadamente aos 45 dias, após umedecimento frequente do solo. A entrada da água na planta ocorre através do sistema de controle de abertura e fechamento dos estômatos (Figura 19).

Figura 19 - Estômatos caracterizado em corte transversal de uma folha que controla a entrada e saída de água na planta



Fonte: OLIVEIRA, 2019.

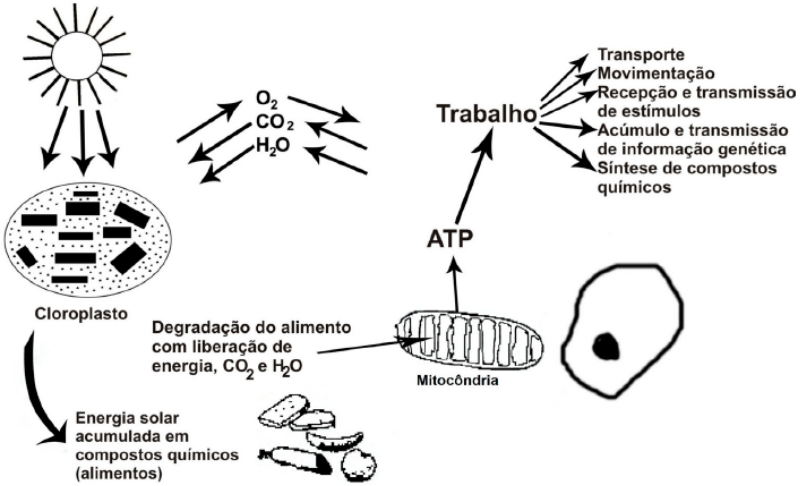
As plantas recuperam no final do estresse e fisiologicamente mais jovens que as plantas que não sofreram estresse hídrico, e as taxas de crescimento retomadas são similares às das plantas daquela idade. O acúmulo de CTN, carbonatos totais não estruturados, e nitrogênio facilita um rápido crescimento ao final do período de estresse. Após esgotado o potencial de crescimento destacam-se a inibição do perfilhamento e ramificação, a morte dos perfilhos estabelecidos, a redução da área foliar pela aceleração da senescência das folhas mais velhas, e o maior cres-

cimento do sistema radicular com decréscimo da relação biomassa aérea/biomassa subterrânea (BA/BS). Em muitos casos, essa melhora da qualidade da forragem se deve ao aumento da relação folha/caule e à maior digestibilidade das frações folha e caule. A concentração de fibra em detergente neutro é o parâmetro que parece ser mais afetado pelo estresse hídrico. A quantidade de carbono incorporado na parede celular é diminuída durante o estresse hídrico. A maioria do carbono fixado pode ser usada para suportar níveis elevados de açúcares solúveis e íons, durante o ajustamento osmótico, e pode não estar disponível para o desenvolvimento da parede celular. Também, boa parte do carbono fixado é utilizada para o crescimento radicular, que é aumentado nestas condições. O teor de fibra em detergente ácido (FDA) nas gramíneas tem maior variação no período seco que durante o chuvoso. Já as frações folha e material morto não apresentam diferenças entre as estações, quanto ao teor de FDA. Entretanto, quando se analisa a planta inteira, verifica-se maior teor de FDA durante o período seco, provavelmente, em virtude da menor porcentagem de folhas na forragem. Observa-se também efeito marcante no aumento das concentrações de celulose e lignina, e um decréscimo da concentração de hemicelulose em plantas submetidas a estresse hídrico.

IR PARA SUMÁRIO ▲

6. FOTOSSÍNTESE

Figura 20 - Transformação de energia luminosa em energia química



Fonte: Santos, 2007.

Fotossíntese é um processo energético onde ocorre a transformação da energia luminosa, captada pelas plantas, em energia química (SANTOS, 2007). Além disso, a fotossíntese é um processo que realiza a fixação de carbono, pois as folhas verdes das plantas absorvem gás carbônico do meio ambiente transformando-o em glicose. É considerado um processo físico-químico, a nível celular, realizado pelos seres vivos clorofilados, que utilizam dióxido de carbono e água, para obter glicose través da energia da luz solar (Figura 20), A fórmula geral da produção de glicose pela fotossíntese dos eucariotos e cianobactérias ocorre de acordo com a seguinte equação:

$$CO_2 + 12\ H_2O \xrightarrow{luz\ e\ clorofila} C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 + 6\ H_2O$$

Luz solar + Água + Dióxido de carbono→ Glicose+Oxigênio +Água

A fotossíntese inicia a maior parte das cadeias alimentares na Terra. Sem ela, os animais e muitos outros seres heterotróficos seriam incapazes de sobreviver porque a base da sua alimentação estará sempre nas substâncias orgânicas proporcionadas pelas plantas verdes. A maior parte da vida na Terra usa a luz vermelha visível na fotossíntese, mas algumas usam luz infravermelha. A fotossíntese é o principal processo autotrófico e é realizada pelos seres clorofilados, representados por plantas, alguns protistas, bactérias fotossintetizantes e cianobactérias. Na fotossíntese realizada pelos seres fotossintetizantes, com exceção das bactérias, o gás carbônico (CO_2) e água (H_20) são usados para a síntese de carboidratos, geralmente a glicose. Nesse processo, há a formação de oxigênio (O_2), que é liberado para o meio.

A fotossíntese realizada pelas bactérias fotossintetizantes difere em muitos aspectos da realizada pelos demais organismos fotossintetizantes: Essa equação mostra que, na presença de luz e clorofila, o gás carbônico e a água são convertidos em uma hexose – neste exemplo, a glicose, havendo liberação de oxigênio. Os seres fotossintetizantes são fundamentais para a manutenção da vida em nosso planeta, pois são a base da maior parte das cadeias alimentares e produzem oxigênio, gás mantido na atmosfera em concentrações adequadas graças principalmente a atividade fotossintética A fotossíntese é o principal processo autotrófico e é realizada pelos seres clorofilados, representados por plantas, alguns protistas, bactérias fotossintetizantes e cianobactérias. O xilema é o tecido que transporta água e sais minerais das raízes para a parte aérea, enquanto o floema é o tecido que translouca os produtos da fotossíntese das folhas maduras para as áreas de crescimento e de estoque como raízes, frutos, folhas jovens, etc. O floema também redistribui água e

vários compostos orgânicos na planta. Alguns destes compostos chegam na folha madura via xilema e podem ser redistribuídos para as demais regiões da planta sem sofrer qualquer modificação metabólica. No xilema também são encontrados solutos orgânicos, como os produtos da assimilação do nitrogênio como os aminoácidos, glutamina e asparagina, e os ureídeos, ácido alantóico, alantoína e citrulina, dentre outros. Na estrutura do floema observa-se as funções de translocação e distribuição de fotoassimilados.

Para entender a realização da fotossíntese (Figura 20) na folha, incluindo a clorofila e a presença de luz, a absorção de CO_2 e da água proveniente do ambiente e da atmosfera, para a formação dos hidratos de carbono é necessário conhecer os fatores relacionados com solo de onde extrai a água e os nutrientes, o movimento dos ions na planta que através das raízes absorve esses compostos carreados pelo xilema, chegando ao floema sendo carreado e distribuído nas diversas partes das plantas, após os carboidratos serem submetidos a ciclos específicos e transformados em gorduras, açúcares, amino ácidos, proteínas e outros.

7. SOLO

Uma das características mais importantes das raízes é a sua capacidade de absorver e transportar íons do solo até o xilema e daí até a parte aérea. Ao chegar a superfície da raiz o íon pode seguir diferentes caminhos (NUNES, 2016).

A entrada de água do solo e nutrientes nas plantas ocorre pela raiz, favorecida pela presença de pelos radiculares que aumentam a superfície de absorção. Água e íons são essenciais para o desenvolvimento da planta e são conseguidos graças às raízes, que, além de fixar a planta no solo, atuam na função de absorção. Essas substâncias entram pelas raízes e seguem até o xilema,

um tecido condutor que as transporta para todas as partes da planta. Ambos, água e solo, são absorvidos pelas raízes, e esse processo é facilitado por pelos radiculares. A maior parte da água vinda do solo, que entra no corpo da planta, penetra por pontos mais jovens da raiz, diretamente pela epiderme. Os pelos radiculares atuam nesse processo para aumentar a superfície de contato. Após atravessar a epiderme, a água movimenta-se pelo córtex, atingindo a endoderme e seguindo em direção ao cilindro vascular, formado por tecidos condutores. Ao atingir o xilema, a água segue da raiz para outros locais da planta (SANTOS, 2019).

7.1 Célula e movimento de água na planta

A importância do floema é caracterizado por ser o tecido das plantas vasculares que leva os produtos fotoassimilados, comumente chamados em conjunto de seiva elaborada, pelo caule até à raiz e aos órgãos de reserva (Tabela 3). Esses produtos são substâncias inorgânicas e orgânicas, como água, lipídios e carboidratos, transportados desde os órgãos da planta com capacidade fotossintética ou produtores, como folhas maduras, até outros que funcionam como consumidores dessas substâncias, para a formação de novos órgãos ou para reserva como os meristemas. As células do interior do caule, da raiz, das flores, dos frutos e dos órgãos de reserva - que podem estar dispersos dentro do caule e da raiz, mas que podem estar em partes especializada da planta, como nos tubérculos e rizomas.

IR PARA SUMÁRIO

Tabela 3 - Tipos de células que compõem o xilema

Tipos de células que compõem o xilema		Função
Elementos traqueais	Traqueides	Condução e sustentação
	Elementos de vasos	
Fibras	Fibrotraqueides	
	Fibras libriformes	Sustentação e eventual armazenamento
	Fibras septadas	
	Fibras mucilaginosas	

As traqueídes, são células do xilema, cilíndricas, alongadas e com numerosos poros, tanto nas paredes laterais, como nas apicais (Figura 22). As paredes celulares das traqueídes são reforçadas por lignina, um composto químico produzido apenas pelas plantas, que as torna impermeáveis e rígidas. Esta rigidez possibilita que as plantas desenvolvam um hábito ereto e que algumas delas se tornem árvores. São consideradas células mortas devido estarem impermeabilizadas e não realizarem trocas essenciais à sobrevivência das plantas. As traqueídes fornecem canais para a passagem de água e sais minerais e em muitas plantas também proporcionam sustentação para os caules. Constituem o único tipo de célula condutora de água na maioria das plantas vasculares, à exceção das angiospermas e de um grupo peculiar de gimnospermas, conhecido como gnetófitas, do filo Gnetophyta. As traqueídes são mais primitivas ou seja menos especializadas que os elementos de vaso, que são as principais células condutoras de água nas angiospermas.

Em comparação às traqueídes, esses elementos de vaso são, em comparação com os traqueíde, considerados mais eficientes na condução de água porque a água flui, de modo relativamente livre, de um elemento de vaso a outro através das perfurações. Porém, os elementos de vaso, por formarem um sistema aberto,

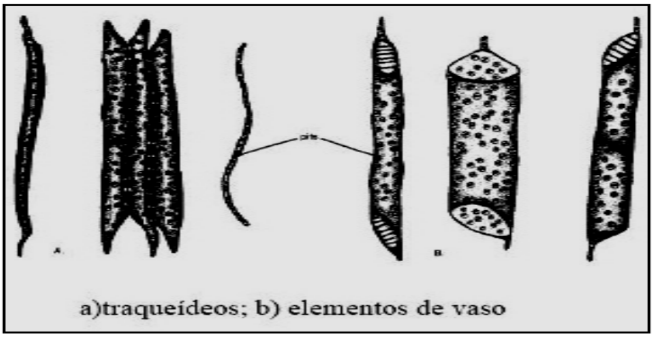
são menos seguros que as traqueídes para a planta. A água, ao fluir de uma traqueíde para outra, precisa atravessar a membrana das pontoações das paredes primárias finas e modificadas de um par de pontoações. Embora a membrana da pontoação, por ser porosa, ofereça pouca resistência à passagem da água, ela bloqueia até mesmo as menores bolhas de ar. Assim, as bolhas de ar que se formam em uma traqueíde, durante o congelamento e o descongelamento alternados da água do xilema durante a primavera ficam restritas àquela traqueíde, e qualquer obstrução resultante para o fluxo da água é também limitada.

Para Ravem *et al*. (2014) a diferenciação das traqueídes é um exemplo de apoptose, morte celular programada. O vacúolo se alonga em toda a célula, nisso se sintetiza mais camadas celulósicas para a formação da parede secundária. A parede secundária vai sendo depositada internamente à parede primária em toda a célula, exceto nas pontoações e nas áreas da parede primária onde se desenvolverão as futuras perfurações. Ocorre, então, a deposição de lignina e com isso a apoptose do vacúolo e o núcleo da célula. Permanecendo, assim, somente a parede secundária lignificada.

O floema é formado por células alongadas, cilíndricas, provenientes de céculas do procâmbio quando estão em crescimento primário, ou pelo câmbio vascular que forma o floema secundário da sua porção externa. O floema é um tecido condutor vegetal que transporta seiva elaborada. Ele é formado de elementos crivados, células companheiras, células parenquimáticas, fibras e esclereides. Pelo floema circulam água, carboidratos, aminoácidos lipídios hormânios, vitaminas, entre outras substâncias. Este tecido ocorre em todos os órgãos do vegetal.

IR PARA SUMÁRIO

Figura 21 - Celulas do floema de acordo com o grupo de cientista da Unisanta – Santos, constituído por quatro tipos celulares basicamente



Fonte: MBA-FVG:RJ, 2019.

Os elementos de tubo crivado são células vivas mais curtas (Figura 21), quase sem organelas, colocadas topo a topo, formando os tubos crivosos. As suas paredes celulares transversais denominam-se placas crivosas que fazem as conexões entre as células e através das aberturas chamadas crivos estabelecem a ligação entre o citoplasma de células adjacentes. Cada crivo é revestido de calose, um polímero de glicose, que no inverno pode obstruir completamente o vaso, dissolvendo-se depois na primavera. Quando ocorrem infecções o vaso pode ser parasitado ou obstruído com calose (MBA-FGV:RJ, 2019).

As células crivadas são células alongadas que apresentam as paredes com áreas crivadas com poros.

Células de companhia ou células companheiras são células parenquimatosas especializadas, que contém todos os componentes que existem nas células vivas, inclusive o núcleo. São as células mais intensamente ligadas ao elemento do tubo crivado. O elemento do tubo crivado e suas células companheiras estão relacionados no desenvolvimento, são derivados da mesma célula mãe e têm várias conexões citoplasmáticas entre si. De acordo com o grupo do MBA- RJ esta ocorrência é devida

as muitas conexões; a possível função das células companheiras é a de liberar substâncias para o elemento do tubo crivado, e, quando o núcleo deste estiver ausente, incluir moléculas de informação como proteínas e ATP. Quando um elemento crivado morre, morrem também suas células companheiras, o que é uma expressão dessa interdependência.

Células do parênquima liberino exercem funções de reserva (Figura 4) de diferentes compostos como amido, taninos e cristais. As fibras liberinas ou liberianas são células mortas e abundantes no floema e exercem funções de suporte, podendo atuar também como células parenquimatosas, armazenando substâncias em suas células.

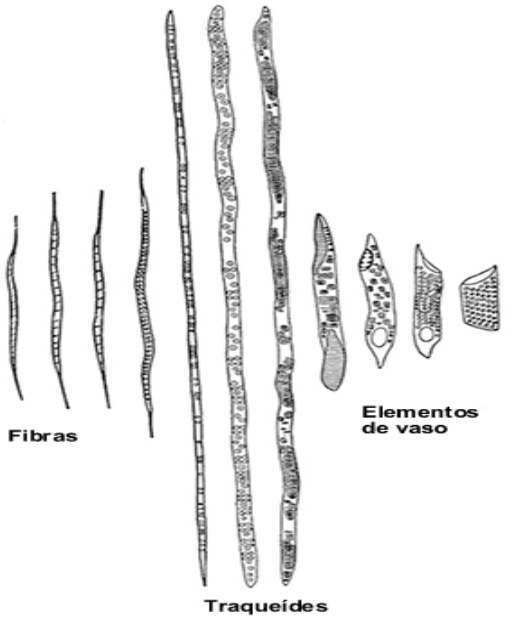
As esclereides (Tabela 4) também são células comuns no floema podendo ser encontradas associadas as fibras ou isoladas.

Tabela 4 - Tipos de células que compõe o floema

Grupo	Tipo de células	Função
Elementos crivados	Células crivadas	Condução denutrientes orgânicos a longa distância
	Elementos de tubos crivados	Sustentação as vezes armazenamento de açúcares
Células esclerenquimáticos	Fibras	
	Esclereides	
Elementos parenquimáticos	Células companheiras	Cargas e descargas de tubos crivosos, Translocação radial
	Células albominosas	
	Células parenquimáticas axiais	
	Células parenquimáticas axiais	Armazenamento
Elementos granulares e idioblastos		Secreção. Depósito

Fonte: (BIANCHI, 2019).

Figura 22 - Traqueídios e traqueias de diversas plantas, vistos lateralmente



Fonte: Noggle e Fritz (1976).

É de notar os diferentes tipos de pontuações nas paredes laterais destas células, e os diferentes tipos de perfurações que existem nas paredes dos topos das traqueias

A água pode percorrer três caminhos através da raiz (Figura 22), via apoplasto, a água passa margeando o protoplasto, via parede celular, simplasto quando a água passa de protoplasto a protoplasto por meio dos plasmodesmos; transcelular, cujo caminho, a água passa de célula a célula através das membranas celulares.

No caso dos nutrientes inorgânicos, a captação também ocorre pela epiderme, principalmente nos pelos absorventes de raízes jovens. Os íons movem-se da epiderme até a endoderme de maneira simplástica. Os minerais são absorvidos por meio de transporte ativo (NOGLE; FRITZ, 1976).

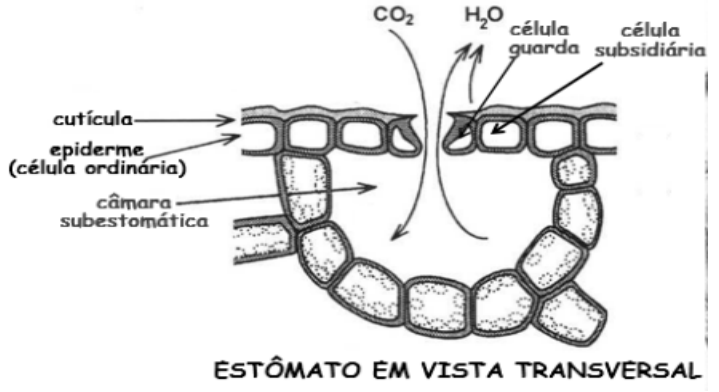
Nas gimnospermas e angiospermas, a absorção dos nutrientes no solo é facilitada pela presença de fungos denominados de micorrízicos. Esses fungos associam-se aos sistemas radiculares e são importantes principalmente para a absorção de fósforo.

→ Pressão positiva da raiz e teoria da coesão-tensão

O transporte de água ocorre de diferentes maneiras e está relacionado com a transpiração. Quando há pouca transpiração, observa-se a pressão positiva da raiz. Nas ocasiões em que há muita transpiração, o transporte é explicado pela teoria da coesão-tensão.

A pressão positiva da raiz ocorre quando a transpiração acontece lentamente, ou está ausente, ocorre uma secreção de íons para dentro do xilema (Figura 23). O potencial hídrico torna-se mais negativo e a água entra por osmose. Desse modo, cria-se uma pressão positiva que força a água, e também os íons que estão dissolvidos, a subir pelo xilema.

Figura 23 - Movimentação da água no tecido vegetal devido a tensão gerada pela transpiração



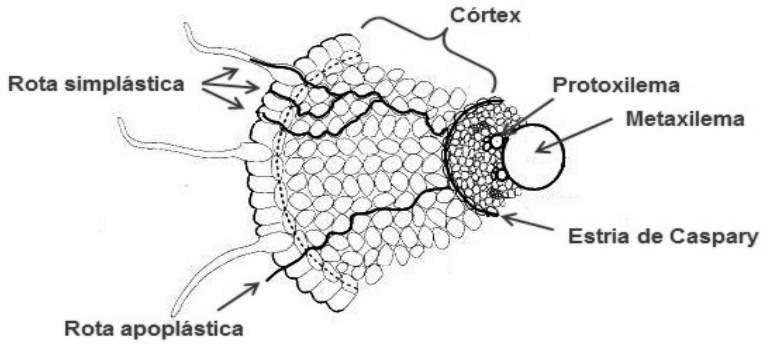
Fonte: Santos, 2019.

Teoria da coesão-tensão: Essa teoria explica que a água é puxada devido à tensão gerada pela transpiração. Nessas ocasiões, a água é puxada por fluxo de massa pelos ramos que estão passando pelo processo de transpiração. Assim sendo, as raízes tornam-se superfícies de absorção passiva (SANTOS 2019).

7.2.1 - Rotas de movimento do íon na planta

Os íons ao se movem radialmente para o xilema podem percorrer duas rotas ou vias.

Figura 24 - Rotas de transporte dos ions e de água nos tecidos das raízes



Fonte: NUNES, 2019.

7.2.2 - Rota apoplástica

O contínuo de paredes celulares e espaços intercelulares é conhecido como apoplasto e consiste em um sistema interconectado que engloba as células da epiderme e do córtex, em que a água e os íons inorgânicos movimentam-se livremente sem nenhuma restrição. A penetração de solutos neste espaço é rápida e, não é afetada por baixas temperaturas ou por inibidores metabólicos, sendo, portanto, inteiramente passiva e não envolvendo

nenhuma membrana biológica. O apoplasto constitui, em média, de 10 a 15% do volume total das raízes (Figura 24).

7.2.3 - Rota simplástica

Os citoplasmas de células vizinhas, conectadas através dos plasmodesmas, formam um contínuo, que é conhecido coletivamente como simplasma ou simplasto, por onde os íons e moléculas podem também se mover. Isto ocorre em função das inúmeras plasmodesmas interligando as diversas células. Entre o córtex e o cilindro central existe uma camada de células especializadas, a endoderme. Nessa camada de células se formam as estrias de Caspary, que bloqueiam efetivamente a entrada de água e de íons minerais no cilindro central, via apoplasto. Desta forma o movimento do íon:- Pode entrar via simplasto imediatamente na membrana plasmática das células epidérmicas, inclusive nos pêlos radiculares, ou ele pode se difundir entre as células da epiderme e córtex, via apoplasto;- Do apoplasto do córtex, um íon pode difundir-se radialmente para a endoderme ou entrar via membrana da célula cortical, no simplasto;- Em todos os casos, o íon deve entrar no simplasto, antes que ele chegue ao cilindro central, devido a presença das estrias de Caspary nas células da endoderme. Após o íon ter entrado no cilindro central através do simplasto, ele continua a se difundir de célula para célula. Finalmente, o íon retorna para o apoplasto do cilindro central e difunde-se para dentro do xilema. Novamente, as estrias de Caspary evitam que o íon retorne para o apoplasto do córtex. Assim, a planta pode manter uma maior concentração iônica no xilema do que no meio em que a raiz está crescendo ou seja na solução do solo. Os nutrientes minerais, uma vez no xilema, são carreados para a parte aérea pelo fluxo transpiratório. Algumas vezes, a ascensão da seiva do xilema é movida pela pressão radi-

cular, quando os solos estão úmidos e a umidade relativa do ar é alta, tal como ocorre durante as primeiras horas do dia quando a transpiração é praticamente ausente. Na parte aérea, alguns nutrientes minerais podem ser redistribuídos pelo floema, particularmente, os que são muito móveis (Figura 24).

8. INTERRELAÇÃO XILEMA/FLOEMA

As plantas apresentam conjuntos de células especializadas na realização de determinadas funções: os tecidos. O xilema e floema são tecidos condutores, constituintes do sistema vascular da planta, responsáveis pelo transporte e distribuição de substâncias ao longo do vegetal (LIMA, 2019).

A hipótese de fluxo de massa ou fluxo de pressão é uma das teorias mais aceitas relativamente no transporte no floema. Esta hipótese admite que a translocação floémica ocorre graças a um gradiente nas concentrações de sacarose. Este gradiente é estabelecido entre uma fonte, região da planta onde a sacarose entra no floema, e o local de consumo na região da planta onde a sacarose sai do floema.

8.1 - Hipótese de fluxo de massa

Modelo que explica a deslocação da seiva nos vasos condutores, proposto por Ernst Münch em 1927. De acordo com esta hipótese, a sacarose desloca-se através dos vasos crivosos desde as fontes de produção, folhas e órgãos de reserva, no período da utilização das reservas, até aos locais de utilização que são os tecidos ou órgãos em formação ou crescimento, e os órgãos de reserva durante a fase de acumulação de reservas.

IR PARA SUMÁRIO ▲

8.2 - Translocação

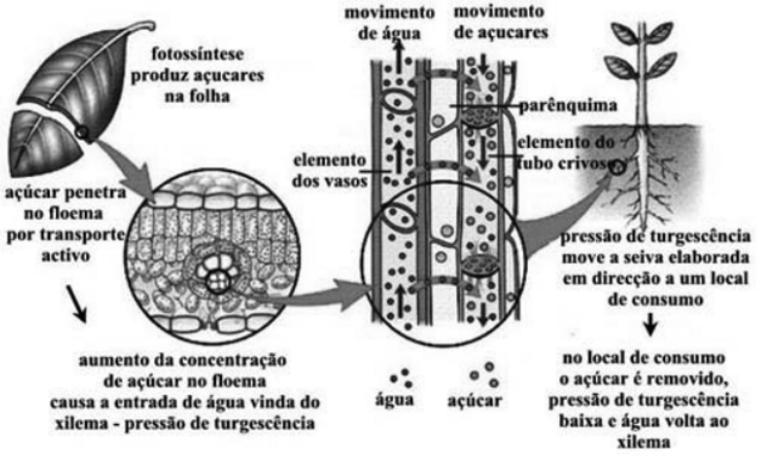
Movimento de minerais e outros compostos químicos no interior da planta. Ocorrem dois processos básicos. O primeiro consiste na absorção de minerais solúveis do solo e no seu transporte através da raiz, para depois serem conduzidos a outros órgãos por vasos condutores de água. O segundo consiste no transporte das substâncias orgânicas sintetizadas nas folhas a outros órgãos, especialmente àqueles situados em zonas de crescimento (CARDOSO, 2019; VITORIA, 2019).

8.3 - Hipótese do fluxo de massa:

A glicose elaborada nos órgãos fotossintéticos é convertida em sacarose que passa para o floema por transporte activo. O aumento da concentração de sacarose nas células dos tubos crivosos provoca uma entrada de água nestas células, que ficam túrgidas. A pressão de turgescência, pressão que o conteúdo de uma célula exerce sobre a parede celular quando a célula fica túrgida, faz com que a solução atravesse as placas crivosas. Ocorre, assim, um movimento das regiões de alta pressão para as regiões de baixa pressão. A sacarose é retirada do floema para os locais de consumo ou de reserva por transporte ativo, onde é convertida em glicose que pode ser utilizada na respiração ou polimerizar-se em amido, que fica em reserva. O aumento da concentração de sacarose nas células envolventes provoca uma saída de água dos tubos crivosos, diminuindo a pressão de turgescência.

IR PARA SUMÁRIO

Figura 25 - Diagrama representanto a teoria do fluxo de massa



Fonte: Cardoso (2019).

O xilema, ou lenho, é responsável pela condução de água e sais minerais denominada de seiva bruta das raízes até o ápice da planta. É constituído por células mortas impregnadas por lignina e reforçadas com celulose. Há dois tipos de vasos lenhosos: traqueídes ou vasos fechados: sem lignina em algumas regiões, denominadas pontuações; e elementos de vasos, os vasos abertos, onde a parede celular é ausente em alguns pontos, permitindo a passagem de água com maior facilidade (Figura, 25). Ao mesmo tempo, o floema, ou líber, é responsável pela condução da seiva elaborada das folhas às outras regiões da planta. Esta é produzida graças à água e sais minerais que o xilema transportou até as folhas, que são usados na fotossíntese, produzindo os compostos orgânicos que a constituem. Os elementos de tubos crivados ou seja células vivas, anucleadas e alongadas, constituintes fundamentais deste tecido CARDOSO, 2019).

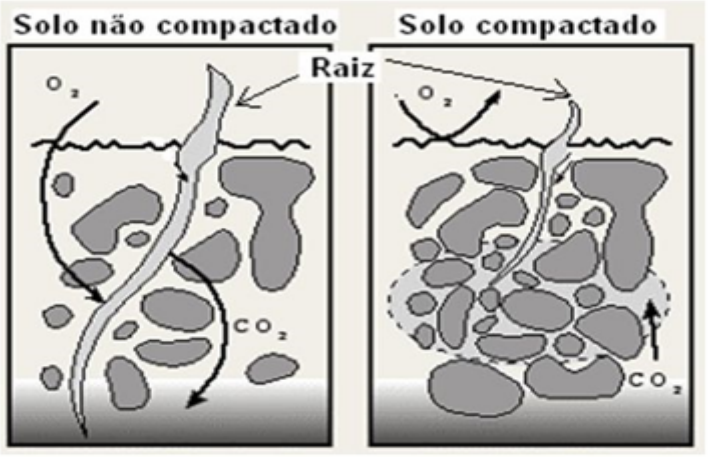
Suas paredes possuem vários poros ou crivos. Cada um destes é atravessado por um plasmodesma: uma ponte citoplasmática que se comunica com o citoplasma e células vizinhas.s tubos crivados sobrevivem por meio da troca de substâncias com as células companheiras. Além desses dois, fibras de esclerênquima e células do parênquima são encontradas no floema, auxiliando na sustentação e no armazenamento de substâncias.

9. TIPOS DE RAÍZES.

O processo envolvendo o final da fotossíntese envolve uma camada localizada no o solo, constituída pelas raízes, e outra área constituída pelo caule, folhas, flores e frutos. As células das raízes, assim com as células de muito caules, não fazem fotossíntese e por isso dependem do alimento produzido nas células das folhas. O caule, folhas, flores e frutos, por sua vez, dependem da água e dos sais minerais absorvidos pelas raízes. Para haver absorção, o solo deve ser preparado para criar condições para o desenvolvimento da raiz. Algumas técnicas de preparo do solo (Figura 26), aplicação de adubos orgânicos, estercos adubação verde facilitam o meio em se manter mais úmido e mais arejado.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 26 - Compactação do solo como impedimento à difusão do nitrogênio, arejamento, armazenamento de água e melhor desenvolvimento de raíz que favorecem a absorção, transporte e redistribuição de água e transporte de solução do solo



Fonte: SP-Slide player: cadastro. nutriçaodesafra.com.br.

Quase sempre a raiz é originada a partir da radícula do embrião, localizado na semente. A partir dela surgem ramos secundários. No entanto, é frequente surgirem raízes a partir de caules e mesmo de folhas. Essas raízes conhecidas como adventícias - do latim *advena* = que vem de fora, que nasce fora do lugar habitual, são comuns, por exemplo, na base de um pé de milho. Existem dois tipos básicos de sistema radicular: pivotante, em que há uma raiz principal, e o fasciculado, em que os ramos radiculares são equivalentes em tamanho e aparência, não apresentando uma raiz principal.

9.1 - Partes da raiz

Coifa refere-se a extremidade de uma raiz envolta por um capuz de células, cuja função é proteger o meristema radicular, um tecido em que as células estão se multiplicando ativamente por

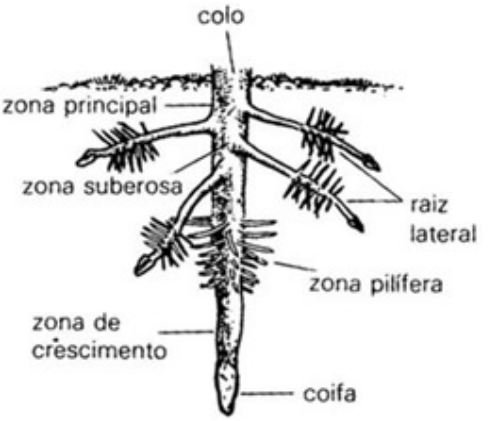
mitose. É no meristema que são produzidos as novas células da raiz, o que possibilita o seu crescimento.

Zona de distensão – é a região onde as células surgidas por mitose crescem situada logo após a extremidade de maior taxa de crescimento.

c) A seguir surge a zona pilífera da raiz (Figura 27), que se caracteriza por apresentar células epidérmicas dotadas de projeções citoplasmáticas finas e alongadas, os pelos absorventes. É através desses pelos que a raiz absorve do solo a maior parte da água e dos sais minerais de que precisa.

d) Região de ramos secundários é aquela que se observa o brotamento de novas raízes que surgem de regiões internas da raiz principal.

Figura 27 - Sistema radicular de uma planta e suas características importantes para o processo de absorção de água e nutrientes



Fonte: Barros 2019, Freitas *et al*., 2008.

A principal função da raiz é a absorção dos nutrientes minerais, sendo que, no solo, também é responsável pela fixação do vegetal ao substrato (BARROS, 2008; FREITAS *et al*. 2008). Alguns tipos de raízes, no entanto, também desempenham outras funções:

Raízes tuberosas, como as da mandioca, da batata-doce e do nabo armazenam reservas alimentares, principalmente na forma de grãos de amido, utilizadas durante a floração e a produção de frutos pela planta. Os agricultores colhem essas raízes antes da planta tenha chance de consumir as reservas armazenadas, utilizando-as na alimentação humana e de animais.

Raízes respiratórias ou pneumatóforos são adaptadas a realização de trocas gasosas com o ambiente. Esse tipo de raiz é encontrado em plantas como a *Avicena tomentosa*, que vive no solo encharcado e pobre em gás oxigênio nos manguezais. As raízes principais dessa planta crescem rente à superfície do solo e, de espaço em espaço, apresentam pneumatóforos, que crescem para cima, perpendicularmente ao solo. Durante a maré vazante os pneumatóforos ficam expostos e pode realizar trocas de gases com o ar.

Raízes-suportes, também chamadas raízes-escoras, aumentam a base de fixação da planta ao solo. Algumas espécies de árvores possuem raízes tubulares, em forma de pranchas verticais, que aumentam a estabilidade da planta e fornecem maior superfície para respiração do sistema radicular.

Raízes aéreas são características de plantas epífetas, isto é, que vivem sobre outras plantas sem parasitá-las. Essas raízes podem atingir vários metros de comprimento antes de alcançar o solo, constituindo os cipós.

Raízes sugadoras são adaptadas à extração de alimentos de plantas hospedeiras, sendo características de plantas parasitas, como o cipó-chumbo e a erva-de-passarinho. As raízes sugadoras possuem um órgão de fixação, chamado apreensório, do qual partem finas projeções denominadas haustórios. Os haustórios penetram na planta hospedeira até atingir os vasos condutores de seiva, de onde extraem água e nutrientes de que a planta parasita

necessita para sobreviver. No caso da planta ser hemiparasita, a exemplo da erva-de-passarinho, planta clorofilada, e portanto autótrofa, somente a seiva bruta, água e minerais que transitam pelos vasos lenhosos do xilema é retirada da planta hospedeira.

Os caules são, em geral, estruturas aéreas, que crescem verticalmente em relação ao solo. Existem, no entanto, caules que crescem horizontalmente, muitas vezes, subterraneamente. O caule realiza a integração de raízes e folhas, tanto do ponto de vista estrutural como funcional. Em outras palavras, além de constituir a estrutura física onde se inserem raízes e folhas, o caule desempenha as funções de condução de água e sais minerais das raízes para as folhas, e de condução de matéria orgânica das folhas para as raízes.

Caules jovens têm células clorofiladas e são revestidos por uma epiderme uniestratificada, isto é, formada por uma única camada, estrato, de células. Plantas que apresentam pequeno crescimento em espessura, como as gramíneas, por exemplo, também apresentam caules revestidos pela epiderme e esta pode ainda apresentar sobre si, externamente, uma cutícula protetora.

Já em plantas que crescem muito em espessura, transformando-se em arbustos ou árvores, a epiderme é substituída por um revestimento complexo, formado por vários tecidos. O tecido mais externo é formado por células mortas, que conferem o aspecto áspero e opaco aos troncos das árvores. Esse revestimento multitecidual, denominado periderme, acompanha o crescimento em espessura dos troncos.

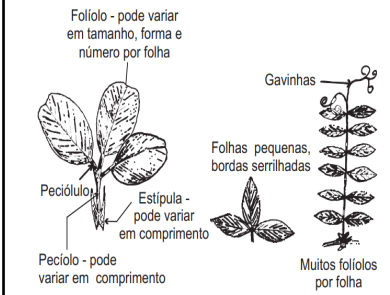
Caules subterrâneos podem ser distinguidos de raízes porque apresentam gemas ou botões vegetativos, a partir dos quais podem se desenvolver ramos e folhas (THOMAZ *et al*., 2019).

IR PARA SUMÁRIO

9.1 - Folha

A folha completa apresenta formato variável, uma folha completa, formada por um cabinho-suporte, chamado cientificamente de pecíolo, uma superfície achatada composta de duas faces e o limbo percorrido pelas nervuras. A principal função da folha é servir como local em que é realizada a fotossíntese (NASCIMENTO, 2019). Existem variações de algumas plantas como as folhas modificadas, as folhas aprisionadoras de insetos das plantas insetívoras e os espinhos dos cactos. As folhas são sempre originadas a partir de um gema lateral do caule. Quanto ao tipo de nervura existem dois tipos básicos que apresentam: as paralelinérveas, típicas das monocotiledôneas, e as reticulinérveas, comuns em eudicotiledôneas (Figura 28 a,b).

Figura 28 - Exemplos de variações de duas plantas em relação às nervuras (Santos, 2019)

Figura 28a – Morfologia da folha de uma leguminosa	Figura 28b – Morfologia da folha de uma gramínea.
	

Fonte: Adaptado de Mullen, 1996, citado por Fontanelli *et al*., 2019; Dock player 2019.

Eudicotiledôneas, duas classes do grupo das dicotiledôneas foram anteriormente classificadas como angiospermas que foi desmembrado por não ser monofilético. O prefixo eu significa

verdadeiro (Figura 28), portanto os estudiosos consideram que este termo designaria as plantas que realmente apresentam dois cotilédones. Esse grupo difere-se do antigo dicotiledônea por apresentar somente plantas que apresentem grão de pólen triaperturado, característica derivada de um ancestral comum, que torna o grupo monofilético. Monofilia ou monofiletismo é a propriedade apresentada por um agrupamento taxonômico, ou seja um *taxon* ou conjunto de organismos, que contenha entre os seus elementos todos e apenas os descendentes de um *ancestral comum*. Um conjunto de organismos que satisfaça a condição de monofilia é um agrupamento monofilético, o que na moderna cladística corresponde a um taxon ou grupo de organismos, que forma um clado ou ramo, ou seja, que consiste exclusivamente numa espécie ancestral e todos os seus descendentes. Em consequência da partilha do patrimônio genético do ancestral comum, os membros de um grupo monofilético caracterizam-se por partilharem características derivadas comuns, as sinapomorfias. Monofilia é sinónimo de holofilia, termo entretanto caído em desuso.

Em algumas plantas, principalmente monocotiledôneas, não há um tecido propriamente dito, mas estruturas foliares especiais, conhecidas pelo nome de bainha, que servem de elemento de ligação da folha à planta. É o caso, por exemplo, da folha de milho. Já em eudicotiledôneas, próximas aos pecíolos existem estruturas de formatos diversos – podem ser pontiagudas, laminares ou com a forma de espinhos, conhecidas por estípulas.

Os formatos e as cores das folhas são muito variáveis e algumas delas chamam a atenção por suas estruturas características. É o caso, por exemplo, das folhas modificadas presentes em plantas carnívoras, cuja adaptação auxilia na captura de insetos. Também é importante a coloração de certas brácteas, pequenas

folhas modificadas na base das flores; apresentam coloridas e atuam como elemento para atração dos insetos. Por isso, são importantes tanto para coleta de pólen para vários insetos produzirem alimentos como multiplicação de plantas (SANTOS, 2019).

Em muitas espécies de angiospermas, principalmente nas adaptadas às regiões temperadas, nas plantas decíduas, ocorrem caídas das folhas no outono e renascem na primavera. Conceituam como plantas decíduas ou caducifólias aquelas que perdem as folhas em determinada estação do ano no processo denominado abscisão foliar. As plantas que não perdem as folhas são chamadas de perenes. A queda das folhas no outono é interpretada como uma adaptação ao frio intenso e à neve; em vez de ter as folhas lesadas pelo frio do inverno, a planta as elimina no outono, em um processo por ela controlado.

A queda das folhas ocorre por meio de um processo chamado abscisão foliar. Inicialmente forma-se um tecido cicatricial na região do pecíolo que une a folha ao caule; o tecido de abscisão, que interrompe gradativamente a passagem de água e nutrientes minerais do caule para a folha. As plantas, assim, perdem as folhas com o mínimo de prejuízo e reduzem a atividade metabólica durante todo o inverno. Na primavera, surgem novos primórdios foliares junto às gemas dormentes, que logo se desenvolvem em folhas.

As folhas, de diferente espécies, podem ser classificadas de acordo com a sua disposição no caule, a forma do limbo, a forma da borda, dentre vários processos. A filotaxia classifica as folhas de acordo com os seus arranjos no caule; observa-se na prática três tipos básicos; oposta quando existem duas folhas por nó; inseridas em regiões opostas e verticilada quando três ou mais folhas inserem-se no mesmo nó; alternada, as folhas se inserem

em regiões ligeiramente deslocadas entre si, em nós sucessivos, organizadas formando uma hélice.

O limbo, órgão vegetal preso a um caule ou ramo por um pecíolo fino que sustenta o limbo verde, plano e cheio de nervuras. Este pode ser simples ou seja não-dividido ou composto, dividido em dois, três ou mais folíolos. Caso os folíolos de um limbo composto partam todos de um mesmo ponto do pecíolo, dispondo-se como os dedos de uma mão, a folha é chamada de palmada.

Quando os folíolos de dispõem ao longo do pecíolo, a folha é chamada de penada. As folhas penadas podem terminar em um único folíolo, sendo chamadas imparipenadas, ou em dois folíolos, sendo chamadas paripenadas. A forma e o tipo de borda do limbo são outras características utilizadas na classificação de folhas (BIOMANIA, 2019).

10. FOTOSSÍNTESE

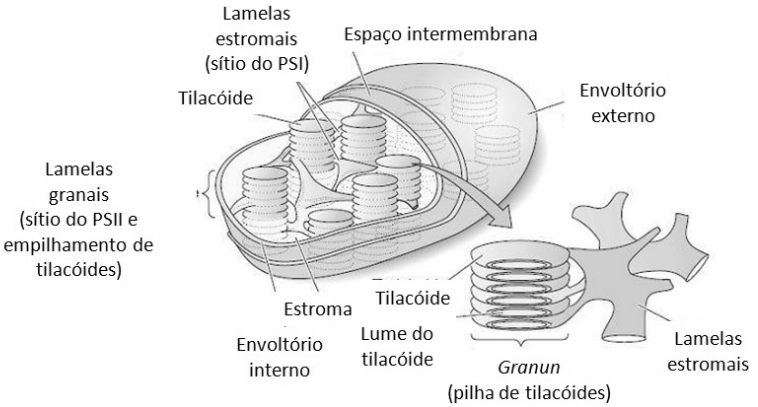
O termo fotossíntese significa síntese pela luz, sendo o processo pelo qual plantas, algas e algumas bactérias utilizam a energia luminosa para produzir matéria orgânica. A fotossíntese é o principal meio de produção de energia dos seres autotróficos. Esse processo geralmente utiliza gás carbônico (CO_2) e água (H_2O) para a produção de matéria orgânica na forma de glicídios, a qual servirá de alimento para o organismo, liberando também oxigênio (O_2) gasoso para a atmosfera no processo. Praticamente todo o oxigênio que compõe a atmosfera atual da Terra é resultado da fotossíntese (NASCIMENTO, 2019), representado pela equação geral:

$$12\ H_2O + 6\ CO_2 \rightarrow 6\ O_2 + C_6H_{12}O_6 + 6\ H_2O$$

10. 1 - Células fotossintetizantes

Nas células, a fotossíntese ocorre em organelas chamadas de cloroplastos, a qual contém pigmentos responsáveis pela absorção da energia luminosa. O pigmento fotossintetizante mais conhecido é a clorofila, mas alguns organismos utilizam carotenoides e ficobilinas. Clorofila, com a finalidade pastagem constitui um complemento de esclarecimentos sobre a produção de forragens em ambiente aberto como se usa na maioria dos sistemas que exploram a atividade agropecuária brasileira. Designa clorofila um grupo de pigmentos fotossintéticos presente nos cloroplastos das plantas , em sentido geral, incluindo também as algas, cianofíceas e diversos protistas anteriormente considerados algas ou plantas , como as algas vermelhas ou castanhas. A intensa cor esverdeada da clorofila se deve a suas fortes absorções das regiões azuis e vermelhas do espectro eletromagnético, e por causa destas absorções a luz que ela reflete e emite a cor verde.

Figura 29 - Organização geral das membranas do cloroplasto na fotossíntese



Fonte: Tays e Zeiger (2004) citado por Oliveira (2019).

Ela consegue canalizar a energia da luz solar em energia química através do processo de fotossíntese. Neste processo, a energia absorvida pela clorofila transforma dióxido de carbono e água em carboidratos e oxigênio, através de algumas etapas. No estroma ainda se encontram grãos de amido, lipídios, DNA, RNA, ribossomas (TAIZ; ZEIGER, 2004 citado por Oliveira, 2019).

As membranas internas dos cloroplastos (MORAIS, 2019; SANTOS, 2019), chamadas de tilacoides (Figura 29), contêm complexos chamados de fotossistemas (PS). Esses fotossistemas são compostos pelos pigmentos fotossintetizantes juntamente com proteínas e moléculas transportadoras de elétrons. Eles são divididos em fotossistema I e fotossistema II de acordo com o comprimento de onda considerado ótimo para a absorção.

Os dois fotossistemas funcionam de forma independente, mas são ligados por uma cadeia de moléculas transportadoras de elétrons. Os fotossistemas se organizam ainda em dois complexos: complexo antena e centro de reação. O complexo antena é formado por moléculas de pigmento que captam a energia da luz e a transfere até chegar ao centro de reação. O centro de reação é o local onde a energia luminosa vai ser convertida em energia química (OLIVEIRA, 2019).

PSI (fotossistema) = $4Fd\ (Fe^{2+}) + 2NADP^{+} + 2H^{+} \rightarrow 4Fd\ (Fe^{3+}) + 2NADPH + H^{+}$

PSII (fotossistema) = $2H_2O \rightarrow 4H^{+} + 4^{e-} + O$

10.2 - Conceito de cloroplasto

Compreender o que é cloroplasto e sua estrutura é importante para entender o funcionamento das células vegetais e das algas verdes.

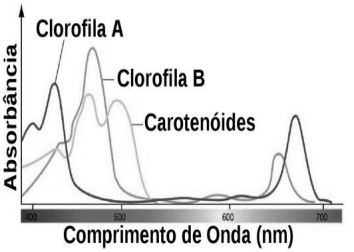
Os cloroplastos são as organelas celulares em que ocorrem as reações de fotossíntese, que utilizam a energia luminosa para a produção de moléculas orgânicas. Essas importantes estruturas são encontradas nas algas verdes e nas plantas. São organelas que fazem parte de um grupo conhecido como plastídios. Essas organelas são envoltas por duas membranas lipoproteicas e possuem internamente uma rede de membranas complexas. Geralmente os plastídios são classificados de acordo com o tipo de pigmento que apresentam. No caso dos cloroplastos, o pigmento encontrado em maior quantidade é a clorofila, um pigmento verde. Esses cloroplastos (Figura 30) são organelas que apresentam pigmentos tais como clorofila e carotenoides. A clorofila, um pigmento verde, apresenta-se em maior quantidade e, por isso, reduz a importância do carotenoide, que é um pigmento amarelo. Esse pigmento verde é essencial para a realização da fotossíntese, e o carotenoide é um antioxidante atuante no sistema de absorção de luz. Além de pigmentos, é possível encontrar amido e corpos oleaginosos no interior dessa organela. O amido geralmente é armazenado temporariamente e acumula-se na estrutura quando está ocorrendo fotossíntese (SANTOS, 2006).

IR PARA SUMÁRIO ▲

Equação geral da fotossíntese:

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{Clorofila}]{} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$$

Figura 30 - Faixas de espectro visível em diferentes tipos de cor e pigmento de ondas

Comprimento de onda (nm)	Cor	Pigmento e Comprimento de onda
340-400	Ultravioleta próximo (Invisível)	
400-430	Violeta	
430-500	Azul	
500-570	Verde	
570-620	Amarelo - Laranja	
620-670	Vermelho claro	
670-750	Vermelho escuro	
750	Infravermelho próximo (Invisível)	

Fonte: Adaptado de Santos, 2006.

Em plantas, esses plastídios são encontrados em forma de disco e possuem geralmente entre 3 e 10 micrômetros de diâmetro. Estão presentes em todo o vegetal, mas são mais diferenciados e encontrados nas folhas. Os cloroplastos apresentam a capacidade de reorientar-se na célula à medida que necessitam de captar luz. Entretanto, geralmente, apresentam-se com sua maior superfície posicionada de forma paralela à parede celular.

Ao analisar a estrutura dos cloroplastos, percebe-se que eles possuem duas membranas separadas pelo espaço intermembranas e, internamente, um diferenciado sistema de membranas. Essas membranas internas formam estruturas semelhantes a sacos achatados, que recebem o nome de tilacoides e estão dispostos em uma matriz que recebe o nome de estroma. Os tilacoides estão empilhados formando o grana, estrutura semelhante

a pilhas de moedas. Cada pilha é chamada de granum. Os tilacoides do grana são interligados pelos chamados tilacoides do estroma. É na membrana dos tilacoides que são encontrados os pigmentos.

Os cloroplastos são organelas que se assemelham muito às bactérias, o que sugere que a origem dessas estruturas tenha sido por meio de uma relação endossimbiótica, assim como as mitocôndrias. Como semelhanças é citada a semelhança entre o DNA das bactérias e o DNA, ácido desoxirribonucleico, dos cloroplastos. Ribossomos pequenos como os das bactérias são diferentes dos restantes presentes na célula eucariótica ou seja que apresentam núcleo; cloroplastos e bactérias reproduzem por fissão binária. fissão binária ou bipartição, ou cissiparidade é o nome dado ao processo de reprodução assexuada dos organismos unicelulares que consiste na divisão de uma célula em duas, cada uma com o mesmo genoma da célula-mãe. O processo inicia-se com a replicação do DNA, em que cada nova cadeia se liga à membrana celular que, então se invagina e acaba por dividir a célula em duas, num processo conhecido como citocinese.

Os ribossomos são as estruturas nas quais são produzidas as proteínas das células, sendo encontrados livres no citoplasma tanto nas células eucariontes como nas procariontes que não contém núcleo e outras organelas ligadas à membrana. Proteínas são macromoléculas biológicas constituídas por uma ou mais cadeias de aminoácidos, presentes em todos os seres vivos e participam em praticamente todos os processos celulares, desempenhando um vasto conjunto de funções no organismo, como a replicação de ADN, a resposta aos estímulos e o transporte de moléculas. Muitas proteínas são enzimas que catalisam reações bioquímicas vitais para o metabolismo. As proteínas têm também funções estruturais ou mecânicas como é o caso

da actina e da miosina nos músculos e das proteínas no citoesqueleto formando um sistema de andaimes que mantém a forma celular. Outras proteínas são importantes na sinalização celular, resposta imunitária e no ciclo celular. As proteínas diferem entre si basicamente na sua sequência de aminoácidos, que é determinada pela sua sequência genética e que geralmente provoca um enovelamento numa estrutura tridimensional específica que determina a sua atividade.

Nas eucariontes, os aminoácidos também podem estar aderidos ao retículo endoplasmático, organelas celulares constituídas por proteínas e ácido ribonucleico presentes no citoplasma celular, nas mitocôndrias, nos cloroplastos e na parte superficial do retículo endoplasmático rugoso de forma granular. Trata-se de um complexo macro molecular que asseguram a síntese proteica através da informação genética que lhes chega do RNA, ácido desoxirribonucleico, transcrito na forma de ARN mensageiro. Os ribossomas reúnem as vinte moléculas específicas de aminoácidos para formar proteínas determinadas por sequências de moléculas de ARN. Visíveis apenas ao microscópio eletrônico, com um tamanho de 29 nm. em células procariotas e 32 nm em eucariotas. Estão presentes em todas as células, exceto nos espermatozoides, verificados em estudos específicos. Os ribossomas são considerados em várias fontes com organelos não membranosos, dados que não existem endomembranas na sua estrutura, entretanto alguns estudiosos profissionais do ramo não os consideram propriamente organelos por este mesmo motivo.

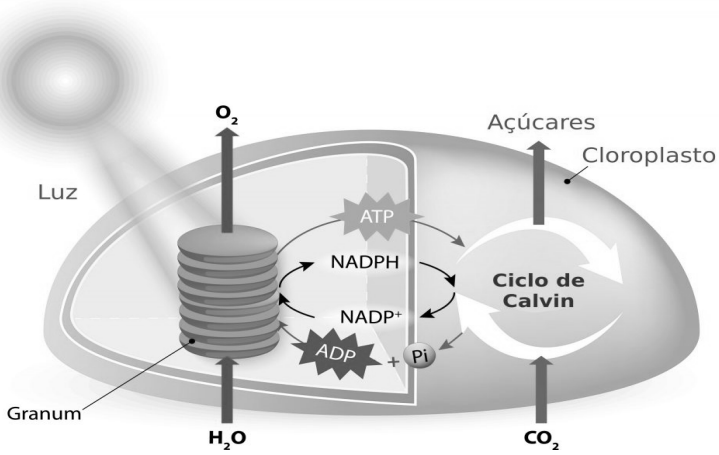
Uma célula do mesofilo foliar, tecido parenquimático localizado entre a epiderme superior e inferior, pode apresentar até 50 cloroplastos.

IR PARA SUMÁRIO ▲

10.3 - Reações importantes ocorridas na fotossíntese

A fotossíntese é composta por uma série de reações químicas. Estas reações são divididas em duas fases na fotossíntese: a fase clara ou fotoquímica e a fase escura ou puramente química. A fase clara ocorre durante o dia, pois depende da presença de luz para acontecer (Figura 31). Essa fase ainda pode ser dividida em dois processos: a fotofosforilação e a fotólise da água.

Figura 31 - Apresentação da fotossíntese e fatores envolvidos na sua realização



Já a fase escura, não depende da luz para ocorrer, sendo composta pelo processo chamado de ciclo das pentoses ou ciclo de Calvin-Benson (NASCIMENTO, 2019).

10.3.1 - Fotofosforilação ou fosforilação na presença de luz

A fotofosforilação é o processo de produção de energia na forma de adenosina-trifosfato (ATP) a partir da energia luminosa, que incide sobre os organismos fotossintetizantes causando uma excitação dos elétrons de uma ou mais moléculas de clorofila do complexo antena. As moléculas de clorofila excitadas

transferem a energia, mas não o elétron, para moléculas de clorofila vizinhas do complexo antena, excitando-as também. Essa transferência vai ocorrendo até chegar ao centro de reação do fotossistema.

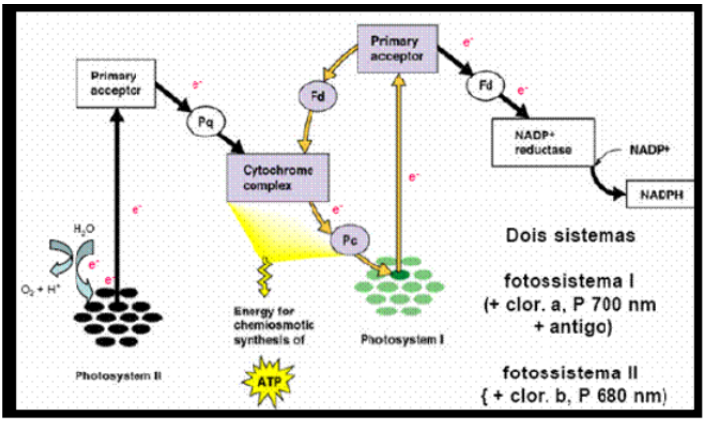
Quando uma molécula de clorofila do centro de reação recebe a energia, seus elétrons são excitados de forma a atingir um nível superior de energia e serem transferidos para uma molécula transportadora de elétrons. A fotofosforilação pode ser de dois tipos: foto fosforilação cíclica e acíclica.

A foto fosforilação cíclica ocorre no fotossistema I, composto basicamente por *clorofila a*. Ao receber a energia luminosa, um par de elétrons excitados deixa a molécula de clorofila a. A partir disso, o elétron vai sendo transferido de uma substância para a outra em uma cadeia transportadora de elétrons. Após a passagem por essa cadeia, retornam a molécula de clorofila, ocupando seu lugar e fechando a foto fosforilação cíclica.

Na Figura 32 verifica-se como a fosforilação acíclica, os fotossistemas I e II trabalham em conjunto (SALAMONI, 2012). No fotossistema II predomina a *clorofila b*. Durante o processo a clorofila a do fotossistema I que recebeu a energia luminosa perde um par de elétrons excitados, sendo recolhidos por uma molécula aceptora de elétrons. Esses elétrons vão sendo passados por uma cadeia transportadora de elétrons, na qual último aceptor é uma molécula chamada de $NADP^{=}$, fosfato de dinucleotídeo de nicotinamida-adenina, que se torna $NADPH_2$ ao receber os elétrons.

IR PARA SUMÁRIO

Figura 32 - Fotossistemas. ADP=adenosina difosfatada; ATP=adenosina trifosfatada; Clor.= clorofila, NADP= , NADPH= , Fd=ferrodoxina, Photosystem I= fotossistema I; Photosytem II= fotossistema II Pc=plastocianina, Pq=plastoquinona, Energy for chemiosmotic synthesis of ATP = energia para síntese quimiosmótica de ATP; O_2= oxigênio; H^+= hidrogênio; H_2O= água. Primary aceptor=aceptor primário



Fonte: Citado por Salamoni, 2012.

No fotossistema II, a clorofila b, também excitada pela luz, perde um par de elétrons. Esse par atravessa outra cadeia transportadora de elétrons que liga os dois fotossistemas, chegando ao fotossistema I e ocupando o lugar do elétron perdido pela clorofila a. Como os elétrons que voltam para a clorofila a não são os mesmos que foram perdidos por ela, mas sim os doados pela clorofila b, essa etapa da fotossíntese é chamada de foto fosforilação acíclica (Figura 32).

Ao passar pela cadeia transportadora, esses elétrons liberam energia que vai ser utilizada para realizar a passagem prótons (H^+) através das membranas tilacoides, passando do estroma do cloroplasto para o interior do tilacoides ou lúmen. A alta concentração de H^+ acumulada no interior dos tilacoides cria uma pressão para a sua saída. A forma que esses íons encontram de sair é através de um complexo enzimático transmembrana cha-

mado de sintetase de ATP. Esse complexo funciona como um motor molecular, que gira com a passagem de H^+, unindo moléculas de ADP com fosfatos (P_i) para a produção de ATP.

Tanto esse ATP quanto o NADPH produzidos ao final da cadeia transportadora de elétrons, vão ter um papel no ciclo das pentoses da fase escura. Vale lembrar que a molécula de clorofila b continua sem seu par de elétrons, que só vai ser reposto no esso de fotólise da água (SALOMANI, 2012).

10.3.2 - Fotólise da água

A molécula de clorofila que perde seu elétron após a excitação pela energia luminosa, é capaz de substituí-lo por elétrons extraídos de moléculas de água. Com a remoção dos seus elétrons, a molécula de água decompõe-se em prótons (H^+) e átomos livres de oxigênio (O). Os prótons são liberados para dentro da membrana tilacoides, vindo a contribuir para o aumento da concentração de prótons no lúmem e a consequente geração de ATP. Já os átomos de oxigênio liberados unem-se imediatamente em pares formando moléculas de gás oxigênio (O_2), que são liberadas para a atmosfera. Essa quebra provocada pela oxidação com a ocorrência de perda de elétrons da água em decorrência da energia luminosa é chamada então de fotólise da água.

A equação geral da fotólise da água é a seguinte:

$$2H_2O \rightarrow 4e^- + 4\ H^+_+\ O_2$$

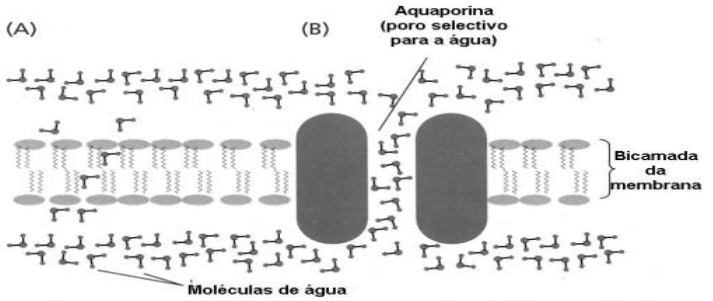
10.4 - MOVIMENTO DA ÁGUA DOS SOLUTOS NA PLANTA

Estudiosos têm relatado que para cada grama de matéria orgânica produzida pela planta, cerca de 500g de água são absorvidos pelas raízes, transportados e transpirados. O movimento da água em qualquer sistema de absorção pela planta é governado por três processos tais difusão, osmose e fluxo de massa.

É o movimento total da água ou outros líquidos que ocorre em resposta, mais comumente, a um gradiente de pressão. É a energia potencial da água representada por potencial hídrico = ψ). A água se move > ψ para < ψ Considera-e por convenção: ψ, potencial hídrico da água pura, é zero. O acúmulo de solutos reduz o potencial hídrico. Vegetais são compostos principalmente de água. Conteúdo de água do protoplasma é avaliado entre 85 a 90%, mitocôndria e cloroplasto aproximadamente 50%, frutos e folhas entre 80 e 90%, raízes de 70 a 95% e de sementes maduras: 5 a 15%. No manejo para produção de plantas frutíferas existem mecanismos fisiológicos que conferem à planta maior capacidade de tolerar a seca, como a estrutura anatômica das folhas, o total foliar, a distribuição e a profundidade do sistema radicular e a própria relação entre sistema radicular e área foliar (COSTA, 2019). São técnicas simples, com bons resultados para plantas arbóreas; para as plantas herbáceas nem sempre as técnicas são eficientes uma vez que o pequeno desenvolvimento radicular em profundidade, estas plantas sofrem com maior intensidade, os efeitos do deficit hídrico. Tem –se usado cultivar espécies de braquiária entre fileiras de plantas de arborização ou cultura de frutas e outros como cafezal devido à grande capacidade de transpiração que estas plantas apresentam aumentando a umidade disponível para as culturas.

IR PARA SUMÁRIO ▲

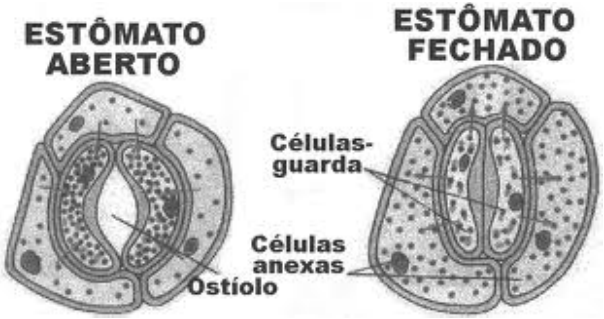
Figura 33 - A água pode passar através das membranas das plantas (A) por difusão de moléculas individuais através da bicamada lipídica de membrana e (B) por fluxo em massa de moléculas de água através de um poro formado por proteínas integrais da membranas chamadas aquaporinas.



Fonte Taiz; Zeiger 1998, citado por Moraes, 1998.

Aproximadamente 90 % da água absorvida é perdida para o ar pela transpiração (Figura 33). Transpiração é caracterizada pela perda de vapor de água por qualquer parte do organismo vegetal. As plantas perdem no processo de produção de carboidratos como glicose e frutose. A principal função da folha é a fotossíntese na formação de carboidratos. O fechamento dos estômatas ocorre naturalmente ao mesmo tempo que impede a entrada do CO_2 (TAIZ, ZEIGER, 1998; MORAES, 1998).

Figura 34 - Células anexas ou células guardas e ostíolo de estômato aberto e estômato-fechado



Fonte: SB, 2019; Petrin, 2019.

Vários fatores ambientais afetam os movimentos os estomáticos como umidade relativa ou perda de água: o principal fator [CO_2] intracelular: concentração elevada de [CO_2] quabdo ocorre o fechamento dos estômatos (Figura 34), intensidade e qualidade de luz : via de regra, fecham-se no escuro, temperatura entre 10 e 25º C tem pouco efeito.

Em temperatura maior que 30 a 35º C - fechamento dos estômatos temperatura gera maior respiração e ↑[CO_2] ↓ fechamento; todos os fatores que afetam a taxa de transpiração; elevação de cerca de 10 °C eleva a velocidade da evaporação da água duplica contudo a evaporação esfria a superfície da folha; temperatura acima dos 30-35 oC levam ao fechamento dos estômatos, umidade devido a difusão lenta para o ar; Ainda a água difunde-se mais lentamente para o ar saturado de vapor d'água; a corrente de transpiração fornece água às folhas da planta, distribui íons minerais para o caule e outras partes da planta, velocidade no xilema: de 1 a 45 m/hora, dependendo do diâmetro do vaso, movimento da água que se move da raiz às folhas, via xilema, há duas possibilidades. 1. empurrada ⇒ Pressão de raiz 2. puxada ⇒ O mecanismo de coesão-tensão (SB, 2019).

A pressão de raiz ocorre somente quando a transpiração é muito lenta ou ausente quando as células da raiz podem secretar íons no xilema. potencial de água do xilema diminui. Mais água penetra no xilema por osmose e assim desenvolve-se mais pressão de raiz força a água e íons dissolvidos serem levados pelo processo ascendente no xilema. Este fenômeno não está presente em todas as plantas e não seria suficiente para conduzir acima a água em árvores altas.

A gutação ocorre quando ocorre um dos efeitos da pressão de raiz A água é exsudada através de poros especiais denominados hidatódios. O mecanismo de coesão-tensão ocorre em três está-

gios distintos: 1. Transpiração, acompanhada pela evaporação da superfície dos microcapilares gera tensão ou pressão negativa; O mecanismo de coesão-tensão 2. Subida capilar do filamento de água, resultado da força de coesão entre as moléculas de água e adesão entre água/parede celular.

Fluxo de massa quando uma coluna compacta de água se move devido a coesão entre suas moléculas Estômatos abertos ocorre transpiração estomática diminuindo o potencial hídrico nas células do mesófilo No xilema, a força de coesão segura a coluna de água nos microcapilares do xilema Absorção de água do solo: menor potencial de água da raiz drena a água do solo. Translocação no floema é o transporte de assimilados: 10 a 25 % de matéria seca, sendo 90% ou mais açúcar principalmente quando a sacarose menor que 1 % de aminoácidos, proteínas, ácidos orgânicos nitrogenados, hormônios endógenos, íons inorgânicos em velocidade entre 50 e 100 cm/h.

Figura 35 - Representação do processo de translocação de água e solutos na planta realizado por Marcelo Malpighi, conhecido como anel de Malpighi

No Século XVII, Marcelo Malpighi verificou a translocação de água e solutos em estudos da prática conhecida como Anel de Malpighi (Figura 35) consiste na retirada de um anel contendo alguns tecidos do caule ou dos ramos de uma angiosperma (SANTOS 2019). Concluiu que a planta morre pelo inter rompimento de passagem da seiva elaborada ao retirar um anel da casca, onde contém o floema, vaso responsável pelo transporte de seiva elaborada para a raiz. No Final da década de 1920-1930, surgiu a proposta do fluxo em massa por Ernest Münch o transporte através de fluxo de massa (Tabela 5).

Tabela 5 - Nutriente e função fisiológica, hipótese de Munch

NUTRIENTE	FUNÇÃO FISIOLÓGICA
Nitrogênio (N)	Essencial para a síntese proteica e de ácidos nucleicos
Fósforo (P)	Essencial para a síntese de ATP e de ácidos nucleicos
Potássio (K)	Relacionado as trocas iônica entre célula e o meio, envolvido nos movimentos de abertura dos estômatos
Enxofre (S)	Utilizado para síntese de aminoácidos essenciais
Magnésio (Mg)	Componente da molécula de clorofila

A condução da seiva elaborada formulada por Munch se baseia na movimentação de toda a solução do floema, incluindo água e solutos. Esta hipótese aceita como suporte o *arrastamento mecânico* da solução, também considerada de hipótese do fluxo em massa da solução. Do mesmo modo, o transporte de compostos orgânicos seria devido a um deslocamento rápido de moléculas de água que as arrastam, no seu movimento, as moléculas em solução.

Em transporte ativo, o dreno fonte, quanto ao carregamento da sacarose, diminui o potencial hídrico do floema, então a água entra pelo mecanismo osmótico do fluxo por pressão. As subs-

tâncias assimiladas deslocam-se através dos tubos crivados, ao longo de gradientes de concentração, entre as fontes assimiladoras até os locais de sua utilização. Contudo, pode –se verificar que a seiva no floema não é transportada exclusivamente no sentido ascendente ou descendente; a translocação no floema não é definida em relação à gravidade. A seiva é transportada das fontes ou seja dos locais de produção ou reservatórios para os drenos ou locais de metabolismo ou armazenamento.

11. IMPORTÂNCIA DA ÁGUA PARA AS CULTURAS

A deficiência ou o excesso hídricos devem ser considerados no manejo agrícola e exigem muitas vezes a intervenção humana por meio da aplicação ou paralização da irrigação para corrigir ou minimizar os resultados pouco eficientes na produção de alimentos. A importância ecofisiológica da água decorre da fundamental relevância que ela tem para os vegetais, não somente por ser o seu constituinte em maior proporção, representando até cerca de 95% da massa fresca de órgãos como os frutos e as folhas novas, mas também por apresentar propriedades únicas de viscosidade, tensão superficial, constante dielétrica, calor específico, e calor latente de vaporização e de forças de adesão e coesão, que a fazem ter funções importantes.

A água é usada para: a) dar estabilizada de térmica tanto aos tecidos como ao ambiente evitando a elevação do calor específico; b) fazer o controle térmico das folhas pelo processo de transpiração ou seja elevando o calor latente de vaporização; c) ser solvente natural e meio para reações bioquímicas de elevadas constantes dielétricas e para transporte de nutrientes do solo para a copa das plantas, com redistribuição entre os respectivos órgãos; d) representar um meio contínuo na planta através das forças de adesão, coesão e tensão superficial, interligando

o sistema solo-planta-atmosfera; e) responder pela pressão de turgescência das células e, consequentemente, ser responsável pela expansão celular e f) aumentar a rigidez das plantas, sendo esta a pressão que fornece suporte aos caules.

Pelas inúmeras funções exercidas pela água no complexo vegetal, é importante o seu adequado suprimento para a obtenção das máximas produtividades das culturas. A deficiência hídrica pode causar desde a simples paralisação temporária do crescimento e do desenvolvimento vegetal até a morte por secagem completa e incapacidade do vegetal em retomar as suas atividades fisiológicas após um período de deficiência severa. Quando a falta de água está sendo promovida por um período de veranico ou por uma seca prolongada em regiões sub úmidas e semiáridas, a água apresenta atuação diferente de acordo com as espécies cultivadas.

A relação solo-planta-atmosfera é realizada com eficiência após o número de aplicações de água. Irrigação e fertirrigação são eficientes em por manter a água no solo ao longo de todo o ciclo produtivo, evitando-se mesmo pequenos períodos de deficiência hídrica. Os veranicos e secas podem refletir não somente o decréscimo do crescimento vegetal e da produtividade, mas também da qualidade do produto. Embora o manejo de água usualmente envolva a manutenção de elevados potenciais da água dos vegetais mediante um apropriado manejo de irrigação, o déficite de irrigação em fruteiras ou o uso de elevados índices de salinidade na água de irrigação podem favorecer o aumento da qualidade de frutos pelo aumento da porcentagem de matéria seca e conteúdo de açúcares.

O déficite hídrico também pode ser utilizado para o manejo de florações em fruteiras, nesse caso, ele induz o florescimento, prática muito comum na cultura da lima ácida nas condições

semiáridas do nordeste brasileiro. Para a cultura da manga, a deficiência hídrica é um artifício utilizado em conjunto com a aplicação de reguladores de crescimento no repouso da planta, auxiliando a maturação dos ramos, ou, isoladamente, em condições semiáridas, substituindo totalmente os reguladores de crescimento. Em plantas perenes, tendo como exemplo muitas fruteiras tropicais, os pequenos períodos de deficiência podem não resultar em perdas de produtividade e qualidade, haja vista os resultados de estudos envolvendo a regulação do déficite de irrigação em citros. É possível a manutenção da produtividade e qualidade, aplicando uma deficiência regulada de água em fases de frutificação menos sensíveis à deficiência, mantendo os níveis de produtividade e qualidade compatíveis com os tratamentos irrigados em todas as fases.

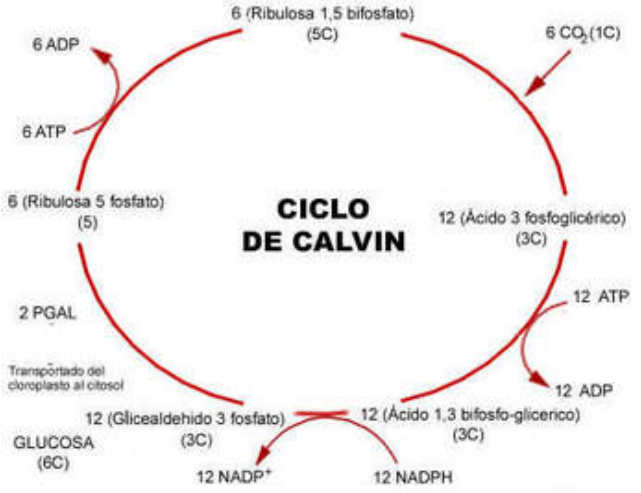
Qualquer carência de água pode resultar em redução de até 30% de produção, e dependendo do regime de chuvas ao longo do desenvolvimento dos frutos o número de irrigações pode ser reduzido. Neste sentido, um vegetal apresenta sua maior tolerância ao défice hídrico ainda na forma de semente, quando sua umidade é extremamente reduzida em relação a vegetais em crescimento e a sua hidratação é o ponto de partida para a continuação do ciclo da planta. O efeito da falta de água é notável na fase de plântula, quando a existência de um sistema radicular pouco desenvolvido não permite a sobrevivência em deficiência prolongada, e principalmente nas fases reprodutivas, por causa das perdas na produtividade do vegetal. A maior parte da produção agrícola é de órgãos reprodutivos, como grãos, frutas e olerícolas, e sua produtividade pode ser afetada pela falta de água nesse período.

IR PARA SUMÁRIO

12. CICLO DA PENTOSE OU CICLO DE CALVIN-BENSON

Na fase escura da fotossíntese, ocorre o ciclo das pentoses ou ciclo de Calvin-Benson (Figura 36). Esse ciclo consiste em um conjunto de reações que ocorre de forma cíclica, sendo responsável pela produção de glicídios que vão servir de alimento para o organismo. Esse processo realiza a fixação do carbono atmosférico, pois utiliza moléculas de gás carbônico (CO_2) como fonte de carbono para a produção dos glicídios. A molécula de CO2 ligada ao RDP< ribulose difosfatada, desencadeia um ciclo de reações da qual se forma vários compostos de carbono. Seis ciclos originados desta reação resultam a formação de uma molécula de glicose. O hidrogênio da água é adicionado aos compostos de carbono originário do CO2 pelo processo de redução desse gás, com produção de glicose.

Figura 36 - Ciclo de Calvin e os produtos formados através das reações no escuro da fotossíntese



Fonte: Gonzalez, 2019.

O ciclo é composto por três etapas (Figura 36). O composto inicial do ciclo é um açúcar de cinco carbonos com um grupo fosfato chamado de ribulose-1,5-bifosfato (RuBP). A partir disso, ocorre a incorporação de uma molécula de CO2 ao RuBP mediada pela enzima chamada de rubisco, o que resulta em duas moléculas de três carbonos cada, chamadas de 3-fosfatoglicerato ou ácido 3-fosfoglicérico (PGA). Dessa forma, a cada 6 moléculas de CO_2 incorporadas a 6 moléculas RuBP produz-se 12 moléculas de PGA, sendo esta a quantidade necessária para a realização do ciclo completo e produção de uma molécula de glicose ao final da fotossíntese. Na segunda etapa, o PGA é utilizado na produção de um composto chamado de gliceraldeído 3-fosfato ou 3-fosfogliceraldeído (PGAL), de fórmula química $C_3H_6O_3$. O PGAL é o principal produto do ciclo das pentoses e sua produção inclui duas reações. Na primeira delas o PGA é fosforilado, recebendo o fosfato (Pi) de uma molécula de ATP produzida na foto fosforilação da fase clara. Dessa forma, o PGA passa a ser uma molécula com dois fosfatos chamada de 1,3-bifosfoglicerato e o ATP volta à condição de ADP. A partir disso, ocorre a redução do 1,3-bifosfoglicerato pelo $NADPH_2$ também produzido pela foto fosforilação. Nessa reação de redução o 1,3-bifosfoglicerato tem um dos seus fosfatos removido gerando o PGAL, enquanto o $NADPH_2$ volta à condição de NADP+ (GONZALEZ, 2019) .

Na terceira etapa, das 12 moléculas de PGAL produzidas, 10 são utilizadas para a regeneração das 6 moléculas de RuBP necessárias para o ciclo se iniciar novamente. Como foi visto, o ciclo das pentoses não forma diretamente a glicose ($C_6H_{12}O_6$), mas sim o glicídio chamado de gliceraldeído 3-fosfato (PGAL). As duas moléculas de PGAL que não são utilizadas para regenerar a RuBP, saem do ciclo, podendo ser transportadas para o citoplas-

ma da célula. A partir dessas duas moléculas de PGAL pode ser produzida uma molécula de glicose.

Assim, desconsiderando a formação posterior de glicose, a produção mais direta de glicídios na fotossíntese pode ser representada pela seguinte fórmula:

$$3\ CO_2 + 6\ H_2O \rightarrow C_3H_6O_3 + 3\ O_2 + 3\ H_2O$$

12. 1 - O destino dos glicídios

Embora seja comumente representada como o principal carboidrato produzido na fotossíntese, a glicose livre é gerada em baixa quantidade nas células fotossintetizantes. Na verdade, a maior parte das moléculas de PGAL que saem para o citoplasma forma o açúcar sacarose, composto por uma molécula de glicose e uma de frutose. Parte dos glicídios da fotossíntese é utilizada pelas mitocôndrias na respiração celular, produzindo energia para o organismo realizar suas funções vitais. Outra parte pode vir a integrar a biomassa do ser fotossintetizante através da produção de diversas substâncias orgânicas como aminoácidos, gorduras e celulose. A glicose ainda pode ser convertida em amido e ser armazenada em células especiais do caule e da raiz compondo uma reserva energética para o organismo (RAVEM *et al*., 2007; MARTHO, 2006).

13. TRANSPIRAÇÃO DA PLANTA

A transpiração na planta é a eliminação de água na forma de vapor que ocorre nos vegetais controlada por mecanismos físicos, morfológicos, anatômicos e fisiológicos. Nos vegetais a transpiração ocorre principalmente através das folhas, que é a principal superfície de contato do vegetal com o ambiente.

Na realidade, o fenômeno da transpiração é fundamental para a vida do vegetal, mas deve ocorrer de modo a permitir a sobrevivência do mesmo, pois o excesso de perda de água na forma de vapor pela transpiração pode levar à morte do vegetal. Os vegetais apresentam várias adaptações para evitar a transpiração excessiva, de acordo com o ambiente onde vivem. A organização do corpo do vegetal está relacionada diretamente com o fenômeno da transpiração (CAMARGO; CAMARGO, 2000). O número de folhas e a superfície foliar são fatores que determinam maior ou menor taxa de transpiração pelo vegetal. *Gigantesco cactus*, uma planta do deserto do sudoeste americano que não tem folhas e realiza fotossíntese com seu caule suculento adaptado para reserva de água podendo intumescer-se ou contrair-se através de sua estrutura típica. Apresenta um sistema radicular extenso, o que lhe permite absorver água em grande volume de solo. Os cactus vizinhos são encontrados distanciados entre 8 e 10 metros supostamente devido à alguma ação mutuamente inibitória contudo, pequenos arbustos podem sobreviver na área onde crescem esses cactus.

A transpiração pode ocorrer através dos estômatos, definida como transpiração estomática (Te), mas também pode ocorrer através da cutícula , que é uma camada de cera que está na superfície da folha, para evitar excesso de perda de água pelo vegetal, definida como transpiração cuticular (Tc). A transpiração total (Tt) é definida como a somatória das transpirações estomática e cuticular.

$$Tt = Te + Tc$$

Os estômatos aparecem normalmente na epiderme inferior das plantas terrestres; sendo folhas hipo estomáticas evitam a

IR PARA SUMÁRIO ▲

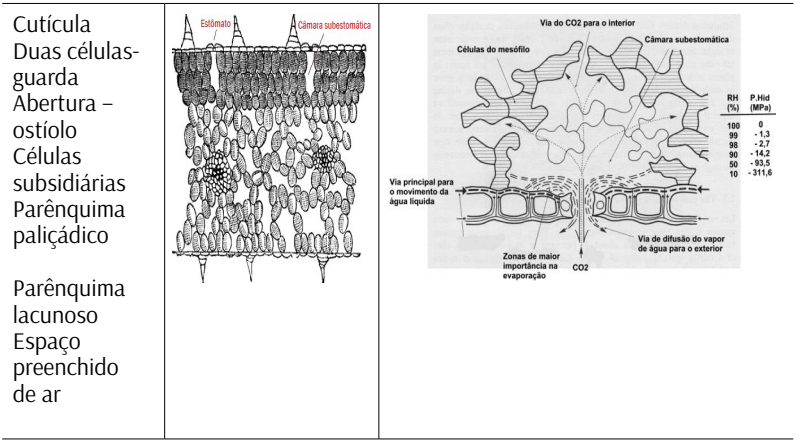
incidência direta do sol sobre os estômatos, diminuindo, deste modo, o excesso de transpiração pelo vegetal.

Em plantas aquáticas como a vitória-régia, os estômatos aparecem na epiderme superior, para garantir as trocas gasosas de oxigênio e gás carbônico, que ocorrem entre o vegetal e a atmosfera. Neste caso, as folhas são epiestomáticas.

As gramíneas, pastagem ou não, que apresentam grande distribuição geográfica em todo o planeta, apresentam estômatos nas duas epidermes, apresentando folhas anfiestomáticas, cujo crescimento quase sempre perpendicular ao solo.

O estômato é uma estrutura formada por células estomáticas ou guardas que delimitam uma abertura chamada ostíolo ou fenda estomática, por onde ocorre a transpiração do vegetal , assim como as trocas gasosas com o ambiente.

Figura 37 - Anatomia parcial da folha e a estrutura do estômato dos vegetais

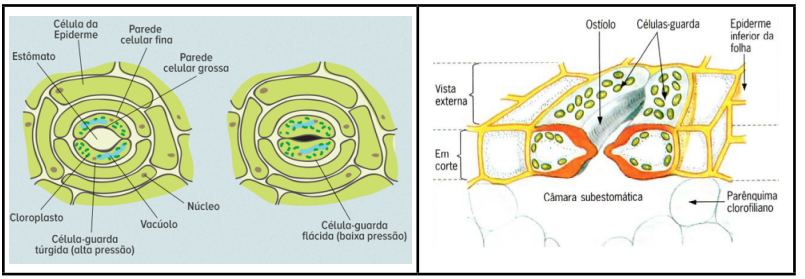


Fonte: Santos, 2019; Costa, 2019.

Através da abertura e fechamento dos estômatos (Figura 37) o vegetal controla a taxa de transpiração, respondendo aos fatores como a disponibilidade de água, luz, temperatura e umi-

dade relativa do ar. A abertura e o fechamento dos estômatos, movimentos hidroativos são controlados pela disponibilidade de água para o vegetal (SANTOS, 2019; COSTA, 2019). Quando as células estomáticas ganham água de suas células vizinhas, as células anexas, a parede delgada da célula estomática sofre distensão, também ocorrendo a distensão das paredes reforçadas do estômato, levando à sua abertura. Quando ocorre o contrário, as paredes delgadas dos estômatos sofrem relaxamento, e as paredes reforçadas fecham o estômato.

Figura 38 - Representação de estômato aberto e fechado e sua caracterização



Fonte: Torres, 2019, Junqueira; Carneiro, 2005.

Quando a absorção de água pelo vegetal é maior que a transpiração, os estômatos ficam abertos (TORRES, 2019; JUNQUEIRA; CARNEIRO 2005). Se a transpiração é maior que o suprimento hídrico, como ocorre em dias secos, com baixa umidade relativa do ar, as células estomáticas perdem água e os estômatos fecham, controlando assim a perda de água pela planta

A abertura e o fechamento dos estômatos (Figura 38) também respondem à presença ou ausência da luz, ou seja são fotoativos. Na presença da luz ocorre abertura dos estômatos , pois o vegetal está realizando fotossíntese, produzindo glicose nos cloroplastos das células estomáticas, aumentando a pressão osmótica das mesmas. Com o aumento da pressão osmótica das

células estomáticas, estas ganham água das células anexas e os estômatos abrem-se. Na ausência da luz os estômatos ficam fechados pois diminui a pressão osmótica das células estomáticas.

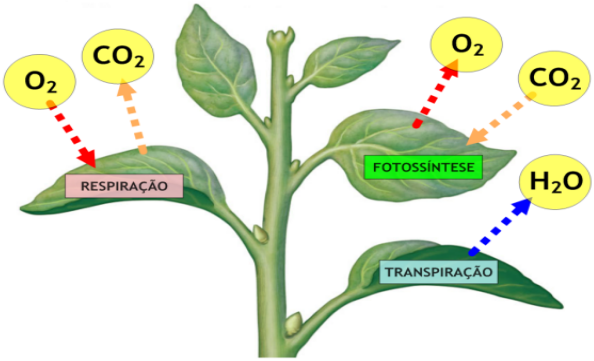
Numa primeira análise, a função biológica da transpiração refere-se a perda de água na forma de vapor parece ser algo extremamente prejudicial aos vegetais. A perda excessiva de água pode levar ao ressecamento, à desidratação e à morte do vegetal. -se dizer que a transpiração é um mal necessário, para que atividades fisiológicas vitais possam ocorrer no vegetal. A transpiração evita o aquecimento exagerado, principalmente das folhas do vegetal, através da eliminação do excesso de calor na forma de vapor através dos estômatos. Um outro aspecto importante é a própria ascensão de seiva bruta ou inorgânica constituída de água e sais, desde as raízes até as folhas, que são mantida graças à transpiração contínua através das folhas. Com a transpiração é mantida uma coluna de água e sais minerais dentro do corpo do vegetal, das raízes até as folhas, funcionando como uma bomba propulsora de água e sais minerais de baixo para cima (JUNQUEIRA; CARNEIRO).

13.1 - Respiração e transpiração dos vegetais.

A respiração é essencial para a sobrevivência de todos os animais e também dos vegetais. Neste caso, envolvem o gado bovino e as forrageiras, Quando os seres vivos respiram, o oxigênio que está presente no ar é inspirado e o gás carbônico é expirado. Todos os seres vivos passam por esse processo, inclusive as plantas (MELO, 2019).

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 39 - Representação da respiração, fotossíntese e transpiração.



Fonte: Melo, 2019.

13. 2 - Fotossíntese e respiração

Sabe-se que toda planta passa pelo processo de fotossíntese. Neste processo, a planta absorve o gás carbônico (CO_2) e libera o gás oxigênio (O_2). No processo da respiração das plantas corre o contrário do processo da fotossíntese (Figura 39). Assim como os animais, a planta absorve o gás oxigênio que está presente no ambiente e libera o gás carbônico. Nas plantas, a respiração ocorre em todas as partes do vegetal, mas a principal parte é a folha, pois é nesta parte em que se encontra a maior quantidade de estômatos, as estruturas responsáveis pelas trocas gasosas. Ao contrário da fotossíntese, a respiração dos vegetais só é feita com a ausência da luz.

A transpiração dos vegetais é um processo que ocorre quando a planta absorve água em excesso. A água que está em excesso passa pela região da raiz em direção às folhas até que seja passada para a atmosfera. Assim como na respiração, a principal parte do vegetal que é responsável por realizar a transpiração é a folha. A morfologia e fisiologia desta parte da planta passaram

por muitas adaptações com o passar dos tempos. Com o intenso calor e tempo seco de alguns lugares, os vegetais passaram a evoluir obtendo, desta forma, mecanismos reguladores quanto à absorção, retenção e perda de água. O excesso de água desses vegetais é liberado pelas folhas para o meio ambiente através de pequenas gotinhas de água que se transformam em vapor. Quando as temperaturas estão muito elevadas, em certo período do dia, a planta fecha seus estômatos para não perder muita água para o meio ambiente e consequentemente ficar desidratada.

A importância da transpiração está associada ao transporte e a distribuição de água, nutrientes e solutos. A quantidade de folhas e a superfície foliar são fatores determinantes para a maior ou menor taxa de transpiração, isso acontece devido às células estomáticas. A transpiração dos vegetais é muito importante para a sobrevivência das plantas. Ela colabora no processo de transporte de substâncias como sais minerais, carboidratos, aminoácidos e outros que saem da raiz e chegam ao extrato mais alto arbóreo, fazendo o papel de uma bomba propulsora. Além disso, a transpiração ainda evita o aquecimento exagerado e elimina o excesso de calor na forma de vapor.

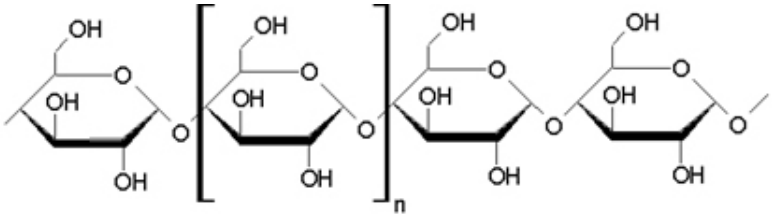
14. AMIDO – FONTE ARMAZENADORA DE ENERGIA EM VEGETAIS

O amido é um polissacarídeo formado pela associação de moléculas de α-glicose da amilose e da amilopectina, sendo armazenado em diferentes órgãos vegetais (FOGAÇA, 2019); considerado um polímero natural, pois ele é um polissacarídeo, ou seja, é um carboidrato formado pela união consecutiva de várias moléculas de α-glicose. Na realidade, a unidade do amido é formada por dois polissacarídeos, amilose e amilopectina, que são constituídos de moléculas de α-glicose. A amilose cor-

responde a um polímero de cadeia normal com mais de 1000 moléculas de α-glicose unidas por meio de uma ligação α-1,4'-glicosídica e está presente na proporção de 20 a 30%. A amilopectina é constituída por cadeias longas e muito ramificadas de unidades de α-glicose unidas entre a ligação α-1,4'-glicosídica. A ramificação é formada por ligações cruzadas entre o carbono número 1 de uma unidade de glicose e o carbono número 6 de outra unidade formando a ligação α-1,6'-glicosídica. A amilopectina corresponde aos 70 a 80% restantes do amido.

A estrutura do amido pode ser representada por:

Figura 40 - Trecho de macromolécula de amido formada por ligações glicosídicas entre moléculas de α-glicose



A parte em destaque é uma unidade de α-glicose que pode variar de 60 000 a um milhão de unidades (Figura 40). Além disso, o amido é considerado um polímero de condensação, pois na sua formação ocorre a condensação das moléculas de α-glicose com eliminação de água.

O amido é a principal fonte de armazenamento de energia nas plantas e, por isso, está presente em raízes, frutos, tubérculos e sementes. Entre as principais fontes de amido na alimentação estão batatas, ervilhas, feijões, arroz, milho e farinha. O amido pode sofrer hidrólise na saliva e no estômago através de uma enzima denominada amilase. A hidrólise do amido na presença de ácido origina a glicose:

IR PARA SUMÁRIO

$$(C_6H_{10}O_5)n + n\ H_2O \rightarrow n\ C_6H_{10}O_5$$

amido glicose

Esta fonte glicose quando consumida pelos seres vivos, homens e animais é transformada em glicogênio, também chamado de amido animal, pois assim como o amido é a reserva energética dos vegetais, o glicogênio é a reserva energética dos animais e seres humanos, ficando armazenado principalmente no fígado e nos músculos. Desse modo, quando o organismo, homens e animais, precisam de energia, o glicogênio é novamente decomposto em glicose, que é transportada pelo sangue até os tecidos, onde é oxidada, liberando energia.

Além de ser usado na alimentação, na fabricação de glicose, de álcool etílico, de pó para a pele, entre outros, o amido também é aplicado para fabricar a goma da mandioca, da qual se faz uma cola chamada de grude.

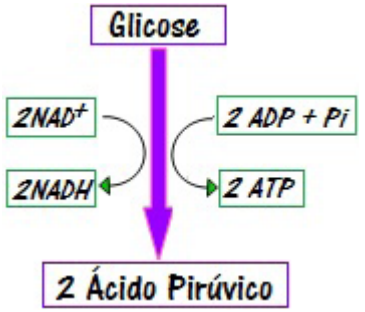
15. GLICÓLISE - ANIMAIS

Comparando as reações ocorridas com vegetais e animais, a glicólise é um processo anaeróbio que ocorre nos animais ou seja, sem a presença de oxigênio, que ocasiona a degradação da glicose ($C_6H_{12}O_6$). Nessa via metabólica, que ocorre no citoplasma das células de todos os seres vivos, acontece a formação de ácido pirúvico ($C_3H_4O_3$) e de moléculas de ATP.

Segundo Sardinha (2019) para o processo acontecer, é necessária uma molécula de glicose obtida através da alimentação ou então da degradação do glicogênio armazenado no corpo dos homens e dos animais. O processo, para a quebra dessa substância, inicia-se com a adição de dois fosfatos em uma molécula de glicose, tornando-a muito estável e fácil de ser quebrada. Esse processo é chamado de ativação e ocorre com gasto de ATP. A molécula

instável de glicose, quando se quebra, forma duas moléculas de ácido pirúvico e gera quatro moléculas de ATP. Como no início do processo são utilizados fosfatos provenientes de duas moléculas de ATP, o saldo líquido também é de duas molécula

Figura 41 - Processo da glicólise até a formação de duas moléculas de duas moléculas de ácido pirúvico



Além disso, no processo de glicólise, ocorre a liberação de quatro elétrons e quatro íons H^+. Das quatro moléculas H^+, duas ficam livres no citoplasma, enquanto as outras duas, juntamente aos quatro elétrons, são capturadas pelo dinucleotídio de nicotinamida-adenina (NAD^+) e formam o NADH (Figura 41). Em razão da capacidade de receber elétrons e os íons H^+, o NAD^+ é considerado um aceptor de elétrons.

A glicólise ocorre de acordo de acordo com a equação química:

$$C_6H_{12}O_6 + 2ADP + 2P + 2NAD \longrightarrow 2C_3H_4O_3 + 2ATP + 2NADH + 2H^+$$

O ácido pirúvico formado no processo de glicólise, com a presença de oxigênio, é usado na mitocôndria no processo de respiração celular. Quando não há oxigênio suficiente, o piruvato é transformado em ácido lático ou etanol através do processo de fermentação (SANTOS, 2019).

IR PARA SUMÁRIO

16. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O estudo de pastagens apresenta variados caminhos que devem ser explorados pelos agropecuaristas. O fator central é o conjunto de técnicas e práticas que devem ser usadas para a produção de forragens provenientes de variedades produtivas e produtoras de alimentos de qualidade para o rebanho. Esses animais por sua vez estão expostos às variações de espécies forrageiras, espécies de animais, ao clima, ao manejo, aos profissionais que cuidam da produção de carne e leite, no caso os bovinos.

As exigência do agropecuarista para atingir melhores retornos econômicos com a criação de animais, parte para conseguir cada vez mais, em menor tempo na produção, cobra do criador conhecimentos de genética de planta e animais, de manejo de solo e do rebanho, das intempéries de clima, de irrigação e correção da acidez e da fertilização do solo, da física do solo, das pragas e doenças das plantas e dos animais, do mercado e da economia interna e internacional. Quase sempre, quem mais sofre com os fatores relacionados e mais outros influenciadores indiretos é o produtor.

Essas classes que vivem da criação dos rebanhos são muitas vezes, envolvidos pela administração pública que coloca no criador as mazelas administrativas que leva o agropecuarista a bancar a responsabilidade da crise que se cria por motivos alheios à atividade selecionada pelos pioneiros da atividade produtiva. Geralmente, a saída para tornar mais leve as pressões de preços baixos de produtos e mercado ardiloso podem ser aliviados pela pressão de classes produtivas conhecedoras dos fatores que levam ao inter rompimento da atividade e aumento, pelo menos por algum período de tempo, de conhecimentos alternativos, básicos e lucrativos no processo de exploração contínuo da atividade.

Referências bibliográficas

AMABIS, J. M. & MARTHO, G. R. **Fundamentos da Biologia Moderna**: Volume único. 4ª Ed. Editora Moderna: São Paulo, 2006. 839 p.

BARCELLOS, A. O.; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L. & MARTHA JUNIOR, G. B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.37. p. 51-67, 2008.

BARROS, A.C. Ensino de ciências naturais. Disponível em: **https://accbarroso60.wordpress.com/2011/03/02/botanica-plantas/** Acesso em 1 10 2019.

BIANCHI, S. **Tecidos vegetais**. Disponível em http://www.alexanderfleming.com.br/figuras/colegial/Disciplinas/2010/Biologia/3Bim/Sandra/TecidosVegetais.pdf. Acesso em: 24 set 2019

BIOMANIA. **Anatonia da folha** https://onedrive.live.com/view.aspx?cid=1ad8aaa3ec226349&page=view&resid=1AD8AAA3EC226349!9432&parId=1AD8AAA3EC226349!9258&authkey=!AJOk16KrEqB7mFQ&app. Acesso em: 2 out 2019.

BIOMANIA**. Fisiologia da Condução de Seiva nos Vegetais.** Disponível em: https://biomania.com.br/artigo/fisiologia-da-conducao-de-seiva-nos-vegetais. Acesso em: 2 out 2019.

BORMA, L. S.; RENNÓ, C. D. **Processos hidrológicos**. Infiltração e movimento da água no solo. 2017. Disponível em http://www.dpi.inpe.br/~camilo/prochidr/pdf/02infiltracao_aguanosolo_2.pdf. Acessso em: 28 set 2019.

CAMARGO, A. P. ; CAMARGO, M. B. P. Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial **Bragantia**, Campinas, v. 59, n, 2, p. 125-137, 2000.

CARDOSO, M. **Apoplasto e simplasto**. Reino Plantae. Disponível em: https://www.infoescola.co(2019m/plantas/apoplasto-e-simplasto/ Acesso em: 20 nov. 2019.

CARDOSO, MC. **Xilema e floema**, Disponível em http://www. trabalhos escolares. net/xilema-e-floema/ Acesso em 28 set. 2019.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L.R.F. **Efeitos da compactação em atributos do solo.** Disponível em: http://www.infobibos.com/ Artigos/CompSolo/C4/C4. htm. Acesso em: 27 set 2019.

CETESB – Companhia ambiental do estado de São Paulo. **Qualidade do solo**. Disponivel em https://cetesb.sp.gov.br/solo/propriedades/ Acesso em: 27 set 2019.

CORRÊA, F. **Água no solo**. Pontificia Universidade Católica de Goiás - Escola de Engenharia. Disponível em: felipecvsantos@hotmail.com Acesso em: 27 set 2019.

COSTA, A. R. **As relações hídricas das plantas vasculares. Departamento de Biologia**. Évora, Portugal. Disponível em: http:// www.angelfire.com/ar3/alexcosta0/RelHid/Rhw4.htm. Acesso em: 27 set 2019.

COSTA, A. R. **Transpiração nas plantas**. Disponível em: http://www. angelfire.com/ar3/ alexcosta0/ RelHid/Rhw7.htm. Acesso em: 17 out 2019.

COSTA, F. P.; REHMAN, T. Unraveling the rationale of overgrazing and stocking rates in the beef production systems of Central Brazil using a bicriteria compromise programming model. **Agricultural Systems**, n. 85: p. 277-295, 2005

DE MORI, C.; ANTUNES, J. M.; FAE, G. S.; ACOSTA, A. S. (ed.). **Trigo**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa, 2016. cap. 16, p. 297-300.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos . **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

DIAS, L.B. Água nas plantas. UFLA. 2008. 54 p.

DOCKPLAYER. **Morfologia de Gramíneas e Leguminosas Forrageiras.** Disponível em: https://docplayer.com.br/48717949-

morfologia-de-gramineas-e-leguminosas-forrageiras. html. Acesso em: 20 nov. 2019.

DUARTE, A. L. M. Efeito da água sobre o crescimento e o valor nutritivo das plantas forrageiras. **Pesquisa & Tecnologia**. v. 9, n. 2, 2012, 6 p.

EQUIP MOSAIC. **Definição de solo**. Disponível em: https://www. nutricaodesafras. com.br/definicao-de-solo/. Acesso em: 3 out 2019.

FISHER, G.; RODRIGUES, R.; PAPPEN, F. G.; ZANELA, M. B.; RIBEIRO, M. E. R.; ALMEIDA, L. L., SOUZA, G.N.; WEISSHEIMER, C.F.; PEGORARO, L. M. C.; PRADIEÉ, J. Principais doenças da bovinocultura leiteira. *In*: PEGORARO, L. M. C. (ed.técnica) Biosseguridade na bovinocultura leiteira. 2018 43 p.

FOGAÇA, J., R., V. **Amido**; Brasil Escola. Disponível em: https:// brasilescola. uol.com.br/quimica/amido.htm. Acesso em: 16 de out. 2019.

FREITAS, T. A. S.; BARROSO, D. G., ARAÚJO, J. G. Dinâmica de raízes de espécies arbóreas: visão da literatura. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 133-142. 2008.

FREITAS, E. **Origem da água**; *Brasil Escola*. Disponível em: https:// brasilescola. uol.com.br/geografia/origem-agua.htm. Acesso em: 19 set. 2019.

GONZÁLEZ, F.H.D. **Fotossíntese**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: https://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/ fotossintese.pdf. Acesso em: 14 out 2019.

IBGE. **Degradação**. 2008. Rio de Janeiro Disponível em: http://www. ibge. gov.br/ibgeteen/ datas/solo/ degradacao.html. Acesso em: 28 set 2019.

JUNQUEIRA, C. L.; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular**. Guanabara/Koogan, 8 ed. 2005, 332 p.

LACERDA,C. F. **Relações solo-água-planta em ambientes naturais e agrícolas do nordeste brasileiro**. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2007. 78 p.

LIMA, M.A.C.S. **Tecidos condutores:** xilema e floema. Disponível em: https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/tecidos-condutores-xilema-floema.htm. Acesso em: 20 set 2019.

MBA-FGV:RJ. **So biologia.** Disponível em: https://www.sobiologia.com.br/conteudos/ ou https://www.sobiologia.com.br/Morfofisiologia_vegetal/morfovegetal37.php. Acesso em: 21 nov. 2019.

MELO, P. **Respiração e transpiração dos vegetais**. Disponível em: https://www.estudokids.com.br/respiracao-e-transpiracao-dos-vegetais/. Acesso em: 15 out 2019.

MULLEN, R. E. **Crop science**: principles and practice. 3. ed. Edina: Burgess Publishing, 1996. 352 p.

MORAES, P. L. **Cloroplastos**; Brasil Escola. Disponível em: https:// brasilescola. uol.com.br/biologia/cloroplastos.htm. Acesso em: 24 de setembro de 2019

NASCIMENTO, P. S. **Fotossíntese**. Disponível em https://www. infoescola.com/ biologia/fotossintese/. Acesso em: 21 set. 2019.

NOGGLE, C. R.; FRITZ, G. J. G. J. **Introductory plant physiology**. 1st ed. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ 1976, p. 437.

NEUMANN, E.; LEVANDOSKI, H. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE: Artigos. **Caderno PDE**, v. 1, s.e. Paraná. n. e. 2013.

NUNES, J. L. S. **Nutrição via raízes.** Transporte de ions.2016. Disponível em https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutricao-via-raizes---transporte-de-ions_361460 .html. Acesso em: 2 out 2019.

OLIVEIRA, I. P.; POMPERMAYER, E. F. A preservação do cerrado e penalidade das leis. **Revista Faculdade Montes Belos**, v. 5, n. 3, p. 31. 2012.

OLIVEIRA, L. E. M. **Nutrição e metabolismo mineral.** Disponível em: http://www.ledson.ufla.br/nutricao-e-metabolismo-mineral/movimento-de-minerais-na-planta/absorcao-foliar/. Acesso em: 1 out 2019.

OLIVEIRA, L. E. M. **Temas em fisiologia vegetal.** Cloroplasto: função e ontogenia. Disponível em: http://www.ledson.ufla.br/nutricao-e-metabolismo-mineral/movimento-de-minerais-na-planta/absorcao-foliar/. Acesso em: 29 out 2019.

PETRIN, N. **Estômato**. Disponível em: https://www.estudokids.com.br/estomato-definicao-estrutura-e-as-celulas-guarda/. Acesso em: 14 out 2019.

PRAGASSI, C. F. **Profundidade da raiz e irrigação**: como reduzir a necessidade de água da cultura. Embrapa Hortaliça. Disponível em: http://fealq.org.br/wp-content/plugins/eventosecliente/upload_jquery/uploads/docs/15335764295b6884edbc8fd@@==@@palestra%20carlos%20 regassi. pdf. Acesso em: 20 set 2019.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHORN, S. E. 2007. **Biologia vegetal**. 7a ed. Editora Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2007. 830 p.

REINER, D.J.; REICHERT, J.M. **Propriedades físicas do solo**. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais – RS. 2006. Disponível em https://www.agro.ufg.br/up/ 68/o/An_lise_da_zona_n_o_saturada_do_solo__texto.pdf Acesso em 28 set 2019.

RAVEM, P. H.; EICHHORN, S. E., EVERT, R.F. **Biologia vegetal**. 8 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014. 1637 p.

RODRIGUES, P. P.; PAJARA, T. G.; ZONTA, E.; MONTE, J. A. **Relação solo-água-planta.** Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Disponível em: http://r1.ufrrj.br/cfar/d/download/Relacao%20solo%20agua%20planta.pdf. Acesso em: 28 set. 2019,

SALAMONI, A. T. **Apostila de aulas teóricas e práticas de fisiologia vegetal**. U,F, de Santa Maria. Departamento de Engenharia, Frederico Westphalen. 2012, 66 p.

SANTOS, J. **Fotossíntese**. 2007. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Disponível em https://www.facebook.com/juliana.evelyndossantos. Acesso em 27 set 2019.

SANTOS, J. **Fotossíntese**: Fase Clara do processo no Cloroplasto. UEMG. 2007. www.biomania.com.br. Adaptado 2013. Acesso em: 10 ago. 2013.

SANTOS, L. R. M. **Espectrofotometria**. 2006. Disponível citado em http://www.c2o. pro.br/automacao/ar01s15.html. Acesso em: 13 out 2019.

SANTOS, V. **Anatomia da folha** https://onedrive.live.com/view.aspx?cid=1ad8aaa3ec226349&page=view&resid=1AD8AAA3EC226349!9432&parId=1AD8AAA3EC226349!9258&authkey=!AJOk 16KrEqB7mFQ&app. Acesso em: 2 out 2019.

SANTOS, V. S. **Absorção de água e nutrientes**. Disponível em: https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/absorcao-agua-nutrientes.htm. Acesso em: 21 set 2019.

SANTOS, V. S. **Anel de Malpighi.** Disponível em: https://www.portalsaofrancisco. com.br/ biologia/anel-de-malpighi. Acesso em: 20 set 2019.

SANTOS, V. S. **Estômatos**; *Brasil Escola*. Disponível em: https://brasilescola.uol. com.br/biologia/celulas-guardas.htm. Acesso em: 18 out. 2019.

SANTOS, V. S. **Glicogênio**; Brasil Escola. Disponível em: https://brasilescola.uol. com.br/biologia/glicogenio.htm. Acesso em: 16 de outubro de 2019.

SANTOS, V. S. **O que é cloroplasto?** Brasil Escola. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/biologia/o-que-e-cloroplasto.htm. Acesso em: 25 de setembro de 2019.

SB – sala bioquímica. **Transporte de seiva bruta pelo xilema**. Disponível em: http://salabioquimica.blogspot.com/2013/09/transporte-de-seiva-bruta_8.html. Acesso em: 26 set 2019.

SB – sala bioquímica. **Transporte de seiva eleborada pelo floema**. Disponível em: http://salabioquimica.blogspot.com/2013/09/transporte-de-seiva-bruta_8.html. Acesso em: 26 set 2019.

SILVA, P. A. K. X, M. **Histologia e fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Escola Técnica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. 73p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed. 2004. 719 p

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 2 nd. Sunderland, MA: Sinauer, 1998. 792 p.

THOMAZ, L. D.; DUTRA, V. F.; CHAGAS, A. P.; IGLESIAS. D. T. **Morfologia Vegetal**. 2 ed. EDUFES. 2019. Disponível em: https://int.search.myway.com/search/GGmain. jhtml? p2=%5EC6M%5 Exdm184%5ETTAB03%5Ebr&ptb=2248C990-6645-4B37-80B1-963D381F1807&n=78. Acesso em: 28 out 2019.

TORRES, P. M. **Estomato**. Disponível em: https://www.coladaweb.com/biologia/botanica/estomatos. Acesso em: 15 out. 2019.

UDC **- Centro Universitário Dinâmica das Cataratas. Propriedades físicas do solo**. Disponível em: http://www.udc.edu.br/libwww/udc/uploads/uploadsMateriais/20092018113431Propriedades%20f%C3%ADsicas%20 do%20 solo.pdf. Acesso em: 3 out 2019.

USP - **Introdução à Biologia Vegetal** UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO INSTITUTO DE FÍSICA DE SÃO CARLOS Licenciatura em Ciências Exatas. 2002. 54 p.

VITÓRIA, C. **Transporte no floema:** hipótese do fluxo de massa. Disponível em: https://biogilde.wordpress.com/2009/05/07/sistema-respiratorio-2/. Acesso em: 2 out 2019

WORDELL FILHO, J.A.; ELIAS, H.T. (Orgs.). **A cultura do milho em Santa Catarina**. 2.ed. Florianópolis: Epagri, 2012. 478 p.

IR PARA SUMÁRIO

Capítulo 18

O USO DOS BOVINOS LOCAIS BRASILEIROS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS: RAÇAS CURRALEIRO PÉ-DURO E PANTANEIRO

Maria Clorinda Soares Fioravanti[1], Raquel Soares Juliano[2], Gisele Aparecida Felix[3], Marcelo Corrêa da Silva[4], Maria Ivete de Moura[5], Thais Miranda Silva Freitas[6], Marcos Fernando Oliveira e Costa[7], Ana Cláudia Gomes Rodrigues Neiva[8], Elias de Pádua Monteiro[9]

Resumo: As raças bovinas introduzidas pelos Portugueses e Espanhóis durante a colonização do Brasil caracterizam-se pela rusticidade, adaptabilidade, resistência e constituem um importante recurso genético para a bovinocultura. A partir das raças ibéricas sugiram as raças locais brasileiras, que no século XXI estão limitadas a cinco raças geneticamente distintas, distribuídas nas diferentes regiões do país: Caracu e Mocho Nacional no Sudeste, Crioulo Lageano no Sul, Curraleiro Pé-Duro no Norte, Nordeste e Centro-Oeste e Bovino Pantaneiro no Centro-Oeste. A manutenção de tais raças, além de ga-

1 Professora da Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

2 Pesquisadora da Embrapa Pantanal, Corumbá.

3 Professora do Centro Universitário da Grande Dourados, Dourados.

4 Pesquisador do Instituto Nacional de Agroecologia e Sustentabilidade do Brasil, Chapada dos Guimarães.

5 Professora da Pontifícia Universidade Católica, Goiânia.

6 Professora da Faculdade Montes Belos, Montes Belos.

7 Pesquisador da Arroz e Feijão, Santo Antônio.

8 Professora da Universidade Federal do Tocantins, Araguaína.

9 Professor do Instituto Federal Goiano, Goiânia.

rantir a conservação de patrimônio genético valioso, pode atender demandas de mercados especializados. No Brasil, entre as limitações para a conservação da diversidade adaptativa das raças locais, destacam-se o preconceito e sua relativa baixa produtividade com relação às raças comerciais em situações favoráveis às espécies exóticas. Experiências relacionadas à indicação de origem geográfica, observadas na Europa são usadas como exemplo de políticas para o aumento da competitividade de produtos originados de raças locais, explorando a sua diferenciação e qualificação na sua produção.

Palavras-chave: Cerrado, Conservação de biomas, Pantanal, Produção sustentável, Raças autóctones.

1. INTRODUÇÃO

As raças bovinas brasileiras locais tambe**ém denominadas naturalizadas ou** crioulas originaram-se de um longo processo de seleção natural a partir dos primeiros bovinos ibéricos aportados no país. Tais raças caracterizam-se pela rusticidade, adaptabilidade e resistência, aspectos fundamentais para sobreviverem nos ambientes com as particularidades edafoclimáticas nos quais se estabeleceram. Em função disso, constituem um importante recurso genético para sistemas de produção sustentáveis de carne bovina nas diversas regiões do Brasil (FELIX *et al*., 2013).

Nas últimas décadas, forças de ordem econômica e social provocaram progressiva e importante redução no número e na área de distribuição geográfica de bovinos locais brasileiros, ameaçando sua existência e preservação com o empobrecimento da diversidade genética da espécie no país (EGITO *et al*., 2002). Muitas raças, outrora economicamente importantes são atualmente raras e, na maioria dos casos, encontram-se em perigo de extinção.

Devido à importância dos recursos genéticos locais a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação

(FAO) desenvolveu a estratégia global para manejo de recursos genéticos de animais de produção para motivar os países membros a lutarem contra a erosão dos recursos genéticos animais e aumentar a demanda por produtos de origem animal, principalmente nos países em desenvolvimento, que dependem dos rebanhos locais para alimentação e sustento. A importância das raças locais se deve à sua adaptabilidade e capacidade de produção e reprodução em ambientes com condições adversas, em contraste aos sistemas de produção intensivos que demandam altos custos e recursos (como água, alimentos e insumos). Portanto, para reduzir a erosão genética devido à utilização crescente de um número limitado de raças de alta produção, promover a sustentabilidade da agricultura e desenvolvimento rural, existe um esforço internacional conjunto para mobilizar recursos humanos e financeiros bem como implementar estratégias de conservação de rebanhos em países em desenvolvimento (CARDELLINO, 2003).

Segundo definições estabelecidas pela FAO as raças dos animais domésticos são classificadas como transfronteiriças quando as populações que ocorrem em mais de um país podem pertencer a um pool genético comum e, portanto, ser consideradas uma mesma raça. As raças transfronteiriças podem ser nacionais (que ocorrem em vários países de uma mesma região) ou internacionais (que ocorrem em mais de uma região). A classificação de raças locais designa raças que só ocorrem em um país (FAO, 2010a).

Considerando os rebanhos bovinos de raças locais brasileiras, a diversidade genética é baixa em decorrência do excesso de indivíduos homozigotos, característica de populações pequenas, ou seja, com poucos machos e fêmeas em fase reprodutiva. Os programas de conservação das raças devem objetivar o aumento

populacional, evitar cruzamentos parentais e demonstrar para o mercado que conservar e melhorar os recursos genéticos locais pode ser mais vantajoso que introduzir raças exóticas não adaptadas às condições locais (SEGURA-CORREA & MONTES-PÉREZ, 2001; QUIROZ, 2007).

Para evitar a perda deste importante recurso genético, em 1983, o Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) decidiu incluir a conservação dos recursos genéticos animais em seu programa de Pesquisa, Conservação e Utilização de Recursos Genéticos que contemplava, até então, apenas as plantas (MARIANTE & EGITO, 2002).

Desde então diferentes iniciativas vem agrupando pesquisadores, criadores e instituições que trabalham com o propósito de conservar as raças de animais domésticos localmente adaptados aos diferentes biomas brasileiros.

Como resultado de anos de pesquisa colaborativa com bovinos Curraleiro Pé-Duro e Pantaneiro, pesquisadores de diversas universidades e centros da Embrapa, sob coordenação da Escola de Veterinária (EVZ) da Universidade Federal de Goiás (UFG), organizou a Rede Pró-Centro-Oeste "Caracterização, Conservação e Uso das Raças Bovinas Locais Brasileiras: Curraleiro e Pantaneiro" que tem como objetivo consolidar uma rede inter-regional e interdisciplinar de pesquisa e transferência de conhecimento com a finalidade de caracterizar duas raças bovinas brasileiras locais em risco de extinção, Curraleiro Pé-Duro e Bovino Pantaneiro, além de gerar dados para subsidiar o desenvolvimento de um modelo de exploração pecuária para o Cerrado e Pantanal, utilizando essas raças, priorizando a conservação desses ecossistemas, a sustentabilidade e a diversidade genética. Os objetivos específicos da rede são:

- Garantir o desenvolvimento cooperativo de linhas de pesquisa que correspondam às necessidades da complexa realidade brasileira, frente às novas demandas de produção de alimento de forma sustentável, diante das mudanças ambientais;
- Aumentar o número de pessoas qualificadas para a investigação científica na área de conservação de recursos genéticos animais e desenvolvimento sustentável;
- Promover a interdisciplinaridade e multidisciplinaridade pelas diferentes linhas de pesquisa de atuação nos subprojetos;
- Fortalecer a infraestrutura de ensino e pesquisa das diversas instituições públicas de envolvidas no projeto;
- Gerar interação interinstitucional para permitir a participação de pesquisadores em formação nos programas de pós-graduação reconhecidos pela CAPES já existentes nas diversas instituições da rede;
- Consolidar grupos de pesquisa para gerar conhecimento na interface agricultura-pecuária-floresta e sistemas produtivos sustentáveis;
- Originar dados técnicos para fomentar sistemas de produção, especialmente em regime extensivo, priorizando os sistemas de criação que busquem a sustentabilidade econômica, social e ambiental; que inclua as de raças bovinas brasileiras locais adaptadas aos ecossistemas Cerrado e Pantanal;
- Impulsionar o aumento da competitividade na produção, transformação e comercialização dos produtos procedentes das raças Curraleiro Pé-Duro e Bovino Pantaneiro;
- Desenvolver atividades que garantam o estudo, valoração e definição da contribuição das raças locais Curraleiro Pé-Duro e Bovino Pantaneiro para a cultura local e para a sociedade, além da diversificação das atividades rurais e a melhoria da qualidade de vida das populações rurais;

- Auxiliar na obtenção, atualização e análise da situação nacional dos recursos genéticos animais;
- Gerar dados para a construção de um "Catálogo Oficial de Raças Brasileiras de Animais Domésticos" (incluindo todas as raças de interesse zootécnico);
- Divulgar o conhecimento gerado por meio de publicações científicas, técnicas e mídias on-line;
- Apoiar as associações de criadores das raças Curraleiro Pé-Duro e Bovino Pantaneiro, realizando supervisão técnica para as associações, especialmente as responsáveis por controles genealógicos;
- Estimular a criação, revisão e atualização de marcos legais: normativas e políticas públicas para os recursos genéticos animais brasileiros;
- Participar como agentes ativos, uma vez que o Brasil é signatário da Declaração de Interlaken (FAO, 2010b), ocasião que foi lançado apelo à comunidade científica internacional pela Comissão de Recursos Genéticos para Agricultura e Alimentação da FAO. Esse foi o momento em solicitaram a essa comunidade que unissem forças na defesa dos patrimônios locais para composição do patrimônio mundial de recursos genéticos animais, com a finalidade de atender a segurança alimentar para sobrevivência da população mundial.

Dentre as diversas formas de conservação dos Recursos Genéticos Animais (RGA) está a agregação de valor aos produtos da biodiversidade por meio da Indicação Geográfica (IG). A IG pode ser utilizada como ferramenta em políticas públicas para organização do território, conservação da biodiversidade, bem como, gerar riquezas, agregar valor, diferenciar e qualificar a produção, além de fortalecer a competitividade do produto. O estabelecimento de um sistema de IG cria oportunidades para a

agricultura familiar, considerando que seus produtos não devem competir com as grandes empresas. Por meio da IG vinculam-se aos produtos, os saberes tradicionais, a história dos lugares e seus modos de produção, as condições de solos e de clima, ou seja, a identidade local, oferecendo ao consumidor um sinal de sua tipicidade e qualidade (LAGES *et al*., 2005).

O Brasil devido a sua grande extensão territorial, diversidade de ecossistemas e de culturas, bem como, por se tratar de um grande ator na cadeia de produtos agropecuários mundial, apresenta grande potencial para produtos com IG. Isso inclui as raças locais de bovinos e seus produtos, como alternativa para o desenvolvimento de sistemas de produção sustentáveis envolvendo o turismo rural, gastronômico e também histórico. A conservação das raças bovinas locais visa não apenas à conservação do valioso recurso genético por elas representado, mas também garantir a oportunidade de ocupação de nichos de mercados específicos (FELIX *et al*., 2013).

No Brasil muito pouco esforço prospectivo direcionado para analisar o futuro dos recursos genéticos e programas de melhoramento genético animal tem sido desenvolvido. A própria visão "oficial" do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) sobre a importância das raças bovinas locais sofreu mudanças muito recentemente, com a compreensão que devem ser reconhecidas raças de interesse nacional e não somente as raças de interesse econômico. O governo, as instituições de pesquisa, bem como a sociedade de um modo geral, necessitam de informações que não estão disponíveis no momento, portanto devem ser sistematicamente produzidas no país. Estudos prospectivos acompanhados de definição de mecanismos de prioridade, inclusive sob a forma de políticas públicas, em conjunto com análise custo-benefício serão valiosos para orientar as decisões so-

bre a organização e a gestão dos recursos genéticos animais e os futuros programas de melhoramento no Brasil. Adicionalmente, é importante lembrar que o Brasil é signatário da Declaração de Interlaken sobre os recursos genéticos animais, que firma o compromisso dos países signatários em implantar o Plano de Ação Mundial e garantir que a biodiversidade animal mundial seja utilizada para a promoção da segurança alimentar, de modo a continuar disponível para as futuras gerações.

2. OS BOVINOS LOCAIS BRASILEIROS

2.1 - A chegada dos bovinos no Brasil

Quando a América foi colonizada, as raças Ibéricas foram trazidas pelos portugueses e espanhóis (BRITO, 1998; EGITO *et al*., 2002). A introdução de bovinos na América do Sul, portanto, está diretamente associada ao avanço das frentes colonizadoras em direção ao interior do continente (MAZZA *et al*., 1994). Relatos indicam que no Brasil, os primeiros rebanhos bovinos desembarcaram em São Vicente no ano de 1534 (PRIMO, 1992). Considera-se que havia três rotas principais de introdução: São Vicente (São Paulo), Pernambuco e Bahia (PRIMO, 1992; MARIANTE & CAVALCANTE, 2000). Enquanto todos os outros países sul-americanos receberam somente raças espanholas, devido à colonização lusitana, o Brasil foi o único país do continente americano que recebeu além das raças espanholas as raças portuguesas, cuja primeira introdução foi feita 34 anos após o descobrimento do Brasil (MAZZA *et al*., 1994).

Existem controvérsias a respeito das raças trazidas pelos espanhóis (MAZZA *et al*., 1994; EGITO, 2007), porém o que se acredita é que os primeiros animais que chegaram tinham origem na Andaluzia, no sudoeste da Espanha (RODERO *et al*., 1992),

havendo uma grande semelhança entre algumas raças nativas andaluzadas como a Retinta e a Berrenda (PRIMO, 1992). Das raças portuguesas, que deram origem a maioria dos bovinos locais brasileiros, incluindo a raça Caracu, destacam-se a Barrosã, a Mirandesa, a Minhota, a Alentejana e a Arouquesa (PRIMO, 1992; EGITO *et al*., 2002).

Assim que chegaram ao Brasil, os bovinos desembarcados em São Vicente foram irradiados para os campos sulinos, Goiás e o Vale do São Francisco (Minas e Bahia) chegando também até o Piauí e o Ceará. Já os que desembarcaram em Pernambuco e na Bahia emigraram para os sertões nordestinos, norte de Minas, oeste da Bahia, onde encontraram os rebanhos originários de São Vicente (EGITO, 2007).

Os bovinos ibéricos que originaram as raças locais brasileiras, filiavam-se a três troncos diferentes: o batávio (*Bos taurus batavicus*), representados pelas raças Barrosã e Turina, o aquitânico (*Bos taurus aquitanicus*), representado pelas raças Galega, Arouquesa, Alentejana, Mertolenga, Agarvia, Minhota e o ibérico (*Bos taurus ibericus*) representado pelas raças Mirandesa e Brava (SANTIAGO, 1984; MARIANTE & CAVALCANTE, 2000). As raças Curraleiro Pé-Duro, Crioulo Lageano e Bovino Pantaneiro possuem um ancestral comum, o *Bos taurus ibericus* e as raças Caracu, Junqueira e Mocho Nacional possuem como provável ancestral o *Bos taurus aquitanicus* (PRIMO, 2004).

A seleção natural destes rebanhos agindo em ambientes extremamente variáveis em todo o país, juntamente com os eventos recorrentes da miscigenação dessas raças originárias levaram ao desenvolvimento das raças adaptadas a uma ampla gama de ambientes com níveis excepcionais de variabilidade fenotípica e melhor adequação às condições locais (EGITO *et al*., 2007). No Nordeste do país formou-se o bovino Curraleiro ou Sertanejo,

que migrou para Minas Gerais e Goiás. No Sudeste desenvolveu-se o Junqueira e o Franqueiro, além das raças Caracu e Mocho Nacional. No Sul, formou-se o Crioulo Lageano e no Pantanal, o Bovino Pantaneiro (EGITO, 2007).

A análise da estrutura genética de 10 raças bovinas (cinco locais – Caracu, Curraleiro, Pantaneiro, Crioulo Lageano e Mocho Nacional e cinco exóticas – Holandês, Jersey, Nelore, Gir e Guzerá), concluiu que, exceto a Caracu, as raças locais brasileiras apresentam uma riqueza alélica notavelmente mais alta do que as demais raças (EGITO, *et al.*, 2007).

2.2 - A ocupação bovina no Brasil Central

O Brasil Central foi povoado, de modo geral, por migrantes do sul, representado pelos bandeirantes paulistas, e por viajantes nordestinos. Isso explica a origem do gado no Brasil Central e sustenta hipóteses sobre a composição genética de rebanhos e raças locais até a data de hoje. Eram as rotas oficiais de escoamento de metal precioso que serviam de referência para a entrada de gado entre São Paulo, Goiás e Bahia, exemplo de quão íntimo foi à história do ouro e a criação de gado no Brasil Central. Foi deste modo que, aos poucos, a criação de bovinos foi se alastrando extensivamente para áreas do interior, incluindo partes de Minas Gerais, Goiás, Piauí, Maranhão, Ceará e Bahia. A leitura de relatos antigos sugere que os maiores rebanhos no Brasil colônia se localizaram na região da Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo e Rio Grande do Sul. O Vão do Paranã e imediações, provavelmente Chapada dos Veadeiros, atual estado de Goiás, era um polo importante de criação com relatos de mais de 100 fazendas e 1.500 crias. O rio Crixás Assú, Santa Teresa e o Rio das Almas, atual Goiás, comportavam mais de 3.000 bovinos de jesuítas na metade do século XVIII. Na região de Goiás, a virada

do século foi marcada pelas migrações oriundas de Minas Gerais e do Nordeste e por um cenário agrícola de subsistência, estabelecido por aqueles que não retrocederam para o litoral após o declínio da atividade mineradora. No fim do século XVII, o território do atual estado de Goiás era bastante conhecido e os caminhos estavam descritos nos roteiros que corriam de mão em mão. Contudo, no início do século XVIII, novas descobertas aconteceram e deu início a "corrida do ouro" em direção a Minas Gerais. Isso culminou em uma migração contrária ao fluxo pré-estabelecido e resultou no despovoamento e ruína de muitos engenhos e lavouras. Goiás não escapou deste afluxo súbito. Não obstante, surgiram outros boatos sobre novas minas de ouro nos sertões de Goiás, o "novo Eldorado". Novos povoados surgiram nesses sertões e quase todo o sul da região estaria povoado em torno de 1737 (SILVA *et al*., 2012a).

A decadência da mineração se consolidou e representou uma transição do regime econômico vigente, com estabelecimento de fazendas de pecuária extensiva. Tal colapso retraiu os centros urbanos e deixou os vilarejos inabitados. Foi assim, que no início do século XX, o gado já se tornara a principal fonte de renda na região de Goiás, com destaque ao "Sertão do Amaro Leite". Percebe-se que a composição e disposição dos povoados no Brasil Central diferiram dos engenhos do litoral, com predominância da pecuária extensiva, ausência de mercado consumidor local, discreta diversificação de atividades e baixíssima concentração de pessoas por área de terra. Goiás foi o território de uma das principais regiões auríferas. Contudo, o nomadismo persistente na busca de novas minas, a extinção dessa atividade, e os conflitos entre índios Avá-Canoeiros e jesuítas, que resultavam no abandono das lavouras e disseminação desordenada de gado, colocaram em cheque o real valor disso no desenvolvimento re-

gional. Existem muitos relatos da descentralização de famílias nobres e abandono das propriedades rurais em 1824 (SILVA *et al*., 2012a).

O Curraleiro Pé-Duro é o gado típico dos sertões brasileiros e, embora tenha origem europeia (*Bos taurus*) está adaptada as diversas fitofisionomias dos biomas Cerrado e Caatinga. As raças bovinas Caracu, Canchim, Franqueiro, Gir, Girolando, Guzerá, Holandês, Junqueiro, Mocho Nacional, Nelore, Bovino Pantaneiro, Tabapuã são algumas das raças envolvidas no fantástico cenário de povoamento bovino e modernização pecuária no Brasil Central. Entretanto, é irrefutável que os bovinos do grupamento zebuíno (*Bos indicus*) demonstraram estar plenamente adaptados as condições edafoclimáticas do Brasil Central, com maior resiliência a infestações de parasitas, doenças diversas e adaptação às pastagens tropicais, diferentes daquelas da Europa, de clima subtropical. Dentre os bovinos zebuínos, o de maior impacto neste processo de ocupação do Brasil Central, foi o da raça Nelore. Por outro lado, após o advento da biologia molecular e consequente análise do DNA mitocondrial, sabe-se que o plantel de fêmeas do gado "crioulo", como as vacas Curraleiro Pé-Duro, previamente adaptado, serviu de base para a disseminação do material genético da raça Nelore. Os genes maternos contribuíram, de forma decisiva, para a extraordinária capacidade adaptativa do Nelore, que se tornou, indiscutivelmente, o mais popular bovino de corte no Brasil do século XXI (SILVA *et al*., 2012a).

2.3 - O rebanho bovino brasileiro

Ao longo dos últimos 500 anos, introduções periódicas de animais de produção no Brasil resultaram numa ampla gama de diversidade genética que durante séculos vem apoiando a produção animal no país (MARIANTE *et al*., 2009). Em termos

práticos, as raças bovinas existentes no Brasil podem ser classificadas em dois grupos bovinos locais e bovinos exóticos.

Os bovinos locais passaram por longo período de seleção natural e durante as etapas iniciais da formação dessas raças, provavelmente, houve perda da diversidade genética, bem como, concentração e fixação de características específicas (MARIANTE & EGITO, 2002; MARIANTE *et al*., 2008) uma vez que a adaptação ao novo ambiente ocasionou mudanças no comportamento e em aspectos físicos e morfológicos dos bovinos europeus, dando origem as diferentes raças e ecotipos brasileiros (MAZZA *et al*., 1994).

Os bovinos locais podem ser definidos como população de bovinos isolados em determinada região ou regiões, de modo a apresentar características próprias de adaptação a influência do meio, moldadas pela seleção natural (BRITTO, 1998). A busca por raças mais produtivas, devido à crescente demanda por alimentos de origem animal, fez com que houvessem importações de raças consideradas exóticas O grupo de raças exóticas inclui os animais importados nos últimos 50 a 100 anos, tanto zebuínos quanto taurinos, que atualmente compõem a maior parte das populações comercialmente exploradas no Brasil (EGITO *et al*., 2002). Essas populações embora altamente produtivas não apresentam as características adaptativas encontradas nas raças locais (MARIANTE *et al*., 2009). Por essa razão, com o uso intensivo de cruzamentos absorventes com bovinos importados, houve uma rápida substituição das raças locais pelas exóticas (MARIANTE & EGITO, 2002). A tendência de substituição das raças locais promoveu uma grande mudança nos padrões de produção pecuária, colocando grande parte das raças bovinas locais brasileiras sob risco de extinção (EGITO *et al*., 2002). Das cinco raças bovinas localmente adaptadas no Brasil, quatro

delas encontram-se em risco de extinção (Curraleiro, Pantaneiro, Crioulo Lageano e Mocho Nacional). A raça Caracu é a única exceção (MARIANTE *et al*., 2008).

Com o desenvolvimento da pecuária, observou-se que em muitas regiões tropicais, os bovinos introduzidos (exóticos) apresentavam menores índices produtivos do que as raças locais. Diante deste fato parcela considerável de produtores, no estabelecimento de seus sistemas de produção, começou a dar uma importância merecida para as raças locais, em decorrência da sua adaptação ao ambiente, geralmente hostil (MARIANTE & EGITO, 2002). Neste contexto, a extinção das raças locais pode acarretar a perda de importantes características de interesse para produção, enquanto sua utilização pode significar importante alternativa para melhorar a rusticidade de raças bovinas de alta produtividade, porém com baixa capacidade de adaptação (EGITO *et al*., 2002; EGITO, 2007).

2.4 - A raça Curraleiro Pé-Duro

O bovino originalmente conhecido em alguns estados como Pé-Duro (Piauí e Maranhão) ou Curraleiro (Goiás e Tocantins) é uma raça que foi adaptada para a região semiárida do nordeste brasileiro e que migrou para a região centro-oeste do país (CARVALHO *et al*., 2001). O nome Pé-Duro originou-se do fato de que os animais do sertão nordestino andam sobre pedras, ambiente onde animais de casco mole não conseguem sobreviver (CARVALHO *et al*., 2010).

Para alguns estudiosos essa raça parece ser oriunda da união de raças portuguesas e espanholas, como o Alentejano, Galego ou Minhoto. Para outros são descendentes direto de bovinos portugueses da raça Mirandesa (MARIANTE & CAVALCANTE, 2000). Entretanto, parece pouco provável que apenas bovinos

Mirandeses tenham originado o bovino Curraleiro Pé-Duro, provavelmente eles tiveram origem em conjunto de bovinos ibéricos de diferentes grupos genéticos, a época, ainda não estabelecidos como raça (CARVALHO *et al*., 2001). Supõe-se que por meio da seleção natural predominaram os animais mais aptos a sobreviver e se multiplicar nessas regiões, que constituíram a base do bovino Curraleiro Pé-Duro.

O rebanho Curraleiro Pé-Duro habitou anteriormente todo o território nacional e contribuiu para a formação das raças Caracu, Mocho Nacional e Junqueira (EGITO, 2007). Os bovinos da raça Caracu e Curraleiro Pé-Duro são semelhantes, mas o Curraleiro Pé-Duro não sofreu melhoramento genético, enquanto que a raça Caracu já foi melhorada para o corte e leite (BRITTO, 1998).

As fêmeas são boas produtoras de leite e embora os animais não sejam muito grandes, são utilizados com vantagem na pecuária de corte (EGITO, 2007). O Curraleiro Pé-Duro apresenta porte bem menor que os demais bovinos devido provavelmente à ação da seleção natural em condições precárias, sobretudo nutricionais, a que foram submetidos na região nordestina (BRITTO, 1998). Contudo, o crescimento lento e o tamanho pequeno do Curraleiro Pé-Duro parecem em harmonia com as condições ecológicas e as dificuldades do semi-árido nordestino brasileiro (PRIMO, 1992).

O Curraleiro Pé-Duro é de temperamento dócil e de excepcional rusticidade (CARVALHO, 2002). Pela sua prolificidade e adaptabilidade podem apresentam uma melhor relação custo x benefício para a região nordeste e ambientes que apresentam pastagens naturais com baixa produtividade (CARVALHO, 2002; EGITO, 2007).

A introdução das raças zebuínas teve consequências negativas para a raça Curraleiro Pé-Duro. Antes da chegada dos zebuí-

nos, todo rebanho bovino do semiárido nordestino era constituído por esses bovinos. Contudo, os primeiros cruzamentos de animais zebuínos com animais da raça originaram descendentes com alto vigor híbrido e com desempenho visivelmente superior ao dos pais. Assim, os produtores animados repetiram por diversas vezes este cruzamento, causando quase que o desaparecimento dessa raça (PRIMO, 1992).

A raça foi reconhecida e registrada sob o nome "Curraleiro Pé-Duro" em 14 de Dezembro de 2012 (Portaria n. 1.150). O registro foi alcançado após um somatório de anos de esforços por parte dos criadores e pesquisadores. Alguma das etapas que possibilitaram o reconhecimento da raça foi a criação da Associação Brasileira de Criadores de Curraleiro em 1995 e a articulação entre o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o Sistema Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), a Embrapa-Cenargen e a UFG, que teve início em 1997. A próxima etapa foi o estabelecimento do padrão racial e o envio da primeira solicitação de registro da raça ao MAPA em 1999. Em 2004 foi firmado um convênio com o Ministério da Integração Nacional, que possibilitou o levantamento do efetivo do rebanho nacional e a caracterização sanitária dos rebanhos amostrados. Em 2007 a Associação dos Criadores de Pé-Duro do Piauí entrou com outro processo para o reconhecimento da raça. Todas essas ações culminaram com a realização de um seminário técnico no MAPA em 2009, onde foram apresentados os resultados dos inúmeros estudos sobre a raça, inclusive a caracterização genética que sustentou a afirmação de que os animais do Piauí eram geneticamente similares aos de Goiás e Tocantins. Assim, frente aos conflitos representados pela existência de dois nomes para a raça (Curraleiro e Pé-Duro) e dois documentos solicitando o registro da raça (documento da

Associação dos Criadores do Piauí e outro da Associação dos Criadores de Goiás) foi necessária a realização de uma reunião no MAPA, que ocorreu em 2011. O encontro objetivou a congregação de atores de diversos segmentos e formação, envolvidos na história, criação e no estudo do grupo genético em questão. Ao término de 2012, após a reunião, com o reconhecimento da raça e concessão à Associação Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Curraleiro Pé-Duro (ABCPD) o direito de realizar trabalhos de registro genealógico (com sede em Teresina (PI), ficou evidente a repercussão da reunião de 2011. Este evento representou uma vitória histórica na luta pela conservação e utilização de recursos zoogenéticos (SILVA *et al*., 2013).

Consta no Estatuto da ABCPD (2012) os padrões raciais (Quadro 1) a serem adotados para animais, lembrando que algumas características apresentam maior permissividade por tratar-se de rebanhos envolvidos em programas de conservação de recursos genéticos e não atender exclusivamente às questões relacionadas com a produção e o melhoramento genético:

QUADRO 1 - Resumo dos padrões raciais proposto pela ABCPD

CARACTERÍSTICA	IDEAL	PERMISSÍVEL	DESCLASSIFICATÓRIO
Estado geral	Sadio e vigoroso		
Desenvolvimento	De acordo com a idade		
Masculinidade Feminilidade	Acentuada de acordo com o sexo		Características inversas
Temperamento	Ativo e dócil		Nervoso e bravio
Cabeça	Pequena e leve	Média	Grande e desproporcional ao corpo
Perfil	Sub-côncavo com órbitas não muito salientes	Retilíneo	Convexo
Chanfro	Reto, curto e largo nos machos e mais comprido e estreito nas fêmeas	Médio e ligeiramente sub-côncavo	
Focinho	Preto com ventas largas	Claro ou com manchas claras	Totalmente despigmentado
Boca	Grande		Prognata, agnata e lábio leporino
Olhos	Grandes, brilhantes, dóceis e com manchas escuras (óculos)	Ausência de óculos	Exoftalmia
Orelhas	Pequenas com extremidades arredondadas	Médias e ligeiramente pontiagudas	Grandes e com extremidades muito afiladas
Chifres	Forma de coroa ou meia-lira	Descorna, mocho e outras formas	
Pescoço e corpo	Pescoço curto ou médio, musculoso nos machos e leve nas fêmeas com barbela reduzida		Pescoço longo e excesso de barbela
Peito	Largo e profundo	Médio	
Linha dorso lombar	Reta, horizontal, comprida e forte		Cifose, lordose, escoliose
Anca e Garupa	Anca larga e nivelada, garupa tendendo a horizontal		

CARACTERÍSTICA	IDEAL	PERMISSÍVEL	DESCLASSIFICATÓRIO
Sacro	Não saliente e no mesmo nível da anca	Ligeiramente saliente	Muito saliente
Cauda e vassoura	Cauda fina longa e bem inserida e vassoura preta	Inserção alta vassoura branca ou preta e branca	
Tórax, costela, flanco e ventre	Tórax longo e profundo, costelas largas, arqueadas e ossos chatos		
Umbigo	Reduzido	Médio	Longo e com hérnia
Membros	Delgados, proporcionalmente separados e aprumados		Desproporcionais ao corpo e com defeitos de aprumo
Cascos	Pretos e pequenos	Médios com manchas claras	Totalmente vermelhos ou amarelos
Bolsa escrotal e testículo	Bolsa com pele fina, elástica com extremidades escuras		Defeitos de crescimento e desenvolvimento nos testículos
Bainha	Reduzida e rente à barrica	Média	Longa e pendulosa
Prepúcio	Recolhido		
Úbere, tetas e veias mamárias	Bem conformado e boa textura		Defeitos de origem genética
Vulva	Cor escura e conformação normal		Atrofiada ou despigmentada
Cor da pelagem	Vermelho claro, amarela avermelhada ou baia, amarela e raposa com extremidades mais escuras principalmente nos machos	Alaranjada fosca, alvaçã, malhada de vermelho e branco, malhada de preto e branco, preta e azulada	
Pêlos	Finos e curtos		
Altura	Mínimo 1 m nas fêmeas e 1,1 m nos machos		Altura inferior ao limite mínimo

IR PARA SUMÁRIO

As pesagens associadas às mensurações morfométricas foram realizadas em 238 animais, pertencentes a seis criatórios distribuídos nos estados de Goiás e Tocantins, machos e fêmeas da com idades variando de um a 12 anos, criados extensivamente em bioma de Cerrado. Os animais foram divididos em cinco classes etárias: 0 a 6 meses (1), 7 a 12 meses (2), 13 a 24 meses (3), 25 a 36 meses (4) e mais de 36 meses de idade (5). Foram analisadas as medidas: altura de anterior e posterior (AA e AP), comprimento e largura de garupa (CG e LG), comprimento do corpo (CC), perímetro torácico (PT) e, peso corporal. Para obtenção destas medidas utilizou-se a fita métrica (PT), hipômetro (AA e AP) e trena (CG e LG). Esses dados estão dispostos nas Tabelas 1 e 2.

A partir do convênio da UFG com o Ministério da Integração Nacional, no final do ano de 2004, iniciaram-se as colheitas de amostras para um inquérito sanitário dos criatórios e foram feitas pesagens de um número maior de animais (n=399) em criatórios localizados nos estados de Goiás e Tocantins. Os resultados obtidos estão descritos na Tabela 3.

IR PARA SUMÁRIO

TABELA 1 – Média e desvio padrão (DP) das medidas morfométricas e do peso de bovinos da raça Curraleiro. Machos em diferentes faixas etárias

CI	Nº	Peso Vivo		Altura Anterior		Altura Posterior		Comprimento Garupa		Largura da Garupa		Perímetro Torácico		Comprimento do Corpo	
		Média (kg)	DP	Média (m)	DP	Média (m)	DP	Média (cm)	DP	Média (cm)	DP	Média (m)	DP	Média (m)	DP
2	1	215	**	1,00	**	1,15	**	40	**	32	**	1,39	**	1,15	**
3	20	230	42	1,11	0,05	1,16	0,06	39	0,04	35	0,03	1,44	0,10	1,13	0,07
4	12	316	67	1,15	0,09	1,19	0,09	42	0,03	40	0,07	1,59	0,11	1,23	0,09
5	26	358	73	1,15	0,08	1,18	0,08	44	0,05	41	0,04	1,64	0,11	1,28	0,1

TABELA 2 – Média e desvio padrão (DP) das medidas morfométricas e do peso de bovinos da raça Curraleiro. Fêmeas em diferentes faixas etárias

CI	Nº	Peso Vivo		Altura Anterior		Altura Posterior		Comprimento Garupa		Largura da Garupa		Perímetro Toracico		Comprimento do Corpo	
		Média (kg)	DP	Média (m)	DP	Média (m)	DP	Média (cm)	DP	Média (cm)	DP	Média (m)	DP	Média (m)	DP
2	6	118	15,0	**	**	**	**	32	0,02	26	0,02	1,16	0,09	0,99	0,10
3	35	172	55,6	1,09	0,08	1,12	0,08	36	0,02	32	0,05	1,31	0,14	1,07	0,11
4	42	214	31,5	1,07	0,06	1,13	0,06	39	0,09	38	0,04	1,44	0,10	1,13	0,35
5	96	254	55,4	1,12	0,06	1,16	0,06	42	0,10	40	0,04	1,52	0,11	1,24	0,15

TABELA 3 – Média e desvio padrão dos pesos de bovinos da raça Curraleiro, machos e fêmeas, por faixa etária

Idade	Machos (n)	Média ± DP	Fêmeas (n)	Média ± DP
0 a 6 meses	8	52,1 ± 10,4	8	52,4 ± 18,7
7 a 12 meses	7	124,9 ± 57,1	18	136,9 ± 60,0
13 a 24 meses	23	218,4 ± 60,0	35	167,2 ± 48,9
25 a 36 meses	26	288,4 ± 57,6	62	205,3 ± 38,7
> 36 meses	45	355,2 ± 50,4	167	251,5 ± 45,3

O levantamento dos plantéis da raça Curraleiro Pé-Duro iniciou no ano de 1998 por meio da Associação Brasileira de Criadores de Curraleiro (ABCCurraleiro) sendo que a partir de 2005 a Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás EVZ/UFG promoveu a atualização e expansão deste levantamento. Foram identificadas e registradas 49 (quarenta e nove) fazendas em cinco estados brasileiros: Goiás, Tocantins, Bahia, Pará e Piauí que seus rebanhos eras compostos por bovinos Curraleiros dando um total de 3.692 animais (FIORAVANTI *et al*., 2011).

Os criadores de Curraleiro Pé-Duro são extremamente ligados ao ambiente rural (Figura 1), a grande maioria possui o rebanho há mais de 20 anos e quando questionados sobre os motivos que os fizeram conservar esses animais, respondem quase que em unanimidade que o fazem pela tradição e pelo sabor e qualidade da carne. Ficou explícito o caráter cultural e familiar dessa atividade e a crença de continuidade por parte das gerações futuras (FIORAVANTI *et al*., 2011).

O efetivo do rebanho nacional é baixo e raça ainda deve ser considerada em risco de extinção. O sistema de produção aplicado aos rebanhos do bovino Curraleiro Pé-Duro caracteriza-se como pecuária extensiva de médio nível tecnológico, baixo custo de produção, pouco retorno econômico e risco de endo-

gamia. Entretanto, há um grande interesse dos produtores em conservar a raça, a pesquisa e a difusão de tecnologias podem ser ferramentas importantes na exploração das potencialidades desse recurso genético, e na adaptação de modelos sustentáveis que têm sido aplicados com relativo sucesso em outros países (FIORAVANTI *et al*., 2011).

FIGURA 1 - Exemplares de bovinos da raça Curraleiro Pé-Duro

2.4 - A raça Bovino Pantaneiro

Os bovinos da raça Pantaneira, também conhecidos como Jofreano, Tucura ou Cuiabano, foram originados a partir do rebanho trazido da Península Ibérica para o Brasil, pelos portugueses e espanhóis (MAZZA *et al*., 1994). Os bovinos espanhóis vieram para o Brasil nas expedições que tinham como destino a Bacia do Prata no início do século XVI (EGITO, 2007), recordan-

do que o Tratado de Tordesilhas (1494 a 1750) determinava essa região como pertencente ao reino de Espanha.

O histórico de colonização espanhola na região do Pantanal pode explicar aspectos fenotípicos na variedade de pelagens presentes em animais dessa raça (ABCBP, 2018), que se manteve nas populações, inclusive após a introdução do gado de ancestralidade de raças portuguesas. A influência das raças portuguesas ocorreu de maneira indireta, durante o final do século XVIII, com a abertura do caminho entre as províncias de Goiás e Mato Grosso, ao início do XIX, por meio de raças já localmente adaptadas como o Franqueiro e o Curraleiro (MAZZA *et al*., 1994).

Essas características de grande rusticidade que permitiram sua sobrevivência em condições adversas da região sendo capazes de suportar condições climáticas e hidrológicas extremas, caracterizadas por elevadas temperaturas no verão (com máximas absolutas ultrapassando 40ºC) e alternância entre períodos secos e enchentes (MAZZA *et al*.,1994). É admirável a resistência ambiental do Bovino Pantaneiro que suporta inundações forte e prolongadas horas na água para chegar à forragem necessária para a subsistência, ou durante os períodos de seca, quando a pastagem e a água também são escassas (PRIMO, 1992).

Devido ao isolamento e ao processo de seleção natural que ocorreu por muitos anos consecutivos esses animais desempenharam até o início do século XX, papel preponderante na economia das regiões inundadas do Pantanal, pois, adquiriram características adaptativas que causaram mudanças nos aspectos fisiológicos e morfológicos dos bovinos europeus formando um grupo genético bastante diferenciado.

No início do século XX, esses animais desempenhavam papel preponderante na economia das regiões inundáveis do Pantanal (EGITO, 2007) e no início do século XX chegou a contar com

milhões de cabeças de dessa raça nesse ecosistema (MAZZA *et al*., 1994). Entretanto, no fim do século XX, o movimento para a melhoria do rebanho bovino do Pantanal, mediante o cruzamento absorvente com outras raças, principalmente com o gado zebuíno Nelore, iniciou o processo conhecido como "erosão genética" causando diminuição progressiva do seu rebanho sem nenhum plano sistemático de melhoramento Por essa razão, o Bovino Pantaneiro é uma das raças que participa do Programa de Conservação de Recurso Genético Animal da Embrapa (EGITO, 2007).

Esses bovinos demonstram dupla aptidão tanto para carne quanto para leite (LARA *et al*., 2002). Além disto, algumas das características da adaptação adquiridas ao longo do tempo estão relacionas à grande rusticidade, destacando-se a resistência à escassez de alimentos e a doenças (MAZZA *et al*., 1994). O fato de apresentarem característica de tolerância ao calor semelhante a raça Nelore (BARBOSA *et al*., 2014), faz do Bovino Pantaneiro, possivelmente, o taurino (*Bos taurus*) mais adaptado ao ecossistema do Pantanal brasileiro.

A Associação Brasileira de Criadores de Bovino Pantaneiro (ABCBP) foi criada em 2013, com o apoio da Rede Pró-Centro-Oeste "Caracterização, Conservação e Uso das Raças Bovinas Locais Brasileiras: Curraleiro e Pantaneiro", os trabalhos de pesquisa desenvolvidos pelas instituições parceiras sobre a caracterização fenotípica das populações nortearam a construção do padrão racial do Bovino Pantaneiro (Quadro 2).

IR PARA SUMÁRIO

QUADRO 2 – Resumo dos padrões raciais proposto pela ABCBP

CARACTERÍSTICA	IDEAL	PERMISSÍVEL	DESCLASSIFICATÓRIO
Estado geral	Sadio e vigoroso	Pequeno desvio do padrão ideal	Caquético e fraco
Desenvolvimento De acordo com a idade		Mediano	Tamanho e pesos muito abaixo para idade
Masculinidade Feminilidade	Acentuada de acordo com o sexo	Não há	Características inversas
Temperamento	Ativo e dócil	Nervoso e bravio	Não há
Cabeça	Pequena, proporcional ao corpo e com formato triangular	Média	Grande e pesada
Perfil	Retilíneo	Sub convexo ou subcôncavo	Ultra convexo ou ultracôncavo
Chanfro	Reto e relativamente curto; sendo mais largo nos machos	Médio e levemente subconvexo ou subcôncavo	Torto
Fronte	Larga e plana, apresentando entre as órbitas oculares, sobre a linha mediana, ligeira depressão	Mediana	Estreita ou protuberante
Focinho	Preto, largo, com narinas separadas e dilatadas	Despigmentação parcial ou total, róseo ou amarelo	Não há
Boca	Grande		Prognata, agnata e lábio leporino
Olhos	Despigmentação parcial ou total, róseo ou amarelo	Formato ovalado e inserido na linha da base da orelha	Inserido acima da linha da orelha, portador de exoftalmia ou cegueira em ambos os olhos

IR PARA SUMÁRIO

CARACTERÍSTICA	IDEAL	PERMISSÍVEL	DESCLASSIFICATÓRIO
Orelhas	Pequena, não pendente, com a face interna do pavilhão voltada para frente, em formato de colher, com ponta arredondada, inserida acima da linha dos olhos, com a borda interna escura e com pêlos abundantes na parte superior	Mediana, com ponta ligeiramente pontiaguda, inserida na linha dos olhos, com a borda interna não pigmentada e com pêlos ralos na parte superior.	Grandes, pendentes ou inseridas abaixo da linha dos olhos
Chifres	Não existe um padrão específico com relação ao seu tamanho, formato, cor e direção	Assimétrico e banana	Naturalmento mocho ou batoque
Pescoço e corpo	De comprimento mediano, sendo nos machos mais grosso e com o musculo romboide proeminente. Barbela curta e pouco pregueada	Comprimento longo e barbela mediana. Podem apresentar morrilho (depressão na barbela, formando uma cavidade).	Comprimento muito curto, excesso de barbela ou presença de cupim.
Peito	Largo e profundo	Médio	Estreito e pouco profundo
Linha dorso lombar	retilínea	Ligeiramente arqueada	Cifose, lordose, escoliose
Garupa	Retilínea, acompanhando a linha dorso-lombar, com o osso sacro não saliente. Deve ser ainda comprida, larga e ter suave inclinação descendente no sentido da ossatura íleo-ísquio.	Pequena inclinação ascendente ou osso sacro ligeiramente saliente	Curta, estreita (com pequena distância entre os ísquios esquerdo e direito), caída (muito inclinada para baixo) ou invertida (com ísquios muito mais altos que os ílios).

IR PARA SUMÁRIO ▲

CARACTERÍSTICA	IDEAL	PERMISSÍVEL	DESCLASSIFICATÓRIO
Cauda e vassoura	Cauda harmoniosamente inserida na linha do dorso-lombar, sendo larga na base e afinando para a extremidade, de comprimento mediano e não ultrapassando o jarrete. A vassoura é abundante podendo ser da cor baia, branca, castanha, marrom, preta, vermelha ou suas nuanças	Cauda com inserção levemente superior ou inferior a linha do dorso-lombar. Vassoura de coloração malhada, ou seja, com mesclamento de feixes de fios das cores sólidas.	Cauda excessivamente curta ou ausente
Tórax, costela, flanco e ventre	Tórax largo e profundo; costelas com ossos largos, chatos, bem arqueadas e afastadas na parte posterior, sem depressão atrás das paletas; flancos profundos; ventre amplo, desenvolvido, em harmonia com o tamanho do animal.	Pequeno desvio do padrão ideal	Tórax deprimido
Umbigo	Ausente	Pequeno ou mediano	Longo ou com hérnia

CARACTERÍSTICA	IDEAL	PERMISSÍVEL	DESCLASSIFICATÓRIO
Membros	Anteriores: Médios, fortes, bem separados, aprumados, de altura mediana e levemente menor que os membros posteriores Posteriores: De comprimento médio, coxas e pernas com boa musculatura, separadas e deixando um suficiente espaço para o úbere, nas fêmeas. O grau de curvatura do jarrete deve ser moderado	Pequeno desvio do padrão ideal	Desproporcionais ao corpo e com defeitos de aprumo
Cascos	Tamanho mediano, resistente à seca e a água, liso, bem conformado, talão profundo e com coloração clara (branca, amarela), preta ou vermelha e suas nuanças	Rajado das cores sólidas	Mal conformados, excessivamente abertos ou com as falanges unidas
Bolsa escrotal e testículo	Bolsa com pele fina, elástica pigmentadas	Não há	Anorquidia, monorquidia, criptorquidia, hiperplasia ou hipoplasia e infantilismo genital.
Bainha	Reduzida e rente à barriga	Média	Grande e pendulosa
Úbere, tetas e veias mamárias	Úbere bem conformado, harmonioso, com ligamentos fortes e pele fina, elástica e macia. Tetos de tamanho curto a mediano	Longos ou grossos	Defeitos de origem genética

CARACTERÍSTICA	IDEAL	PERMISSÍVEL	DESCLASSIFICATÓRIO
Vulva	Pouco volumosa, com pequeno estriamento e bem pigmentada	Tamanho mediano, de cor clara ou mesclada	Atrofiada ou despigmentada
Cor da pelagem	São definidas e admitidas 18 cores de pelagens e seus nuances e particularidades	Todos os tipos de pelagens podem apresentar particularidades	Não há
Pêlos	Finos, curtos e sedosos	De comprimento mediano ou pequena alopecia, sendo comum a perda temporária de pelos, especialmente na região do dorso, nas vacas lactantes. Animais venudos, ou seja, com a presença de um topete de pêlos sobre a marrafa	Hiper e hipotricose
Pele	Preta e Grossa	Clara. Nos animais com pelagem Branca Piroco as mucosas são rósea	Despigmentações

O desempenho zootécnico do Bovino Pantaneiro foi estudado quase que exclusivamente no núcleo de conservação *in situ* da Embrapa Pantanal e na Fazenda Promissão (Poconé-MT) até meados de 2009. O pequeno número de animais e a amplitude do coeficiente de variação dos resultados permanecem como desafio para a pesquisa. O fato de encontrar índices zootécnicos excelentes presentes em indivíduos de uma população ao qual não houve processo de seleção e melhoramento genético é um indicativo da sua potencialidade produtiva.

As fêmeas tem maior taxa de crescimento dos 15 aos 20 meses de idade, provavelmente relacionada a puberdade (BARBOSA

et al. 2013). Geralmente iniciam a reprodução aos 28 meses de idade, na dependência do peso e condição corporal, tem idade ao primeiro parto (IPP) média de 40,16±8,31 meses (ABREU *et al*., 2007). A taxa de natalidade (TN) no das vacas variou entre 54% e 71% entre os anos de 1994 a 1998, enquanto a taxa de desmama (TD) foi de 51 a 70% nesse mesmo período. O peso das vacas ao início da estação de monta (PIEM) variou entre 275 e 304 kg, enquanto ao final desse período reprodutivo (PFEM) observou-se pesos entre 288 e 329 kg. O aumento de PIEM refletiu proporcionalmente em maiores TN e T (ABREU *et al*, 2000a). Os índices reprodutivos registrados em 2006 foram de 71% e 70% para taxa de prenhez (TP) e TN, respectivamente (JULIANO *et al*., 2011a).

A idade média a puberdade de tourinhos da raça Bovino Pantaneiro foi estimada em 17,20 ±0,786 meses (JULIANO *et al*., 2011b). Os touros podem ser utilizados em programas de monta natural em qualquer época do ano pois não há interferência sazonal na qualidade seminal a fresco e o período seco pode ser a melhor época de coleta para congelação de sêmen pois apresenta maior concentração espermática. Nesse contexto, observou-se que mesmo sob condições adversas características pelas oscilações ambientais e em pastagem nativa no Pantanal, esses animais mantiveram boa qualidade seminal (MOREIRA *et al*., 2016).

A sistema produtivo de corte apresenta como características predominantes da pecuária no Pantanal, a cria para comercialização e a recria de fêmeas para reposição, em extensas áreas de pastos nativos (ABREU *et al*., 2000b), sendo assim, o peso dos bezerros é um aspecto importante para garantir rentabilidade. No Bovino Pantanerio (Figura 2) o peso ao nascimento aproxima-se de 26kg e na desmama pode variar entre 118 e 132kg (ABREU *et al.,* 2000a).

A avaliação da curva de crescimento de bezerros da raça Bovino Pantaneiro realizada do nascimento aos 14 meses de idade obteve como resultados o peso médio para bezerros machos (32±4 kg) e fêmeas (26±4 kg) ao nascimento e uma estimativa do peso assintótico de 191kg para machos e 173kg para fêmeas. Entretanto, não houve diferença estatística na velocidade de crescimento entre os sexos (BRITO *et al*., 2015).

A partir de 2009, novos rebanhos de Bovinos Pantaneiros foram implantados, na região de Cerrado, em pastagens cultivadas. Com isso, ampliou-se a possibilidade de pesquisas para avaliação de desempenho em sistemas produtivos *ex situ* de corte e leite . Destaca-se, desde então, o trabalho que vem sendo realizado pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS).

A produção de Bovino Pantaneiro em pasto cultivado obteve média de ganho de peso (GPD) do nascimento aos 205 dias de bezerras Pantaneiras (0,575 kg/dia) e mestiças (0,654 kg/dia). Para bezerros Pantaneiros e mestiços, os valores encontrados foram 0,643 kg/dia e 0,692 kg/dia, respectivamente. O peso a desmama para fêmeas Pantaneiras foi 148,3kg e mestiças 161,6kg, enquanto machos apresentaram 161,7kg e 172,7kg para esse mesmo parâmetro e grupos raciais. Não houve diferença de médias comparadas para o peso a desmama entre os grupamentos raciais para ambos os sexos. Os resultados encontrados foram semelhantes aos descritos na literatura para raça Nelore, principal, raça bovina criada em sistema extensivo a pasto, em áreas de Cerrado. Sendo assim, considerou-se que a inclusão de Bovinos Pantaneiros pode ser uma alternativa viável do uso desse patrimônio genético em pastagens cultivadas (HORTON *et al*., 2013).

O ganho de peso de novilhas Pantaneiras submetidas a dietas de baixa proteína (PB 11%) foi de 0,580g/dia (TEODORO, 2011)

e de 0,460kg/dia quando confinadas e alimentadas com feno de baixa qualidade de diferentes forrageiras (RUFINO JUNIOR *et al*., 2014). Nesse contexto, sugere-se que as novilhas da raça Bovino Pantaneiro, em função da seleção natural, apresentam pequena estrutura corporal e aptidões intermediárias para produção de leite ou carne podendo ter seu uso em cruzamentos com outros grupos genéticos, conferindo rusticidade e melhor desempenho produtivo (REZENDE *et al*., 2014).

FIGURA 2 - Exemplares da raça Bovino Pantaneiro

IR PARA SUMÁRIO

2.6 - Reintrodução do Gado Curraleiro Pé-Duro na Comunidade Kalunga

O Sítio Histórico e Patrimônio Cultural Kalunga abrigam uma comunidade formada por negros remanescentes de quilombos, com população em torno de 5.000 pessoas, distribuídas em mais de 30 comunidades na zona rural dos municípios de Cavalcante, Teresina de Goiás e Monte Alegre, na microrregião Chapada dos Veadeiros, no nordeste do Estado de Goiás (MOURA *et al*., 2011).

De acordo com o depoimento das pessoas mais idosas da comunidade Kalunga de Cavalcante, na década de 1960 vários produtores criavam o gado Curraleiro Pé-Duro e a situação mudou, com a diminuição deste rebanho a partir de 1980, com a chegada do gado zebuíno na região (FIORAVANTI *et al*., 2012).

Apesar do bovino Curraleiro Pé-Duro praticamente ter desaparecido da região, os moradores, especialmente os mais antigos, demonstravam o desejo de resgatar esta tradição e voltar a possuir "pelo menos uma moitinha do gado". Os moradores alegam que esses bovinos apresentam carne de sabor diferenciado, menor custo de produção em função de sua rusticidade, baixa exigência nutricional e melhor aproveitamento da vegetação nativa, especialmente quando comparado ao Nelore (FIORAVANTI *et al*., 2008).

O processo de reintrodução do bovino Curraleiro Pé-Duro na comunidade Kalunga de Cavalcante, Goiás, começou em 2006, quando a Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás foi convidada pelo Ministério da Integração Nacional a elaborar um projeto que correlacionasse o Curraleiro Pé-Duro e os Kalunga. Em 2007 tiveram início as ações de reintrodução, desenvolvidas no âmbito do convênio "Estabelecimento e Manutenção de Núcleos de Criação de Gado Curraleiro Pé-Duro", uma demanda dos moradores da comunidade na

tentativa de resgatar a tradição pecuária da população local, de criação do gado Curraleiro Pé-Duro (FIORAVANTI *et al*., 2008).

O projeto visava dentre outros objetivos, reintroduzir os animais desta raça originalmente criados pelos Kalunga e estabelecer o Núcleo de Criação de Curraleiro Pé-Duro no Sítio Histórico e Patrimônio Cultural Kalunga, tendo como premissa a valorização do modo de vida e identidade das pessoas da comunidade e, ao mesmo tempo, contribuir para a preservação do Cerrado e para a conservação de um importante recurso genético animal brasileiro, a raça bovina local Curraleiro Pé-Duro (MOURA *et al*., 2011).

Assim, em junho de 2007, dez famílias da comunidade Kalunga e o Núcleo de Criação do Curraleiro Pé-Duro receberam 81 animais, sendo destinados seis adultos (cinco fêmeas e um reprodutor) e um ou dois bezerros para cada família. A escolha das famílias foi realizada pela Associação Kalunga de Cavalcante (AKC) durante Assembleia Geral. As famílias participantes desta fase do projeto estavam distribuídas nas localidades Vão do Moleque, Vão de Almas, Prata, Boa Sorte e Engenho II (MOURA *et al*., 2011).

O Núcleo de Criação de Curraleiro Pé-Duro foi implantado na Fazenda Santo Estevão, localizada a aproximadamente 5 km da Capela do Vão do Moleque e deveria funcionar como local de estabelecimento e difusão das técnicas de criação animal para a região e capacitação dos produtores. Apesar de não ter ocorrido à regularização fundiária da posse da terra, a fazenda foi cedida pelo proprietário à Universidade Federal de Goiás para manutenção de alguns animais (FIORAVANTI *et al*., 2008).

Ao final de cada ano, a progênie dos animais vem sendo dividida ao meio, metade passa a ser de propriedade do criador e a outra metade do projeto. Os bovinos destinados ao projeto estão sendo entregues a novos criadores interessados. A família

que recebe animais do projeto tem a obrigação de cuidar dos bovinos e repassar as informações referentes às características produtivas e reprodutivas (MOURA *et al*., 2011). É importante ressaltar, que todos os produtores beneficiados pelo projeto de reintrodução do gado Curraleiro Pé-Duro na comunidade Kalunga já possuíam gado azebuado (NEIVA, 2009).

Do total de 81 (100%) animais distribuídos na primeira etapa, nasceram sete (8,7%) bezerros. O índice de mortalidade do rebanho foi de 20,52% (18/88 animais). Em julho de 2008, após uma doação das Fazendas Trijunção, foram reintroduzidos mais 73 bovinos, 39 da raça Curraleiro Pé-Duro e 34 cruzados Curraleiro X Caracu, fato esse que permitiu a expansão do projeto. Esses animais foram encaminhados ao Sítio Histórico e Patrimônio Cultural Kalunga, para reposição em alguns lotes (famílias que perderam animais) e inclusão de sete novas famílias no projeto. As fêmeas cruzadas foram utilizadas para compor novos lotes e para reposição. Os machos cruzados foram destinados a tração (carro-de-boi). Os melhores machos cruzados foram separados para atuarem como reprodutores em lotes de vacas cruzadas (MOURA *et al*., 2011).

Ao final de 2009 existiam 104 animais vivos distribuídos nas 14 famílias e 39 no núcleo. Depois de um ano de introdução o desempenho reprodutivo dos animais foi insatisfatório. Várias fêmeas abortaram ou os bezerros morreram logo após o parto e a maioria das fêmeas estava vazia. Esses resultados também contribuíram para o pessimismo de algumas famílias que receberam os animais. O longo período de estiagem, ocorrido em 2008, pode ter contribuído para a alta taxa de mortalidade e baixa taxa de nascimento no primeiro lote de animais reintroduzidos, coincidindo ainda com o período de adaptação desses

animais, já que anteriormente dispunham de forrageira de boa qualidade e em abundância (MOURA *et al*., 2011).

A região do cerrado, onde estes animais foram reintroduzidos, apresenta heterogeneidade na distribuição espacial da vegetação e isso influenciou o comportamento ingestivo dos animais (MOURA *et al*., 2011). Esses achados corroboram relatos de que animais em pastejo requerem um consumo relativamente constante de nutrientes para satisfazer os requerimentos de metabolismo, crescimento e reprodução e, em ambientes extremamente complexos e variáveis, compostos por diversas fitofisionomias e vegetações; torna-se mais difícil obter esses nutrientes (SANTOS *et al*., 2002; SILVA *et al*., 2004).

Em abril de 2011, computando os nascimentos de bezerros, que foi 5,10% (2/39) no núcleo e 25% (26/104) nas 14 famílias, deveriam existir 41 e 130 animais, respectivamente. Contudo, o índice de mortalidade de bovinos foi de 64,10% (25/41) no núcleo e de 18,5% (24/130) entre as famílias, restando 16 e 106 bovinos, respectivamente. Em função da alta taxa de mortalidade no núcleo, optou-se por sua extinção, com redistribuição dos animais que restaram entre as famílias. Observando a taxa de nascimento e de mortalidade entre 2009 a 2011, a percentagem de animais nascido foi maior em relação aos resultados obtidos para o ano de 2008, assim como houve redução da taxa de mortalidade, indicando que os animais já haviam se adaptado às condições alimentares de vegetação e pastagem nativa (MOURA *et al*., 2011). Considerando apenas a alta taxa de mortalidade entre 2009 e abril de 2011, no lote de animais do núcleo, pode-se inferir que os resultados obtidos foram em função da falta de acompanhamento e manejo desses animais, pois, de acordo com SILVA *et al*. (2004), essa condição de adaptabilidade além

de estar sob influência de fatores ligados ao animal ao alimento disponível, os fatores de manejo e ambiente são elementares.

Em função da dificuldade de manutenção e consequentemente da alta taxa de mortalidade dos animais do núcleo, o mesmo foi extinto em abril de 2011, com a redistribuição de seus animais entre as famílias participantes do projeto. E, neste mesmo ano, pensando na melhoria dos índices produtivos desses animais, a equipe do projeto em parceria com o Instituto Federal Goiano promoveu cursos teóricos e práticos de manejo de bezerros do nascimento ao desmame, práticas de vacinação e produção alternativa de forrageiras, com a participação de 20 quilombolas, integrantes do projeto Curraleiro (MONTEIRO, 2013).

Considerando a visita e manejo realizado com os bovinos Curraleiros Pé-Duro, em julho de 2012, os resultados de produção do rebanho foram bem melhores. Foram computados 151 animais e, desse total, 60 eram vacas e novilhas em fase reprodutiva, das quais 58,3% (35/60) pariram entre maio de 2011 a julho de 2012. Do total de nascimentos computou-se apenas 8,6% de óbitos de bezerros (3/35), sendo uma morte por diarreia e duas por predação de onça. Ainda na análise dos índices reprodutivos das vacas e novilhas, 40% (24/60) estavam em gestação, 48,3% (29/60) vazias e, em 10,5% (7/60) das vacas não foi realizado nenhum diagnóstico, pois não estavam fechadas. Quanto às fêmeas vazias, 14% (8/29) haviam parido a menos de três meses (FIORAVANTI *et al*., 2012).

Ao se considerar os indicadores produtivos como a taxa de nascimento versus taxa de mortalidade é possível inferir que, além de estar ocorrendo a adaptação desses animais ao novo sistema de criação, o treinamento em técnicas de manejo sanitário, aliado as práticas de vacinação e suplementação alimentar na seca, que os criadores integrantes do projeto receberam, con-

tribuiu para a melhoria dos índices obtidos. Fazendo um retrospecto dos cinco anos de projeto Curraleiro Pé-Duro, foi possível quantificar que as famílias que estão cuidando dos bovinos, receberam 42 animais, oriundos do esquema de divisão anual da produção. Alguns desses animais já são adultos e inclusive, estão em fase produtiva meses (FIORAVANTI *et al*., 2012).

Esse projeto, além estimular a produção sustentável de bovinos Curraleiro Pé-Duro no Cerrado, adaptados às condições adversas desse bioma, pretende estabelecer um sistema de produção de carne, gerando ocupação e renda para as famílias quilombolas, com diferenciação e agregação de valor ao produto, pois incorporará ao mesmo, à história da região, a cultura, o saber fazer e a identidade local, caracterizando uma indicação geográfica (NEIVA *et al*., 2011).

Os resultados do desenvolvimento do projeto são promissores; entretanto os índices de produção precisam ser melhorados. Além disso, existem alguns entraves que estão colocando em risco a continuidade do projeto no Sítio Kalunga como a questão fundiária, restrição de alimentação para os animais na época da seca, disponibilidade de água para as pessoas e animais, ausência de jovens para o trabalho, além da falta de infraestrutura para o manejo dos animais, como cercas e currais. Finalizando, cabe destacar que a continuidade das ações, bem como e melhoria das atividades que vêm sendo desenvolvidas ao longo desses cinco anos dependem de apoio financeiro, sendo relevante destacar a dificuldade de compreensão das agências de fomento quanto às condições de desenvolvimento desse tipo de atividade em comunidades rurais, especialmente naquelas com ausência total de infraestrutura (FIORAVANTI *et al*., 2012).

IR PARA SUMÁRIO ▲

3. VALORIZAÇÃO DAS RAÇAS LOCAIS

A valorização das "raças raras", neste caso os bovinos locais, é uma maneira de incentivar os criadores a mantê-los (LAUVIE *et al*., 2011). Esse processo está relacionado ao valor dado a um produto alimentício associado a uma raça em particular (VERRIER *et al*., 2005). A valorização pode também estar associada a uma raça de determinada região (paisagem específica), a um sistema de criação extensivo ou até mesmo a utilização da raça como atividades turísticas e de lazer. Desta forma muda-se a maneira de conservação dessas populações, ou seja, ao invés de ser somente considerada um recurso genético a ser preservado, elas se tornam um recurso para a produção pecuária e para o desenvolvimento local (LAUVIE *et al*., 2011).

Neste sentido, priorizar somente aspectos conservacionistas de raças locais por meio da manutenção de variabilidade genética constitui uma visão limitada. As raças locais devem ser vistas como portadores de genes que lhes permitam adaptar-se às condições específicas, capazes de dar origem a produtos valiosos. Esses elementos devem ser complementados com informações precisas sobre o uso e desempenho desses animais em relação ao seu ambiente natural e seu sistema agrícola (características de adaptação, qualidade dos produtos, dentre outras), a fim de ter uma avaliação rigorosa do seu valor como um recurso em potencial. Além disto, fatores sociais terão um papel determinante no lançamento de programas de conservação e a motivação dos criadores será necessária para desenvolver nichos de mercado específicos (VERRIER *et al*., 2005).

3.1 - Indicações geográficas

A certificação dos produtos agropecuários de acordo com a origem geográfica indica que a qualidade especial (neste caso

também sinônimo de tipicidade) é devido à influência dos fatores locais. Entre eles estão os fatores humanos, especialmente os relacionados ao conhecimento empírico coletivo do local, fatores ambientais e a interação entre os dois, bem como, a genética específica dos animais locais (GRIGIONI & PASCHETTA, 2012).

O surgimento das indicações geográficas (IGs) caminha junto com a história da humanidade, já na Bíblia existe referência a origem geográfica, como os vinhos de En-Gedi e o cedro do Líbano (BRUCH, 2008). O conceito de IG foi sendo desenvolvido lentamente no transcorrer da história quando produtores, comerciantes e consumidores verificaram que alguns produtos de determinadas regiões apresentavam qualidades diferenciadas e que poderiam ser relacionadas à sua origem geográfica e, com isso, passaram a denominá-los com o nome geográfico de sua procedência (KAKUTA *et al*., 2006).

Na Europa, desde o século XVI, já havia a preocupação em se proteger os vinhos produzidos na Galícia, comunidade autônoma espanhola situada no noroeste da Península Ibérica, assim como, o queijo Roquefort que no mesmo século, adquiriu sua notoriedade sob o nome de seu local de origem (CALDAS, 2003). Entretanto, com o aumento na demanda houve o aumento dos preços dos produtos, o que suscitou o aparecimento das falsificações e a utilização indevida do nome geográfico em artigos que não tinham a mesma procedência (KAKUTA *et al*., 2006). Por esta razão surgiram normas específicas de regulação e elaboração desses produtos, a fim de controlar o movimento de mercadorias visando oferecer uma maior garantia relacionada à origem dos mesmos. Criou-se então o conceito das IGs (KAKUTA *et al*., 2006; BRUCH, 2008).

As IGs apontam para a qualidade e a notoriedade como fatores distintivos dos produtos, agregando valor econômico, pois asse-

gura que o produto tem uma história, determinada forma de produção e boa reputação em função das características da região onde foi produzido. Um produto com IG ganha maior competitividade tanto nos mercados internacionais quanto nos internos, por promover uma garantia de qualidade, reputação e identidade (GOLLO & CASTRO, 2008). Diante do exposto, as IGs podem ser utilizadas como ferramentas de políticas públicas para organização do território, conservação da biodiversidade e estímulo à agricultura familiar (LAGES *et al*., 2005; NEIVA *et al*., 2011).

Trata-se então, de uma estratégia de qualificação que ressalta o fortalecimento sociocultural do produto no território em que é produzido, explorando ativos intangíveis que são de difícil transposição para outros territórios (NIEDERLE, 2009). Recursos intangíveis são aqueles que não podem ser diretamente observados, tais como o conhecimento, cultura organizacional, reputação da empresa, habilidades tecnológicas ou gerenciais não documentadas, bem como, os relacionamentos entre fornecedores e clientes, dentre outros (GRANT, 1991).

Na atualidade a IG é uma forma de diferenciar os produtos podendo ser objeto de interesse de mercados capazes de valorizar suas particularidades, permitindo a agregação de valor (BARROS & SANTOS, 2011). Uma das grandes vantagens está relacionada ao fato de que para poderem fazer uso da IG os produtores, dos diversos setores, deverão seguir etapas, começando pela criação de uma entidade que congregará os produtores locais, dispostos a seguir determinados padrões de qualidade (LIMA *et al*., 2007).

Desde 1992, a política europeia de qualidade agrícola promove sistemas de rotulagem dos seus produtos que protegem nomes de alimentos como uma forma de manter a confiança dos consumidores sobre a seguridade e qualidade dos alimentos

(SIERRA *et al*., 2010). Os três distintivos de qualidade diferenciada reconhecidos pela União Europeia são: Denominação de Origem Protegida (DOP), Indicação Geográfica Protegida (IGP) e Especialidades Tradicionais Garantidas (ETG). Entretanto, a União Europeia também reconheceu a produção ecológica (ou biológica) com um selo de qualidade diferenciado.

A ETG tem o foco na forma tradicional de elaboração, o processo, não estando relacionada com uma localização específica. A DOP refere-se a produtos que possuam características ou qualidade relacionadas à sua localização geográfica, por razões climáticas, ambientais, ou mesmo fatores humanos, imprescindíveis na elaboração desses produtos. Já a IGP indica o nome de uma região, de um lugar determinado ou, em casos excepcionais, de um país, que serve para designar um produto agrícola ou um produto alimentício com características ou reputação que durante o processo de elaboração possa estar relacionado a tal origem geográfica (GUEDES & SILVA, 2011).

A IGP permite que alguma das fases de produção possa ocorrer fora da área geográfica delimitada, ou seja, uma IGP pode estar constituída em territórios muito distantes entre si, inclusive entre países distintos, como é o caso da Ternera de los Pirineus Catalanes, que está reconhecida como IGP na Espanha e na França (KAKUTA *et al*., 2006). Existem alguns produtos que são considerados famosos por sua notável qualidade e por estão razão são identificados como Indicações Geográficas.

Para os produtos cárneos, desde o início do século XXI, na Espanha existem nove carnes comercializadas identificadas como Indicações Geográficas sendo elas Ternera Gallega, Ternera Asturiana, Carne de Cantabria, Ternera de Navarra, Vedella dels Pirineus Catalans (também chamada de Vedella dels Pirineus Catalans ou carne dos Pirineus catalães), Carne de Morucha de

Salamanca, Carne de Ávila, Carne de la Sierra de Guadarrama e Ternera de Extremadura (ALVAREZ SÁNCHEZ-ARJONA & ALVAREZ SÁNCHEZ-ARJONA, 2003).

Na América do Sul existem exemplos de IG para a carne como é o caso do Programa de Carne Natural Certificada do Uruguai (PCNCU). Este Programa foi criado com o objetivo de fornecer seguridade e confiabilidade do produto para aquele consumidor preocupado com a segurança do alimento que está sendo consumido e serve como uma ferramenta que interfere na tomada de decisão para a aquisição do produto (GRIGIONI & PASCHETTA, 2012).

Para receber o selo de certificação que comprova a qualidade do produto "Carne natural de cordeiro certificada" os animais têm que ser nascidos, criados, engordados e abatidos no Uruguai. Os animais não podem ser confinados e nem receber suplementação de origem animal e devem ser livres de hormônios anabolizantes e promotores de crescimento (GRIGIONI & PASCHETTA, 2012). As IGs para produtos agroalimentares têm obtido um apelo cada vez mais forte no Brasil e no restante do mundo, simultaneamente com movimentos de globalização e homogeneização dos mercados impulsionados pelas transformações nos padrões de consumo e demanda por produtos localizados com as suas características peculiares de produção (NIEDERLE, 2009).

O Brasil, por ser tratar de um país com grande diversidade cultural, ecossistemas tipificados, tradição gastronômica e produtividade, apresenta enorme potencial no desenvolvimento de IGs (KAKUTA *et al*., 2006). A Lei que rege as IGs no Brasil é a Lei da Propriedade Industrial n° 9279 /1996 de 14 de maio de 1996 em vigor desde 1997, regulamentando em seus artigos 176 a 182 os direitos e obrigações relacionadas à propriedade

industrial. Pela lei brasileira são consideradas como IG a Indicação de Procedência (IP) ou a Denominação de Origem (DO). O selo de IP está relacionado à reputação notória de determinada localidade como centro de extração, produção ou fabricação de determinado produto ou de prestação de determinado serviço. A DO é dada a produtos ou serviços cujas qualidades ou características se devam exclusiva ou essencialmente ao meio geográfico, incluídos fatores naturais e humanos.

A IP é concedida a região conhecida pela produção, extração ou fabricação do produto sendo necessário comprovar a reputação da área que ficou conhecida por produzir determinado produto (BARROS & SANTOS, 2011). Apresenta caráter de manufatura e de serviço especializado que por conta do seu diferencial e concentração em determinado local ganha fama que atravessa as fronteiras enquanto referência de excelência do território onde está instalada (LAGES *et al*., 2005). Como exemplo de IP no Brasil pode-se citar a Região do Cerrado Mineiro para produção de café.

Já a DO refere-se ao nome geográfico que designa produto ou serviços cujas características se devem exclusivamente ao meio, ou seja, é necessário comprovar que o meio geográfico afeta o produto (BARROS & SANTOS, 2011). Associa-se às características e peculiaridades físicas e humanas existentes no local (LAGES *et al*., 2005). Como exemplo, pode-se citar a própolis vermelha dos Manguezais de Alagoas, cujas abelhas utilizam o exudato resinoso vermelho de *Dalbergia ecastophyllum* para sua fabricação (DAUGSCH *et al*., 2006).

Os exemplos concretos de IP são parques tecnológicos e de serviços especializados já os produtos com características regionais relacionadas a condições edafoclimáticas e peculiaridades locais, são exemplos de DO. A IG convencional não requer que o produtor ou o prestador de determinado serviço possua a etnia

do local, ou seja, qualquer fábrica de cachaça instalada em Salinas, MG, por exemplo, mesmo não sendo originária da região, pode adotar a IP. Dessa forma a DO pode ser uma oportunidade para territórios indígenas, quilombolas e locais para resguardar a proteção da origem dos seus produtos, bem como, serve como um referencial importante para a construção de saberes étnicos filiados ao território, podendo ser um referencial de construção de um sistema contemplando a reprodução social de saberes de determinada etnia e sua relação com um território e bioma específico (LAGES *et al*., 2005).

O Brasil possui potencial para utilizar os dois instrumentos de IGs. Desde a criação da lei, o Brasil recebeu vários pedidos de registros de produtos, uma vez que a mesma permite que, grupos ou associações de agricultores, artesões e diversos outros setores da indústria, possam diferenciar e agregar valores aos seus produtos (GOLLO & CASTRO, 2008).

Como exemplo de produto cárneo com IG no Brasil o projeto da Carne do Pampa Gaúcho começou a ser elaborado em 2004, com o objetivo de ter um produto diferenciado, por meio da agregação de valor ao rebanho, possibilitando ampliação do mercado consumidor de carne bovina (MALAFAIA & BARCELLOS, 2007). Os padrões produtivos estabelecidos foram que os animais devem ser das raças Hereford e Angus e seus cruzamentos sendo estes alimentados exclusivamente em pastagens nativas ou nativas melhoradas podendo ser terminados em pastagens cultivadas de inverno (MALAFAIA *et al*., 2006). Além disto, as características do Bioma Pampa conferem características organolépticas na carne de forma diferenciada, fazendo com que haja uma agregação de valor a esse produto.

O selo de IP da Carne do Pampa Gaúcho da Campanha Meridional relata o histórico do animal, sexo, genitores, local, idade,

manejo, tipo de alimentação, entre outras características, além de atestar o cumprimento de um conjunto de requisitos que garantem a qualidade do produto e que devem ser seguidos em todos os elos da cadeia produtiva visando um produto final de maior qualidade (MALAFAIA & BARCELLOS, 2007). Um ponto importante refere-se à coordenação deste sistema, onde a ação coletiva torna-se fundamental para criação de novas oportunidades e novos espaços de atuação para os agentes envolvidos (MALAFAIA *et al*., 2006)

3.2 - Potencial da raça Curraleiro Pé-Duro

O sistema de produção aplicado aos rebanhos da raça Curraleiro Pé-Duro caracteriza-se como pecuária extensiva de médio nível tecnológico, baixo custo de produção e com pouco retorno econômico. O efetivo do rebanho é baixo e essa raça ainda é considerada vulnerável à extinção (FIORAVANTI *et al*., 2011). Diante deste fato, com o intuito de evitar a extinção da raça Curraleiro Pé-Duro, pesquisadores da UFG, juntamente com a Embrapa, vêm estimulando programas de conservação e estudos para gerar informações sobre padrões genotípicos, fenotípicos, morfológicos, fisiológicos, imunológicos, comportamentais da raça (SILVA *et al*., 2012b). Estes parâmetros em conjunto com a difusão de tecnologias podem ser ferramentas importantes na utilização das potencialidades desse recurso genético e na adaptação a modelos sustentáveis de produção pecuária (FIORAVANTI *et al*., 2011).

Dentre as vantagens do potencial uso dos bovinos da raça Curraleiro Pé-Duro está o fato desses animais serem criados em sistema extensivo de produção, uma vez que as regiões onde eles são encontrados possuem grandes extensões de pastagem nativa. O sistema de pastejo aplicado em regiões de vegetação

nativa, pode ser eficaz na prevenção de incêndios, bem como, desempenham um papel importante na manutenção da população nas áreas rurais, onde as atividades econômicas são limitadas pela distância e falta de infraestrutura (CARVALHO, 2002). Os sistemas extensivos de produção de carne se adaptam melhor ao modelo orgânico, que busca balancear a oferta e a utilização dos recursos naturais, alcançando um equilíbrio entre produção e conservação, de modo que essa atividade, além do seu rendimento intrínseco, pode ser também uma alternativa para o fortalecimento do turismo rural (FIORAVANTI *et al*., 2011).

Outra vantagem no uso da raça Curraleiro Pé-Duro é o interesse dos produtores em conservar a raça, pois quando questionados sobre os motivos que os levam a manter esses animais, descrevem que o fazem pela tradição, pelo sabor e qualidade da carne, ficando evidente o caráter cultural e familiar da atividade (FIORAVANTI *et al*., 2011). Além disso, criadores afirmam que a carne do gado Curraleiro Pé-Duro é de excelente sabor, o que somado à rusticidade da raça (em que o uso de produtos químicos e medicamentos, é reduzido) pode ser criado um mercado diferenciado para essa carne. Vale notar que há uma tendência mundial de valorização cada vez maior dos produtos naturais (CARVALHO, 2002). É importante ressaltar a inserção da carne em festivais gastronômicos, em decorrência do interesse despertado entre chefes de cozinhas conhecidos regional e nacionalmente, bem como a possibilidade de inclusão do bovino Curraleiro Pé-Duro em projetos como a Arca do Gosto do Slow Food, representam estratégias importantes de agregação de valor a raça.

Com relação ao caráter cultural da criação do bovino Curraleiro Pé-Duro é comum a venda de gado para veículos de tração, uma tradição viva em festas religiosas e eventos culturais no estado de Goiás, como por exemplo, a Festa do Divino, na cidade

de Trindade, Goiás (MAIA & COELHO, 2006; FIORAVANTI *et al*., 2011). Também são utilizados nas pequenas propriedades para o transporte de madeira e no escoamento da produção de milho nos campos (MAIA & COELHO, 2006).

Como estratégia de conservação e agregação de valor ao gado Curraleiro Pé-Duro da Comunidade Quilombola Kalunga foi discutida a possibilidade de criação de uma Denominações de Origem "Carne de Curraleiro Kalunga". A Associação Kalunga de Cavalcante (AKC) seria a entidade detentora da tutela da IG Carne de Curraleiro Kalunga e deveria encaminhar a solicitação do reconhecimento ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). Esse processo de implementação do projeto carne de Curraleiro Kalunga deve ser dividido em cinco etapas sendo a primeira etapa iniciada a realização de uma oficina de trabalho para discussão e esclarecimento sobre os requisitos necessários para o reconhecimento de uma DO e a segunda etapa o estudo detalhado da região. É parte integrante do processo a caracterização geográfica bem como os documentos históricos que comprovem que o gado Curraleiro já foi criado por inúmeros produtores da região. Na terceira etapa deve-se efetuar o trabalho junto aos produtores, tomadores de decisão da região, técnicos e instituições públicas e privadas ligadas a cadeia produtiva do produto, visando o detalhamento das estratégias de ação e a definição dos padrões de qualidade a serem adotados. Na quarta etapa deve-se criar um Conselho Regulador, composto por produtores, técnicos especializados e por instituições públicas e privadas afetas ao produto, que representará institucionalmente a DO, além de orientar, coordenar e fiscalizar a produção e a comercialização do produto. A última etapa do processo de implementação da DO consiste no encaminhamento do pedido de reconhecimento ao INPI (NEIVA *et al*., 2011).

Adaptado às condições adversas da Caatinga e do Cerrado, o rústico Curraleiro Pé-Duro apresenta resistência a ecto e endoparasitas e a enfermidades infecciosas, o que reduz a utilização de insumos químicos como carrapaticidas e medicamentos, fato que tem sido cada vez mais valorizado por consumidores de carne em todo o mundo, podendo ser usado para agregar valor à raça.

Vários estudos desenvolvidos por pesquisadores da Rede Pró-Centro Oeste Curraleiro e Pantaneiro, têm comprovado fatores que apontam para a resistência da raça Curraleiro Pé-Duro a enfermidades. Após realizar a comparação hematológica e funcional *in vitro* das etapas de aderência, ingestão e explosão respiratória do processo de fagocitose de leucócitos de vacas de raças locais (10 Curraleiro Pé-Duro, 3 Crioulo Lageano, 2 Mocho Nacional e 1 Junqueira) com vacas mestiças (3/4 Nelore X Simental), foi possível observar que as raças locais apresentam maior eficiência na construção da resposta da imunidade inata, tida como primeira linha de defesa do organismo contra patógenos. A ativação da fagocitose por meio de receptores de Fc e de complemento mostrou-se semelhante entre os grupos e a ativação, via receptores de lectinas apresentou melhores índices nos animais de raças locais, que também apresentaram maior homogeneidade na etapa de ingestão por fagocitose (JULIANO *et al*, 2016).

Outro estudo comparou a resposta imune humoral e celular induzida pela vacinação com *Mycobacterium bovis-BCG* em bezerros das raças Curraleiro Pé-Duro e Nelore. A avaliação do hemograma, eletroforese das proteínas séricas e quantificação de IgM e IgG específicas por ELISA indireto, indicou que os bezerros Curraleiro Pé-Duro apresentaram resposta imune inespecífica e específica humoral para *M. bovis* maior, caracterizada

por maior número de leucócitos e superiores concentrações de imunoglobulinas inespecíficas e específicas (LOBO, 2009).

- IgG participa da opsonização; ativação do sistema de completo relacionados com inflamação e fotocitade; citotoxidade mediada por células dependentes de anticorpos; barreira placentária. IgG reagente ou positivo: paciente teve infecção anterior, com pelo menos 3 semanas, e está possivelmente imunizado
- IgM expressa na superfície das células B virgens. Elimina patógenos nos estágios iniciais de imunidade mediada pelas células B antesque haja IgG suficiente-ativação do sistema de complemento. IgM reagente ou positivo: paciente está infectado, contaminado recentemente e o corpo ainda luta contra a infecção.
- Ig é a sigla para imunoglobulina. A imunoglobulina é um tipo de anticorpos produzidas pelo sistema imunológico contra um agente invasor.
- IgM e IgG, então, são imonuglobinas das classes M e G. A presença deles nos testes atuais indica se houve contato com o vírus e, também, em que estágio do doença a pessoa infectada se encontra. Vale lembrar: os testes devem ser feitos, no mínimo, dez dias depois dos primeiros sintomas.

A imunidade celular foi avaliada pelo teste de fagocitose, quantificação por citometria de fluxo das populações celulares NK, Tγδ, CD4 e CD8 e de suas produções de IFN-ɣ. Quanto à fagocitose de leveduras, comprovou-se a maior habilidade dos bezerros Curraleiro Pé-Duro na fagocitose de leveduras não sensibilizadas e similaridade na função fagocítica quanto a fagocitose de leveduras sensibilizadas. A produção de óxido nítrico demonstrou que os Curraleiro Pé-Duro responderam à vacina com produção contínua e sustentada desta substância microbicida em comparação aos bezerros da raça Nelore. A análise

de linfócitos por citometria demonstrou os Curraleiro Pé-Duro apresentam maior número de células Tγδ, TCD4 e TCD8 e que a produção de IFN-ɣ por células TCD4 e TCD8 é mais eficiente na raça local, tanto específica e como inespecificamente (MAGGIOLI *et al*., 2013). Foi possível concluir que os ovinos Curraleiro Pé-Duro possuem maior capacidade responsiva ao *M. bovis*-BCG, demonstrando perfil de resistência no combate a agentes infeciosos intracelulares.

A avalição da resposta dos bovinos da raça Curraleiro Pé-Duro a inoculação experimental do hemoparasita *Trypanosoma vivax*, seguida do acompanhamento dos parâmetros físicos, hematológicos, bioquímicos e parasitológicos, indicou que esses bovinos apresentaram parasitemia ao *T. vivax* após inoculação experimental, mas todos sobreviveram e as alterações clínicas e laboratoriais foram discretas e pontuais, o que sugere comportamento de tolerância em relação ao parasita (MENDONÇA, 2019).

Estudos avaliando a resistência dos bovinos da raça Curraleiro Pé-Duro e outras raças, a fim de comprovar sua resistência a plantas tóxicas consideradas mortais como a *Palicourea marcgravii* (erva-de-rato ou cafezinho), indicou menor índice de mortes dos bovinos Curraleiro Pé-Duro (50% de mortalidade) quando comparados aos bovinos das raças Nelore e Pantaneiro (100% de mortalidade). O estudo comprova o descrito pelos criadores de maior resistência dessa raça a algumas plantas tóxicas (SERÓDIO *et al*., 2019). Pouco se conhece sobre a ocorrência de plantas tóxicas na região de ecótono Amazônia e Cerrado, mas sabe-se que a *Palicourea marcgravii* é uma das principais plantas responsáveis por intoxicações.

O Curraleiro Pé-Duro, criado extensivamente em pastos nativos do Cerrado, mostrou padrões de comportamento materno-filial originais, com as mães deixando os bezerros sob o cuidado

de poucas vacas (comportamento de creche) e distanciando-se em busca de alimentação por longos períodos de tempo. A alo-amamentação é uma característica única nesta raça. Estes animais também mostram algumas características semelhantes a outras raças de bovinos, tais como alimentação dos bezerros no início da manhã e no final da tarde, mas a amamentação ocorreu com maior frequência, por períodos mais curtos. Portanto pode-se afirmar que as vacas da raça Curraleira demonstraram boa habilidade materna (CASTANHEIRA *et al*., 2013).

Finalizando, considerando a cadeia produtiva e o contexto da raça como um todo, pode-se citar como perspectivas e potenciais dos bovinos Curraleiro Pé-Duro a indicação geográfica (denominação de origem e indicação de procedência), os selos de qualidade (carne orgânica) e de certificação (livre de enfermidades), o turismo rural e o gastronômico, o uso em áreas de Reserva Particular de Patrimônio Natural (RPPN), além de uma opção pecuária para indígenas e quilombolas.

3.3 - Potencial da raça Pantaneiro

A classificação de risco de extinção ocorre quando o número total de reprodutoras é menor ou igual a 1.000, ou quando o número total de reprodutores é menor ou igual a 20. Também é considerado risco de extinção quando o tamanho da população, em geral entre 1.000 e 1.200, está em decréscimo, ou a percentagem de fêmeas que estão sendo acasaladas com machos de sua mesma raça é inferior a 80 %. A conservação e uso dos recursos genéticos envolvem razões emocionais, culturais, educativas, científicas, mas principalmente a manutenção destes recursos para uso potencial futuro (FAO, 2010a).

Quando questionados sobre o Bovino Pantaneiro, os produtores da região do Pantanal de Mato Grosso lembravam-se des-

tes animais com carinho e nostalgia, recordaram de sua infância, e associaram o queijo e o doce de leite a essa raça, deixando evidente a existência de identidade cultural (SERENO, 2002)

As transformações ocorridas no agronegócio dificultaram a competitividade de muitas empresas pecuárias (incapacidade de atender aos novos padrões exigidos). Essas novas condições de concorrência tiveram impacto negativo na cadeia da bovinocultura no Pantanal Sul Mato-grossense (SILVA & VASQUEZ-ORTIZ, 2004). Entretanto, os consumidores consideram a qualidade e segurança dos alimentos e os atributos relacionados à denominação de origem, rastreabilidade e a transparência na produção podem ser uma oportunidade importante na decisão do consumidor nos últimos anos (MALAFAIA & BARCELLOS, 2007).

Os produtos pecuários pantaneiros podem utilizar a IP e DO como forma de valorizar usos e costumes locais, proporcionand um diferencial competitivo para as empresas pecuárias (FELIX *et al*., 2013). A indicação geográfica pode conferir ao produto pantaneiro, uma identidade própria, visto que o nome geográfico utilizado em conjunto ao produto estabelece uma ligação entre as suas características e a sua origem, criando, consequentemente, um fator diferenciador tornando o produto ou serviço local mais atraente. A busca de nichos de mercado como a carne orgânica já vem sendo feita por grupos de produtores da região pantaneira, uma opção seria usar Bovino Pantaneiro como modelo pecuário sustentável incentivando a preservação do patrimônio genético e cultural (SANTOS *et al*, 2008).

Em entrevistas a consumidores de capitais do Mato Grosso do Sul, observou-se que esse público reconhece a IG em carnes como um indicador de qualidade e está disposto a pagar mais por essa diferenciação, inclusive quando ela provém de raças bovinas locais. Apesar disso, um percentual significativo de consu-

midores pouco sabe sobre diferenciação de carnes e sobre raças bovinas locais, evidenciando a necessidade de investir esforços em informação sobre esses produtos aos consumidores. Aqueles entrevistados que realmente possuem conhecimento qualidade de carne à saúde e ausência de resíduos químicos e hormônios. O prêmio que os consumidores estão dispostos a pagar pela carne diferenciada indica que é possível direcionar este produto para nichos de mercado e agregar valor à carne com indicação geográfica. É possível fazer isso inclusive com carnes de raças bovinas locais, o que pode significar um passo importante na manutenção dessas raças, ameaçadas de desaparecerem (MORAES *et al*, 2013; MORAES *et al*, 2016).

A gastronomia é usada como identidade nacional, regional e local, como forma de diferenciação, o que se coloca para o turismo como produto diferenciado ou novo produto, criando assim, estereótipos (LANZARINI *et al*., 2009). O turismo gastronômico é o tipo de turismo feito com motivações de consumo de alimentos e bebidas, notadamente, de representação cultural (MARIANI *et al*., 2011).

Neste contexto, observa-se que as estratégias de conservação para que o Bovino Pantaneiro deixe o status de risco de extinção incluem o seu uso em diferentes sistemas produtivos pois verifica-se um alinhamento com demandas importantes da região do Pantanal brasileiro:

- Sistemas produtivos pecuários multifuncionais ou sustentáveis (orgânico ou agroecológico) com características de baixo input de recursos externos e pouco impacto ambiental;
- Cadeias produtivas relacionadas ao agroecoturismo, turismo histórico e gastronômico;

- Cadeia de produção de carne e leite com fornecimento de produtos com valor agregado por meio de certificações;
- Produção de raças compostas em cruzamentos genéticos, com a finalidade de inserir maior rusticidade e adaptabilidade;
- Ocupação de áreas de conservação com baixas taxas de lotação, com a finalidade de mitigação de riscos de incêndio e convivência com predadores naturais.

3.4 - Fatores relacionados ao sucesso na conservação e no uso sustentável dos recursos genéticos

Os animais domésticos contribuem para a manutenção dos ecossistemas em que vivem, proporcionando serviços, como dispersão de sementes e o ciclo de nutrientes, portanto essas espécies são importantes para o desenvolvimento sustentável e, consequentemente para a manutenção da população na zona rural (MOURA *et al*., 2011). Entretanto a eficiência destes sistemas e sua dinâmica não dependem apenas das características das raças, mas também da organização dos agricultores e produtores e apoio dos órgãos políticos (VERRIER *et al*., 2005).

Uma das melhores maneiras de aumentar o interesse pelas raças locais tem sido a criação de associações de produtores. Os bovinos da raça Caracu são exemplos de sucesso no Brasil pois, na década de 1970, como todos os bovinos de raças locais brasileiras, encontrava-se ameaçada de extinção e no presente está sendo amplamente utilizada, não só para cruzamentos com as raças zebuínas e europeias, como também criações puro sangue, apresentando uma população estimada em mais de 65.000 cabeças (MARIANTE *et al*., 2010).

Os sinais de mercado e as políticas públicas também serão, no cenário moderno, fatores decisivos para a tomada de deci-

sões dos criadores (CANALI & CONSORTIUM 2006). Mas sabe-se também que este não é o suficiente, pois eveidencias claras de valoração econômica devem ser identificados para convencer os criadores de continuar aumentando o contingente dessas raças específicas (MARIANTE *et al*., 2010). Os fatores importantes para a contribuição econômica que os RGAs podem trazer para a sociedade devem ser avaliados. São eles: a relação custo benefícios de conservar a diversidade genética; o impacto de pagamento de incentivos agrícolas, incluindo subsídios sobre a diversidade animal; realizar análises econômicas de estratégias alternativas e ações que possam ser tomadas para conservar a diversidade dos animais domésticos e desenvolver métodos de avaliação das prioridades; criar incentivos econômicos para apoiar a conservação pelos agricultores individuais ou pelas comunidades; e assegurar que os projetos com implicações diretas ou indiretas para a pecuária incluam a consideração adequada de questões econômicas relacionadas com RGAs (REGE & GIBSON, 2003).

Outro fator que contribui para que o ciclo se estabeleça é a certeza quanto ao suprimento de matéria prima em quantidade e qualidade necessárias para sustentar o esforço de diferenciação dos produtos (SILVA & VASQUEZ-ORTI, 2004; SANTOS *et al*., 2008). Dessa maneira, a produção de carne de qualidade exige uma integração mais profunda entre frigorífico, criadores e demais elos da cadeia produtiva. Neste contexto, a utilização do selo de IP torna-se uma ferramenta muito útil, pois relata o histórico do animal, sexo, genitores, local, idade, manejo, tipo de alimentação, entre outros. Também estabelece e atesta o cumprimento de um conjunto de requisitos que garantem a qualidade do produto e que devem ser seguidos em todos os elos da cadeia produtiva (MALAFAIA & BARCELLOS, 2007).

As preferências dos consumidores devem ser levadas em consideração. Este conceito inclui a sensibilização dos consumidores, pois representa o grau em que as pessoas levam os critérios de sustentabilidade (como fatores ambientais, sociais ou éticos) em consideração ao consumirem alimentos. Há uma tendência crescente entre os consumidores em buscar a qualidade dos alimentos, a origem e a forma de produção, o que pode resultar em mudança na demanda por alimentos de maior qualidade, produtos locais tradicionais ou, por exemplo, os *slow food* que seguem o conceito da ecogastronomia, conjugando o prazer e a alimentação com consciência e responsabilidade. Esses fatores importantes afetam diretamente a demanda por carne e leite e pode ser um ponto positivo para o sucesso na conservação e no uso sustentável das raças localmente adaptadas (BUITEVELD *et al*., 2011).

No caso específico do sistema produtivo da carne bovina no Pantanal, o setor se apresenta com deficiências típicas como a falta de conhecimento do mercado e uma reduzida ou insípida estratégia de marketing (SILVA & VASQUEZORTI, 2004). Como ferramenta de marketing podem ser usados slogans para descrever a pecuária na região do Pantanal: "Boi do Pantanal – Não destrói florestas porque eles são criados em pastagens naturais, com a utilização de planos de manejo sustentáveis (certificado)" e "O boi do Pantanal é criado como um aliado ao meio ambiente e não um destruidor" (SANTOS *et al*., 2008).

Outro ponto fundamental é a identificação de possíveis pontos de tensão, particularmente entre conservação e desenvolvimento. A identificação de tensão é o primeiro passo para encontrar um equilíbrio entre os extremos. Como exemplo é citado o caso do uso da raça bovina Vosgienne, onde foi identificado um conflito potencial entre diferentes objetivos de desenvolvimen-

to: quantidade total de leite, qualidade do leite para o processamento de queijo nas fazendas ligadas ao turismo e produção de carne. Os objetivos concorrentes podem se caracterizar como um problema para uma raça com uma população de pequeno tamanho (LAUVIE *et al*., 2011).

Outra questão importante que deve ser levada em consideração é a participação dos pesquisadores no estudo e na classificação destas raças tidas como raras, pois é necessário levar em conta o valor destas em termos de "biodiversidade". Com tais informações é possível selecionar as raças mais prioritárias e concentrar de forma eficiente os recursos econômicos provenientes das políticas públicas para conservação dessas raças importantes (SIMIANER *et al*., 2003).

No início de 2009, o Brasil lançou uma estrutura inovadora para a conservação e utilização sustentável dos seus recursos genéticos, conhecidos como Plataforma Brasileira de Recursos Genéticos, coordenado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia. Esta Plataforma de Recursos Genéticos incluem 31 projetos de pesquisa e 170 planos de ação sendo desenvolvidos em 35 centros de pesquisa da Embrapa e 70 instituições parceiras num total de 520 pesquisas. Enquanto outros países estão começando a construir os seus planos nacionais, o Brasil tem reformulado seu programa de conservação em uma Rede Nacional de RGA como parte da Plataforma Brasileira de Recursos Genéticos. O sucesso do programa depende de todas as partes que compõem a rede (MARIANTE *et al*., 2010).

Para dar continuidade ao programa de conservação de recursos genéticos animais na Embrapa e assegurar a manutenção dos acervos, foi aprovado para os próximos cinco anos o Portfólio de Recursos Genéticos para a Alimentação, a Agricultura e a Bioindústria, que vai dar continuidade às ações contidas na Pla-

taforma Recursos Genéticos, assim como a introdução de novas demandas (ALBUQUERQUE & LANELLA, 2016).

4. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A preservação dos recursos genéticos animais para uso futuro é uma tarefa muito importante e um dos principais argumentos que justificam a conservação das raças bovinas locais. Tais populações podem manter em seu patrimônio genético características de adaptação e rusticidade tais como resistências às doenças e tolerância ao ambiente tropical, cuja importância é inegável para a bovinocultura nacional. Sob o ponto de vista econômico, em condições favoráveis, as raças bovinas locais apresentem menor produtividade do que raças melhoradas. Entretanto, pode-se perceber que as raças locais podem ter melhor desempenho em regiões com baixo nível de tecnificação na produção e, além disso, possuem grande potencial para ocupar nichos de mercados específicos, como no caso de produtos com IG. Tais alternativas mercadológicas podem agregar valor aos produtos originados das raças locais, tornando seu uso comercial mais atraente para o produtor (quem, em princípio seria o principal interessado e utilizador dos recursos genéticos mantidos).

Conclui-se que a implementação de sistemas de IG como as DO, tem potencial para desenvolvimento territorial podendo ser visto também como uma forma de valorização do território, em alguns casos. Uma das vantagens da produção organizada sob um "selo" é que todo o histórico do animal, sexo, genitores, local, idade, manejo, tipo de alimentação pode ser rastreado, assim como a marca per si atesta o cumprimento de uma série de requisitos que garantem a qualidade do produto, que deve ser mantida em todos os elos da cadeia produtiva. Por fim, a IG, mais do que uma estratégia de mercado, é uma alternativa de produ-

ção sustentável que conta com a participação de consumidores (bem informados) para a valorização da produção de uma determinada região (ou produto). Para a viabilidade das cadeias de tais produtos é necessário associar aos produtos o conceito de que produtos sustentáveis sob os pontos de vistas social, ambiental e econômico são mais difíceis de serem produzidos e, por este motivo, devem custar mais.

Ainda há muito o fazer quanto a caracterização e avaliação das raças locais brasileiras a fim de melhor estabelecer a relação entre as características sanitárias, de produção e de adaptação dentro das populações. Não obstante, é imprecindível a tarefa de manter as raças locais *in situ*, bem como a criação políticas publicas que incentivem a conservação da diversidade espécies domésticas adaptadas, por parte dos produtores rurais. Neste sentido, é preocupante que o efetivo do rebanho nacional das raças bovinas Pantaneiro e Curraleiro Pé-Duro ainda seja pequeno e, por isso, correndo o risco da perda de variabilidade por efeito da endogamia, além do fato dos sistemas de produção nas regiões onde estes animais são criados caracterizarem-se por baixo nível tecnológico, baixa produtividade e baixa rentabilidade.

Contudo, é possível enfrentar estes desafios se formos capazes de perceber a existência de um grande potencial adaptativo a ser acessado na forma de recursos genéticos estratégicos, já disponíveis em território nacional. Estamos falando de animais com alta rusticidade e que podem ser alimentados em campos nativos, cuja formação remonta a própria história do país, a cultura do campo e a tradição dos produtores rurais. Assim, pode-se celebrar um avanço em favor da raça Curraleiro Pé-Duro. Os produtores da raça estão organizados, os estudos realizados com a raça têm vançado e o efetivo animal é atualmente maior do que o do bovino Pantaneiro. Em decorrência da organização

dos produtores e núcleos de conservação do Curraleiro Pé-duro, a raça foi registrada no MAPA, o que reduziu o seu risco iminente de extinção. Em relação ao Bovino Pantaneiro o objetivo a curto prazo é o registro da raça no MAPA, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, para que a raça possa ser caracterizada efetivamente como produto e assim gradativamente ser disponibilizada para os diferentes mercados proporcionando rentabilidade ao produtor que realiza a conservação *in situ*. Atualmente a ABCBP, Associação Brasileira de Criadores de Gado Bovino, possui 22 criadores associados, estima-se que haja mais de 2000 bovinos da raça, em diferentes estágios de conservação genética.

Referências bibliográficas

ABCBP - Associação Brasileira de Criadores de Bovino Pantaneiro, **Regulamento do serviço de registro genealógico dos Bovinos Pantaneiros**. Poconé. 59 p. 2018.

ABCPD - Associação Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Curraleiro Pé-Duro, **Regulamento do Serviço de Registro Genealógico dos Bovinos Curraleiro Pé-Duro**. Teresina. 58 p. 2012.

ABREU, U. G. P.; SERENO, J. R. B.; LARA, M. A. C. Evaluación zootécnica del núcleo de conservación "in situ" del bovino Pantaneiro en el Pantanal brasileño. **Archivos de Zootecnia**, v. 49, p. 27-30, 2000a.

ABREU, U. G. P. de; CHALITA, L. V. A. S.; MORAES, A. S.; LOURERO, J. M. F. **Introdução de tecnologias no sistema de produção de bovino de corte no Pantanal, sub-região da Nhecolândia, MS**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2000b. 37 p. (Embrapa Pantanal. Circular Técnica, 25).

ABREU, U. G. P.; SANTOS, S. A.; SERENO, J. R. B.; McMANUS, C. Caracterização fenotípica e genética da precocidade sexual do bovino pantaneiro. **Archivos de Zootecnia**, v. 56, Sup. 1, p. 627-631, 2007.

IR PARA SUMÁRIO

ALBUQUERQUE, M. S. M.; LANELLA, P. **Inventário de recursos genéticos animais da Embrapa**, Emprapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2016, 108 p.

ALVAREZ SÁNCHEZ-ARJONA, M. J.; ALVAREZ SÁNCHEZ-ARJONA, S. **Certificaciones de calidad: ventajas productivas y percepción del consumidor**. *In*: Escola Futuro dos territórios rurais numa Europa alargada - Tema C. Recursos naturais e produção agro-alimentar numa Europa alargada. v. 3. Bragança: 2003. Escola Superior Agrária de Bragança, p. 20.

BARBOSA, E. A.; EGITO, A. A.; ABREU, U. G. P.; JULIANO, R. S.; SILVA, J. P.; MARIANTE, A. S.; RAMOS, A. F. Growth curve of locally adapted Pantaneiro cows raised under natural conditions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 11, p. 774-779, 2013.

BARBOSA, B. R. P.; SANTOS, S. A.; ABREU, U. G. P.; EGITO, A. A.; COMASTRI FILHO, J. A.; JULIANO, R. S.; PAIVA, S. R.; MCMANUS, C. Tolerância ao calor em bovinos das raças Nelore branco, Nelore vermelho e Pantaneira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, p. 854–865, 2014.

BARROS, R. C.; SANTOS, T. S. Indicação geográfica no Brasil: um instrumento para o desenvolvimento rural sustentável (Uma revisão). **Revista Geográfica de América Central**, v. 2, p. 1-21, 2011.

BRITTO, C. M. C. de. **Citogenética do gado Pé-Duro**. Teresina: EDUFPI, 1998.

BRITO, M. C. B.; SANTOS, S. A.; ALVES, F. V.; JULIANO, R. S.; ABREU, U. G. P. de; SOUZA, J. C. Curva de crescimento e alometria de bezerros da raça pantaneira até os 14 meses no Pantanal. **Actas Iberoamericanas de Conservación Animal**, v. 5, p. 51-59, 2015.

BRUCH, K. L. **Indicações geográficas para o Brasil: problemas e perspectivas**. *In*: PIMENTEL, L. O.; BOFF, S. O.; DEL'OLMO, F. de S. Propriedade intelectual: gestão do conhecimento, inovação tecnológica no agronegócio e cidadania. Fundação Boiteux: Florianópolis, 2008. 242 p.

BUITEVELD, J.; HIEMSTRA, S. J.; BRINK, B. Modelling global livestock diversity; a fuzzy cognitive mapping approach. W Ageningen. WOT-werkdocument 254. Statutory Research Tasks Unit for Nature & the Environment (WOT N&M), 2011. 41f.

CALDAS, A. S. As denominações de origem como unidade de planejamento, desenvolvimento local e inclusão social. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 5, n. 8, p. 25-32, 2003.

CANALI, G.; CONSORTIUM, E. Common agricultural policy reform and its effects on sheep and goat market and rare breeds conservation. **Small Ruminant Research**, v. 62, p. 207-213, 2006.

CARDELLINO, R. A. Animal genetic resources conservation and development: The role of FAO. **Archivos de Zootecnia**, v. 52, p. 185--192, 2003.

CARVALHO, J. H.; MONTEIRO, F. C.; GIRÃO, R. N. **Conservação do Bovino Pé- Duro ou Curraleiro: situação atual**. Documentos 58. Teresina: Embrapa Meio- Norte, 2001. 16f.

CARVALHO, J. H. **Potencial econômico do bovino Pé-Duro**. Documentos 65. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 14 f.

CARVALHO, G. M. C.; ALMEIDA, E, M. J. O.; AZEVÊDO, D. M. M. R.; NETO, R. B. A.; LEAL, T. M.; MONTEIRO, F. C.; FROTA, M. N. L.; NETO, A. F. L. **Origem, formação e conservação do gado Pé-duro, o bovino do Nordeste brasileiro**. Documentos 208. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2010. 25p.

CASTANHEIRA, M.; McMANUS, C. M.; PAULA NETO, J. B.; COSTA, M. J. R. P.; MENDES, F. D. C.; SERENO, J. R. B.; BÉRTOLI, C. D.; FIORAVANTI, M. C. S. Maternal offspring behaviour in Curraleiro Pé Duro naturalized cattle in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 42, n. 8, p. 584--591, 2013.

DAUGSCH, A.; MORAES, C. S.; FORT, P.; PACHECO, E.; LIMA, I. B.; ABREU, J. A.; PARK, Y. K. Própolis vermelha e sua origem botânica. **Mensagem Doce Online** (APACAME), São Paulo, v. 6, n. 89, p. 1.5, 2006.

IR PARA SUMÁRIO

EGITO, A. A.; MARIANTE, A. S.; ALBURQUERQUE, M. S. M. Programa brasileiro de conservação de recursos genéticos animais. **Archivos de Zootecnia**, v. 51, p. 39-52, 2002.

EGITO, A. A. **Diversidade genética, ancestralidade individual e miscigenação nas raças bovinas no Brasil com base em microssatélites e haplótipos de DNA mitocondrial: subsídios para a conservação**. 2007. 246p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Departamento de Biologia Celular do Instituto de Biologia, Universidade de Brasília, Brasília.

EGITO, A. A.; PAIVA, S. R.; ALBUQUERQUE, M. S. M.; MARIANTE, A. S.; ALMEIDA, L. D.; CASTRO, S. R.; GRATTAPAGLIA, D. **Microsatellite based genetic diversity and relationships among ten Creole and commercial cattle breeds raised in Brazil**. BMC Genetics, London, v. 8, n. 83, p. 1-14, 2007.

FAO - Food and Agriculture Organization. **Situação mundial dos recursos genéticos animais para agricultura e alimentação** – versão resumida. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010a. 42p.

FAO - Food and Agriculture Organization. **Plano de ação mundial para os recursos genéticos animais e declaração de Interlaken**. Conferência Técnica Internacional sobre Recursos Genéticos Animais para a Alimentação e a Agricultura; Interlaken, Suíça: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010b. 21p.

FELIX, G. A. PIOVEZAN, U.; JULIANO, R. S.; SILVA, M. C.; FIORAVANTI, M. C. S. Potencial de uso de raças bovinas locais brasileiras: Curraleiro Pé-Duro e Pantaneiro. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer**, v. 9, n. 16, p. 1715-1741, 2013.

FIORAVANTI, M. C. S.; SERENO, J. R. B.; NEIVA, A. C. G. R.; ABUD, L. J.; LOBO, J. R.; ANDRADE, D. F.; CARDOSO, W. S.; MACHADO, J. R. L. Reintrodução do gado Curraleiro na comunidade quilombola Kalunga de Cavalcante, Goiás, Brasil: resultados parciais. ***In***: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SAVANAS TROPICAIS, 2. E SIMPÓSIO NACIONAL DO CERRADO, 2008, Brasília. Anais... Brasília: EMBRAPA, 2008, v. único. cd.

FIORAVANTI, M. C. S.; JULIANO, R. S.; COSTA, G. L.; ABUD, L. J.; CARDOSO, V. S.; CARPIO, M. G.; OLIVEIRA e COSTA, M. F. Conservación del bovino Curraleiro: cuantificación del censo y caracterización de los criadores. **Animal Genetic Resources, Roma**, v. 48, p. 109-116, 2011.

FIORAVANTI, M. C. S.; NEIVA, A. C. G. R.; MOURA, M. I., COSTA, M. F. O.; MONTEIRO, E. P.; SERENO, J. R. B. Kalungas e Curraleiro Pe-Duro: o resgate de uma tradição. **Revista UFG**, v. 13, n. 13, p. 100-111, 2012.

GUEDES, C. A. M.; SILVA, R. Denominações territoriais agroalimentares, políticas e gestão social: Argentina, Brasil e a experiência espanhola no contexto europeu. *In*: JORNADAS INTERDISCIPLINARIAS DE ESTUDIOS AGRARIOS Y AGROINDUSTRIALES, 7., 2011, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires: Editora da Universidad de Buenos Aires, 2011.

GOLLO, S. S.; CASTRO, A. W. V. Indicações geográficas no Brasil: As indicações de procedências já outorgadas e as áreas e produtos com potencial de certificação. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIEDADE RURAL, 47., 2008, Rio Branco. **Anais eletrônico...** [online], Rio Branco, SOBER, 2008. 21 p.

GRANT, R. M. The resource-based theory of competitive advantage: implications for strategy formulation. **California Management Review**, v. 33, n. 3, p. 114-135, 1991.

GRIGIONI, G.; PASCHETTA, M. F. **Herramientas tecnológicas aplicadas a calidad y diferenciación de carne**. Montevideo: IICA, 2012. 92 p.

HORTON, T. M.; MARQUES JÚNIOR, H. R.; CEDRAN, M.; JULIANO, R. S. Avaliação de ganho de peso e peso a desmama em bezerros pantaneiros e pantaneiro X nelore, criados a pasto. *In*: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PANTANAL, 6.; EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO PANTANAL, 1., 2013, Corumbá, MS. **Desafios e soluções para o Pantanal: resumos**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2013.

JULIANO, R. S.; FIORAVANTI, M. C. S.; SERENO, J. R. B.; ABREU, U. G. P.; JAYME, V. S.; SILVA, A. C.; MACHADO, R. Z.; BRITO, W. M. E. D.; ALFIERI, A. A.; SANTOS, S. A. Aspectos sanitários dos Núcleos de Conservação in situ

de Bovinos Pantaneiros. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Corumbá: Embrapa Pantanal, n. 103, p. 1-15, 2011a.

JULIANO, R. S.; RAMOS, A. F.; ABREU, U. G. P.; SANTOS, S. A. Análise de características reprodutivas indicadoras de puberdade em tourinhos Pantaneiros. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, p. 1-4, 2011b.

JULIANO, R. S.; FIORAVANTI, M. C. S.; SILVA, A. R. B.; SOUZA, S. N.; OLIVEIRA, H. F.; COUTO, S. C. P.; MUNIZ JUNQUEIRA, M. I. Curraleiro Pé Duro cattle breed (*Bos taurus*) differ in phagocytic neutrophil function related to crossbreed cattle (*Bos taurus x Bos indicus*). **Actas Iberoamericanas en Conservación Animal**, v. 7, p. 24-30, 2016.

KAKUTA, S. M.; SOUZA, A. L. I. L; SCHWANKE, F. H.; GIESBRECHT, H. O. **Indicações geográficas: guia de respostas**. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2006. 38 p.

LAGES, V.; LAGARES, L.; BRAGA, C. **Valorização de produtos com diferencial de qualidade e identidade: Indicações Geográficas e Certificações para competitividade nos negócios**. Brasília: SEBRAE, 2005. 232 p.

LANZARINI, R. Gastronomia e eventos turísticos. O caso da culinária pernambucana usada como atrativo cultural na Festa da Farinha de Anastácio/MS e suas relações com o local. *In*: SEMINÁRIO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM TURISMO, 6., 2009, São Paulo. **Anais eletrônico...** [online] São Paulo: ANPTUR, 2009.

LARA, M. A. C.; GAMA, L. T.; BUFARAH, G.; SERENO, J. R. B.; CELEGATO, E. M. L.; ABREU, U. P. Genetic polymorphisms at the k-casein locus in Pantaneiro cattle, **Archivos de Zootecnia**, v. 51, p. 99-105, 2002.

LAUVIE, A.; AUDIOT, A.; COUIX, N.; CASABIANCA, H. B.; VERRIER, E. Diversity of rare breed management programs: Between conservation and development. **Livestock Science**, v. 140, p. 161–170, 2011.

LIMA, F. D.; GIESBRECHT, H. O.; LIMA, S. U. Indicação Geográfica: Agregação de valor aos produtos amazônicos. **Revista T&C Amazônia**, v. 5, n. 11, p. 42- 48, 2007.

LOBO, J. R. **Resposta imune inespecífica e específica humoral de bezerros Curraleiro e Nelore vacinados com *Mycobacterium bovis* - BCG**. 2009. 51 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

MAGGIOLI, M. F.; LOBO, J. R., FIORAVANTI, M. C. S.; KIPNIS, A.; JUNQUEIRA-KIPNIS, A. P. Cellular immune response of Curraleiro Pé-duro and Nellore calves following *Mycobacterium bovis*-BCG vaccination. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, n. 12, p. 1403--1408, 2013.

MAIA, C. E. S.; COELHO, T. O. Tradições da roça na festa do Divino Pai Eterno em Trindade (GO): comércio periódico e romaria de carros de bois. **Agrária**, n. 3, p. 103-122, 2006.

MALAFAIA G. C.; BARCELLOS, J. O. J.; AZEVEDO, D. B. Construindo vantagens competitivas para a pecuária de corte do Rio Grande do Sul: o caso da indicação de procedência da "Carne do Pampa Gaúcho". *In*: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO (SEMEAD), 9., 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006.

MALAFAIA, G. C.; BARCELLOS, J. O. J. Sistemas agroalimentares locais e a visão baseada em recursos: Construindo vantagens competitivas para a carne bovina gaúcha. Revista de Economia e Agronegócio, **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 5, n. 1, p. 25-49, 2007.

MARIANI, M. A. P.; SORIO, A.; ARRUDA, D. O. **Carne ovina, turismo e desenvolvimento local**: potencialidades para o Mato Grosso do Sul. Interações, v. 12, n. 1 p. 31-39, 2011.

MARIANTE, A. S.; CAVALCANTE, N. **Animais do descobrimento: raças domésticas da história do Brasil**. Brasília: Embrapa, 2000. 228p.

MARIANTE, A. S.; EGITO, A. A. Animal genetic resources in Brazil: result of five centuries of natural selection. **Theriogenology**, v. 57, p. 223--235, 2002.

MARIANTE, A. S.; EGITO, A. A.; ALBUQUERQUE, M. S. M.; PAIVA, S. R.; RAMOS, A. F. Managing genetic diversity and society needs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 127-136, 2008.

MARIANTE, A. S.; ALBUQUERQUE, M. S. M.; EGITO, A. A.; McMANUS, C.; LOPES, M. A.; PAIVA, S.R. Present status of the conservation of livestock genetic resources in Brazil. **Livestock Science**, v. 120, p. 204–212, 2009.

MARIANTE, A. S.; McMANUS, C.; ALBUQUERQUE, M. S. M.; PAIVA, S. R. Utilization of animal genetic resources in Brazil: Results of a 28-year conservation program. *In*: CONFERENCE ON GENETICS APPLIED TO ANIMAL PRODUCTION, 9., 2010, Leipzig. **Anais eletrônico...** [online]. Leipzig: CGAAP, 2010.

MAZZA, M. C. M.; MAZZA, C. A. S.; SERENO, J. R. B.; SANTOS, S. A.; PELLEGRIN, A. O. **A etnobiologia e conservação do bovino pantaneiro**. Corumbá: Embrapa-CPAP; Brasília: Embrapa-SPI, 1994. 61 p.

MENDONÇA D. R. **Infecção experimental em bovinos da raça Curraleiro Pé-Duro por *Trypanosoma vivax***. 2019. 45 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019.

MONTEIRO, E. P. **Kalungas e bovino Curraleiro Pé-Duro: contribuições da pesquisa social.** 2013. 156 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

MORAES, A. S.; ALVES, F. V.; JULIANO, R. S.; FIORAVANTTI, M. C. S.; LOPES, J. C. S.; BARCELLOS, G. P.; ABDO, Y. Percepções de consumidores sobre carne bovina com indicação geográfica de raças locais brasileiras, Campo Grande, MS. 2013 *In*: Simpósio Sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal, 6. 2013, Corumbá. Desafios e soluções para o Pantanal. **Resumos...** Brasília: Embrapa, p. 179-183.

MORAES, A. S.; ALVES, F. V.; JULIANO, R. S.; FIORAVANTTI, M. C. S.; LOPES, J. C. S.; LONGHI, E. H.; DUARTE JR, M. F.; TSUNEDA P. P. Percepções de consumidores sobre carne bovina com indicação geográfica de raças locais brasileiras em Cuiabá-MT. **Actas Iberoamericanas en Conservación Animal**, v. 8, p. 46-54, 2016.

IR PARA SUMÁRIO ▲

MOREIRA, N. H.; BARBOSA, E. A.; NASCIMENTO, N. V.; JULIANO, R. S.; ABREU, U. G. P.; RAMOS A. F. Influência sazonal sobre o perfil seminal e congelabilidade do sêmen de touros pantaneiros. **Ciencia Animal Brasileira**, v. 17, p. 60-69, 2016.

MOURA, M. I.; TORRES, T. F.; MONTEIRO, E. P.; NEIVA, A. C. G. R.; CARDOSO, W. S.; FIORAVANTI, M. C. S. Evolução de um rebanho de bovinos curraleiro reintroduzido em cerrado nativo na região nordeste do estado de Goiás, Brasil. **Actas Iberoamericanas de Conservación Animal**, v. 1, p. 123-126, 2011.

NEIVA, A. C. G. R. **Caracterização socioeconômica da comunidade quilombola Kalunga e proposta de reintrodução do bovino Curraleiro como alternativa de geração de renda**. 2009. 138 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

NEIVA, A. C. G. R.; SERENO, J. R. B.; FIORAVANTI, M. C. S. Indicação geográfica na conservação e agregação de valor ao gado Curraleiro da Comunidade Kalunga. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 231, p. 357--360, 2011.

NIEDERLE, P. A. Controvérsias sobre a noção de Indicações Geográficas enquanto instrumento de desenvolvimento territorial: a experiência do Vale dos Vinhedos em questão. ***In***: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre. Anais eletrônico... [online]. Porto Alegre: SOBER, 2009.

PRIMO, A. T. El ganado bovino Ibérico en las Americas: 500 años después. **Archivos de Zootecnia**, v. 41, p. 421-432, 1992.

PRIMO, A. T. **América: conquista e colonização**. Porto Alegre: Editora Movimento. 2004. 183p.

QUIROZ, J. **Caracterización genética de los bovinos criollos mexicanos y su relación con otras poblaciones bovinas.** Tesis Doctoral Universidad de Córdoba, Córdoba, España. 155p., 2007.

IR PARA SUMÁRIO ▲

REGE, J. E. O.; GIBSON, J P. Animal genetic resources and economic development: issues in relation to economic valuation. **Ecological Economics**, v. 45, p. 319-330, 2003.

REZENDE, M. P. G; LUZ, D.; RAMIRES, G. G; OLIVEIRA, M. V. M. Índices zootécnicos de novilhas da raça Pantaneira. **Veterinária e Zootecnia**, v. 21, n. 4, p. 550-555, 2014.

RODERO, A.; DELGADO, J. V.; RODERO, E. Primitive Andalusian livestock and their implications in the discovery of America. **Archivo de Zootecnia**, v. 41, p. 383-400, 1992.

RUFINO JUNIOR, J. **Potencial produtivo de novilhas da raça "Pantaneira" alimentadas com fenos de baixa qualidade**. 2012. 44f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados.

SANTIAGO, A. A. **O Guzerá**. Recife: Ed. Tropical. 1984. 450 p.

SANTOS, S. A.; COSTA, C.; SOUZA, G. S. E.; POT, A.; ALVAREZ, J. M.; MACHADO, S.R. Composição botânica da dieta de bovinos em pastagem nativa na sub-região da Nhecolândia, Pantanal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1648-62, 2002.

SANTOS, S. A.; DESBIEZ, A. L. J.; BUAINAIN, A. M.; ABREU, U. G. M.; SANTOS, D.; SILVA, R. A. M. S.; SANTOS, R. C. R. **Cadeia produtiva bovina no Pantanal Sul-Mato-Grossense: diagnóstico participativo**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2008. cap. 1, p. 17-21.

SEGURA-CORREA, J. C.; MONTES-PÉREZ, R. C. Razones y estrategias para la conservación de los recursos genéticos animales. **Revista Biomédica**. v. 12, n. 3, p. 196-206, 2001.

SERENO, J. R. B. Uso potencial do bovino Pantaneiro na produção de carne orgânica do pantanal – Via internet. ***In***: CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE, 1., 2002, Corumbá. **Anais**... Corumbá: Embrapa Pantanal, p. 1-7. 2002.

SERODIO, J. J.; CASTRO, L. T. S.; MORAIS, T. L.; CUNHA, R. D. S.; SANT'ANA, F. J. F.; JULIANO, R. S.; BORGES, J. R. J.; FIORAVANTI, M. C. S.; CUNHA, P. H. J. Evaluation of the resistance of Nellore, Curraleiro Pe-Duro and

Pantaneiro cattle breeds by experimental intoxication of *Palicourea marcgravii*. **Toxicon,** v. 168, p. 126-130, 2019.

SIERRA, V.; GUERRERO, L.; FERNÁNDEZ-SUÁREZ, V.; MARTÍNEZ, A.; CASTRO, P.; OSORO, K.; RODRÍGUEZ-COLUNGA, M. J.; COTO-MONTES, A.; OLIVÁN, M. Eating quality of beef from biotypes included in the PGI "Ternera Asturiana" showing distinct physicochemical characteristics and tenderization pattern. **Meat Science**, v. 86, p. 343–351, 2010.

SIMIANER, H.; MARTI, S. B.; GIBSON, J.; HANOTTE, O.; REGE, J. E. O. An approach to the optimal allocation of conservation funds to minimize loss of genetic diversity between livestock breeds. **Ecological Economics**, v. 45, p. 377-392, 2003.

SILVA, J. C. F. D.; SANTOS, S. A.; MONTEIRO, P. G.; GARCIA, J. B. Comportamento ingestivo de vacas de cria em diferentes tipos de pastagens nativas do Pantanal. *In*: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 4., 2004, Corumbá-MS, **Anais...** Corumbá-MS, 2004.

SILVA, M. C.; BOAVENTURA, V. M.; FIORAVANTI, M. C. S. História do povoamento bovino no Brasil Central. **Revista UFG**, v. 3, n. 13, p. 34-41, 2012a.

SILVA, M. C.; MOURA, M. I.; CARDOSO, D.; OLIVEIRA, N. A.; McMANUS, C. M.; FIORAVANTI, M. C. S.; SERENO, J. R. B. Farmer preferences for phenotypes vary and are important issues in Curraleiro/Pé-Duro on farm (*in situ*) conservation in the Brazilian Savannah. *In*: RURAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT INTERNATIONAL CONGRESS, 2012, Campo Grande. Anais eletrônico... [online], Campo Grande, RSD, 2012b.

SILVA, M. C.; FIORAVANTI M. C. S.; SOLANO, G. A.; SILVA D. C.; ISKANDAR, G. R.; MOURA, M. I.; ROCHA, F. E. C.; LOPES, F. B.; SERENO, J. R. B. Análise do discurso em reunião para o registro genealógico de bovinos Curraleiro Pé-Duro no Brasil. **Actas Iberoamericanas de Conservación Animal**, v. 3, p. 188-193, 2013.

SILVA, R. A. M. S.; VASQUEZ-ORTIZ, M. D. Alianças mercadológicas e a pecuária bovina de corte no Pantanal. ***In***: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS

NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 4., 2004, Corumbá. **Anais eletrônico...** [online], Corumbá, SIMPAM, 2004.

TEODORO, A. L. **Desempenho, comportamento ingestivo e digestibilidade em novilhas da raça "Pantaneira", sob dietas com diferentes níveis proteicos**. 2011. 81f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados.

VERRIER, E.; BOICHARD, M.T.; BERNIGAUD, R.; NAVES, M. Conservation and value of local livestock breeds: usefulness of niche products and/or adaptation to specific environments. **Animal Genetic Resources Information**, v. 36, p. 21- 31, 2005.

IR PARA SUMÁRIO

Capítulo 19

SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL EM BASE AGROECOLOGICA E ORGÂNICA

Wilson Mozena Leandro[1], Euclides Reuter de Oliveira[2], Marcos Alberto Lana[3], Luiza C. Campos[4], Mariane Porto Muniz[5], André Luiz Rodrigues Silveira[6], Leniany Patrícia Moreira[7], João Paulo Vilela de Castro[8]

Resumo: Os sistemas agropecuários sustentáveis em bases Agroecológica buscam mecanismos e novas rotas tecnológicas capazes de diminuir a dependência externa de insumos na pecuária de corte e leiteira. Neste sentido, as inovações tecnológicas de base agroecológica pode-se configurar como uma excelente alternativa, especialmente para a agricultura familiar. A produção agropecuária sustentável de base orgânica, tem o equilíbrio no solo com base para formação de uma forrageira equilibrada que propicia um animal saudável, que dispensa o uso de produto químico, como carrapaticida e antibiótico. Os animais recebem somente as vacinas obrigatórias, exigidas pela Legislação vigente. Normalmente, as doenças são controladas com homeopatia, fitoterapia e técnicas preventivas. Os animais são criadas livres nos pastos. A ideia é estabelecer o bem estar animal, pois,

1 Professor da Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

2 Professor da Universitário Federal da Grande Dourados, Dourados.

3 Professor da Universidade Sueca de Ciências Agrícolas.

4 Professor Associada da Engenharia ambiental da Universidade College de Londres

5 Pós graduanda do Instituto Federal Goiano, Rio Verde.

6 Professor da Uniaraguaia.

7 Escola Família Agrícola de Uirapuru, Uirapuru.

8 Pós-graduando da Universidade Federal de Goiás.

IR PARA SUMÁRIO ▲

desse modo, ele resiste mais facilmente às doenças e se cura mais rápido de enfermidades e apresenta excelentes índices zootécnicos. Na legislação brasileira estão a diretrizes para a certificação. A oferta de carne, leite e derivados orgânicos no mercado brasileiro e internacional proporcionará uma melhor qualidade de vida das população nos territórios rurais brasileiros.

Palavras-chave: Cerrado, pecuária orgânica. Leite orgânico. Produção sustentável.

1. INTRODUÇÃO

É urgente a necessidade de que um paradigma produtivo esteja fundado em uma racionalidade ambiental que estabeleça estratégias teóricas, investigações científicas e ações práticas para que as qualidades da natureza sejam convertidas em fontes reais de riqueza. Isso por meio de uma nova teoria que construa sociedades sustentáveis; ressignificando e revalorizando socialmente a natureza por meio da apropriação cultural dos processos ecológicos, alinhando o homem a sua íntima relação entre cultura e o meio onde vive. Particularmente nesse ponto a Agroecologia aparece como principal método, ainda que mais teórico do que prático, que vai ganhando destaque nos meios produtivos acadêmico e científico (COSTA, 2017).

A saber, o modelo de agropecuária sustentável de base agroecológica, utiliza os conhecimentos empíricos dos agricultores, acumulados através de muitas gerações, somados ao conhecimento científico atual. Em conjunto, técnicos e agricultores podem fazer uma agricultura com padrões ecológicos (respeito à natureza), econômicos (eficiência produtiva), sociais (eficiência distributiva) e com sustentabilidade em longo prazo. A autonomia de insumo e a prática da economia solidária deixa os sis-

tema menos sujeitos a externalidades que possam impactar a atividade que a convencional.

Lemes (2014) reporta que entre os agricultores familiares a pecuária leiteira é uma das atividades mais praticadas, tanto para o autoconsumo como a geração de renda. Está presente em 36% dos estabelecimentos e responde por 52% do valor bruto da produção total. Isto reside em função dos agricultores familiares considerar o gado como uma reserva de capital, sendo uma espécie de poupança.

Por outro lado Cenci (2014) relata em diagnostico da atividade leiteira em agricultores familiares no sul do pais está relacionada a penosidade da atividade e o consumo do tempo da família praticamente durante 365 dias do ano. A juventude rural acaba estimulada para outras oportunidades de trabalho com maior disponibilidade de lazer. Índices zootécnicos muito baixos e preço do leite remunerando inadequamente a atividade tem deixado o estabelecimento de pecuaristas em dificuldade.

No Brasil a produção de bovinos em sistemas orgânicos já consta com as Associação Brasileira de Produtores de Animais Orgânicos (ASPRANO) no Mato Grosso e Associação Brasileira de Pecuária Orgânica (ABPO) no Mato Grosso do Sul. A proteína animal orgânica e seus derivados além de não serem amplamente divulgados, seu valor comercial não é dos mais baratos. Para a disponibilização destes produtos em maior escala e a preços mais acessíveis deve ser fomentada na agricultura familiar por meio de políticas públicas.

Na produção de leite orgânico no Brasil, estima-se que cerca de 240 produtores sejam adeptos do modelo de manejo orgânico do rebanho, com um total de 2.070 vacas e 6,8 milhões de litros de leite por ano. A procura por produtos orgânicos cresce no Brasil e os únicos limitadores são o preço (inacessível a maio-

ria da população) e a disponibilidade de produtos com essas características.

A diferenciação, via certificação e/ou Identificação Geográfica, da carne bovina, leite e seus derivados pela agroecologia e produção orgânica pode ser um diferencial. O mercado de carnes orgânicas, produzidas a partir de animais criados em pasto sem agrotóxico e adubação química e tratados com medicamentos homeopáticos ainda é incipiente no Brasil. A presença de cortes e produtos industrializados orgânicos, distribuídos para as redes Carrefour, Angeloni (de Santa Catarina), Muffato (Paraná), Mart Plus (Minas Gerais), Pão de Açúcar, Casa Santa Luzia e a paulista Sonda mostram o potencial de mercado para as proteínas animais.

Os Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul lideram a produção e processamento da carne e derivados. São Paulo e Minas Gerais lideram na produção de leite e seus derivados (queijo, requeijão, manteiga e iogurte) orgânicos. A demanda é crescente com a preocupação cada vez maior dos consumidores com a alimentação saudável (ZACHARIAS, 2014).

2. PRODUÇÃO ORGÂNICA DE LEITE

Economicamente, a produção orgânica vem se mostrando muito promissora e pode ser uma via de escape para a economia nacional. Devido à crise, a agricultura orgânica pode ser uma alternativa para o país crescer, já que esta tem crescido de forma surpreendente em relação aos outros mercados (MANÇO, 2017). Segundo a mesma autora o Brasil é o 5° maior produtor mundial de orgânicos, com 940 mil hectares cultivados, em comparação com os 240 milhões de hectares utilizados para a agropecuária convencional, além de uma reserva de terras agricultáveis de aproximadamente 55 milhões de hectares a serem exploradas.

O Brasil está a maior disponibilidade de terras agricultáveis e a maior possibilidade de conversão para a agricultura orgânica **(**DIAS, 2016**).** De acordo com Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO, 2017), estima-se que somente 76 produtores registrados realizem o manejo orgânico do rebanho. De acordo com Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO, 2017), estima-se que somente 76 produtores registrados realizem o manejo orgânico do rebanho.

A produção agropecuária sustentável de base orgânica , tem o equilíbrio no solo com base para formação de uma forrageira equilibrada que propicia um animal saudável, que dispensa o uso de produto químico, como carrapaticida e antibiótico. Os animais recebem somente as vacinas obrigatórias, exigidas pelo Ministério da Agricultura, e os medicamentos são utilizados em último caso. Normalmente, as doenças são controladas com homeopatia, fitoterapia e técnicas preventivas. As vacas são criadas livres nos pastos. A ideia é manter o animal saudável, pois, desse modo, ele resiste mais facilmente às doenças e se cura mais rápido de enfermidades (CARVALHO; XAVIER, 2005).

Neste sentido o objetivo deste texto é mostrar as potencialidades da agropecuária em agroecossistemas sustentáveis em base agroecológica.

3. CONCEITOS DE SISTEMAS AGROECOLÓGICOS E ORGÂNICOS

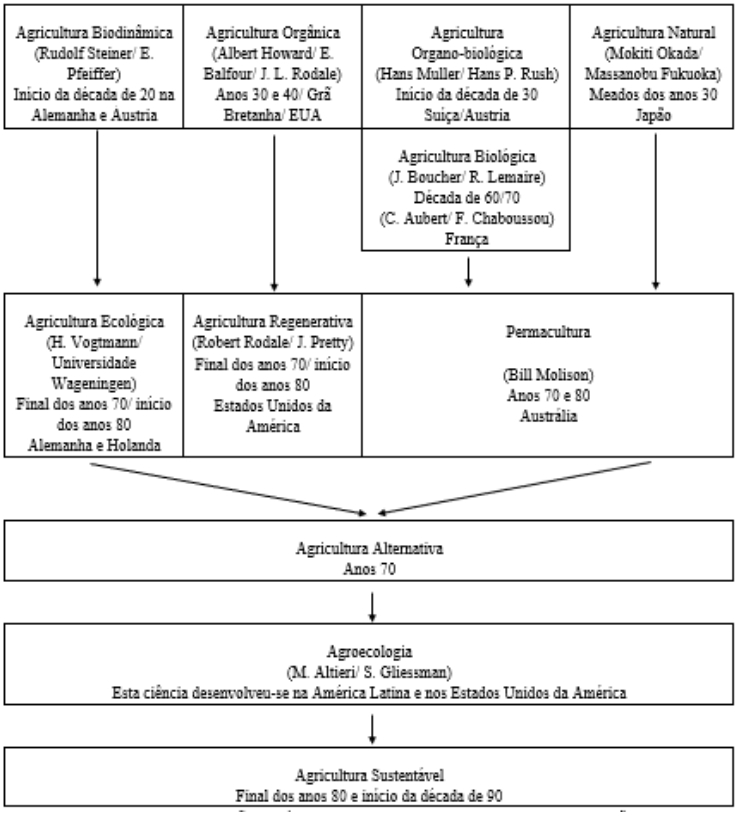
A agroecologia constitui um modelo tecnológico abrangente, socialmente justo, economicamente viável e ecologicamente sustentável e foi consolidado durante décadas por várias correntes de pensamento (Figura 1). Segundo Gomes (2005) este modelo busca nova formas de relacionamento com a natureza, valorizando o conhecimento local sobre a sociobiodiversidade,

onde se proteja a vida e se estabeleça uma ética ecológica. A rigor, pode-se dizer que agroecologia é a base científico-tecnológica para uma agricultura sustentável.

Segundo o mesmo autor, neste modelo se promove o "manejo ecológico" dos recursos naturais, através de formas de ação social coletiva que apresentam alternativas à atual crise da Modernidade. Mediante propostas de desenvolvimento participativo desde os âmbitos da produção e da circulação alternativa de seus produtos, pretende-se estabelecer formas de produção e de consumo que contribuam para encarar a crise ecológica e social e, deste modo, restaurar o curso alterado da co-evolução social e ecológica. Na Figura 2 apresenta uma síntese das premissas para uma pecuária orgânica.

IR PARA SUMÁRIO

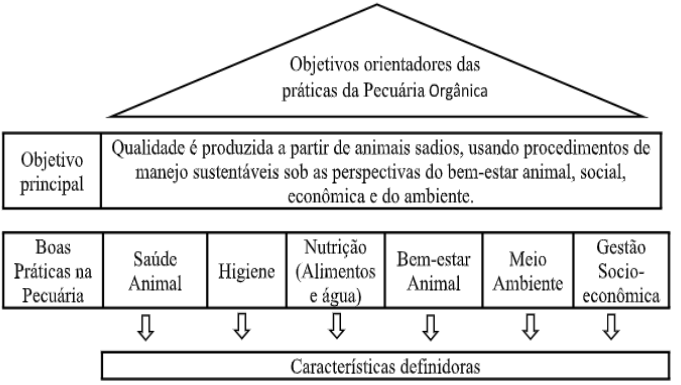
Figura 1 - Consolidação histórica de linhas de pensamento para a construção do conhecimento agroecológico



Fonte: Modificado de Darot *et al.,* 2002.

IR PARA SUMÁRIO

Figura 2 - Premissas para uma sistema agropecuária de base agroecológica sustentável



Fonte: Modificado de FAO e IDF (2013).

A produção agropecuária sustentável em base agroecológica respeita e preserva as características mais sensíveis a Natureza (Penteado, 2011). O pasto não recebe adubação com fertilizantes sintéticos e nem herbicidas. O processo de cria, recria, engorda e abate é feito por meio de um manejo rotacional - que proporciona o descanso do pasto por 30 dias. O calendário de vacinação é respeitado e vermífugos, pesticidas, hormônios e carrapaticidas são substituídos por medicamentos homeopáticos e fitoterápicos administrados junto com o sal mineral. O processo de transição pode onerar em cerca de 20% os custos para o produtor se comparado ao rebanho tradicional. Mas com o tempo os custos diminuem, a produtividade e o valor de compra garante sustentabilidade econômica, ambiental, social e cultural.

IR PARA SUMÁRIO

4. LEGISLAÇÃO ATUAL NO BRASIL

A produção e comercialização dos produtos de origem animal orgânicos no Brasil foram aprovadas pela Lei 10.831, de 23 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003). Sua regulamentação, no entanto, ocorreu apenas em 27 de dezembro de 2007 com a publicação do Decreto Nº 6.323. A instrução normativa Nº 46, de 6 de outubro de 2011 (BRASIL, 2011) estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção, bem como as listas de substâncias e práticas permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção, na forma desta Instrução Normativa 17/2014 e de seus Anexos I a VIII. (Brasil,2014). Nesta legislação são traçados os procedimentos a serem adotados para poderem utilizar a nomenclatura (rotulagem) de orgânico e poder utilizar o selo do sistema orgânico brasileiro (selo SisOrg). Essa legislação tem como ponto positivo a construção coletiva com todas as instituições e atores sociais, movimentos sociais, academia, setor produtivo. ligados a agroecologia e produção orgânica. É muito dinâmica e sendo atualizada constantemente.

A concessão do selo de orgânicos por auditoria é feita por uma certificadora pública ou privada credenciada no Ministério da Agricultura. O organismo de avaliação da conformidade obedece a procedimentos e critérios reconhecidos internacionalmente, além dos requisitos técnicos estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2014). Mais de quarenta certificadoras estão cadastradas no Ministério da Agricultura (MAPA) que atuam por auditoria até final de 2019 no Brasil.

O produtor orgânico deve fazer parte do Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO), o que é possível somente se estiver certificado por um dos mecanismos descritos a seguir:

a) Certificação por Auditoria

A concessão do selo SisOrg é feita por uma certificadora pública ou privada credenciada no Ministério da Agricultura. O organismo de avaliação da conformidade obedece a procedimentos e critérios reconhecidos internacionalmente, além dos requisitos técnicos estabelecidos pela legislação brasileira.

b) Sistema Participativo de Garantia

Caracteriza-se pela responsabilidade coletiva dos membros do sistema, que podem ser produtores, consumidores, técnicos e demais interessados. Para estar legal, um SPG tem que possuir um Organismo Participativo de Avaliação da Conformidade (Opac) legalmente constituído, que responderá pela emissão do SisOrg.

Em geral a certificação por auditoria é mais rápida, porém mais onerosa e permite atender mercados, locais, internos e externos. Os sistemas de participativo de garantia exigem uma organização social mas é menos onerosa e apesar de ser mais dirigida para mercados locais pode ser aplicada aos mercados internos nacionais. Uma das experiências exitosas dessa modalidade é a rede Ecovida na região sul do país.

O produtor rural tem que manifestar ao órgão certificador o interesse e solicitar uma visita de avaliação (PENTEADO, 2011). É necessário fazer um planto de manejo de produção vegetal e de produção animal. Se for processar (queijos e derivados) tem que fazer um plano de manejo para processamento.

A comercialização dos produtos orgânicos deve fazer parte do planejamento do produtor e/ou empresa, tendo o agente final como direcionador estratégico. A sintonia de todos os agentes da cadeia permite uma produção planejada que atenda a demanda sem excesso ou escassez de oferta. Recomenda-se sempre os princípios da economia solidária. Na região metropo-

litana de Goiânia a Associação para o Desenvolvimento da Agricultura Orgânica em Goiás (ADAO-GO) é um experiência exitosa desta prática.

5. SISTEMA DE PRODUÇÃO

Os sistemas orgânicos de produção animal, segundo a Instrução Normativa 17/2014 (BRASIL, 2014) devem:

- Preencher os planos de manejos vegetal, animal e/ou processamento (se for o caso)

- oferecer alimentação nutritiva, saudável, de qualidade e em quantidade adequada de acordo com as exigências nutricionais de cada espécie;

- ofertar água de qualidade e em quantidade adequada, isenta de produtos químicos e agentes biológicos que possam comprometer a saúde e vigor dos animais, a qualidade dos produtos e dos recursos naturais, de acordo com os parâmetros especificados pela legislação vigente; - utilizar instalações higiênicas, funcionais e adequadas a cada espécie animal e local de criação;

- promover prioritariamente a saúde e o bem-estar animal em todas as fases do processo produtivo;

- adotar técnicas sanitárias e práticas de manejo preventivas;

- manter a higiene em todo o processo criatório, compatível com a legislação sanitária vigente e com o emprego de produtos permitidos para uso na produção orgânica;

- destinar os resíduos da produção respeitando a legislação ambiental aplicável - utilizar apenas animais não geneticamente modificados.

IR PARA SUMÁRIO ▲

5.1 - Planos de Manejo

Os planos de manejo são ferramentas de planejamento, monitoramento e rastreabilidade de todas as atividades previstas no empreendimento. A partir da solicitação no órgão certificador de orgânico é necessário o preenchimento do plano de manejo estabelecendo talhões (Figura 3). No plano de manejo são feitos registros da rotina do empreendimentos para quem, em caso de fiscalização, seja possível simular rastreabilidade. Tais registros deverão ser mantidos por um período mínimo de 3 (três) anos (BRASIL, 2021).

Figura 3 - Detalhe das etapas para a área ser certificada como orgânica e detalha o planejamento efetuada de forma integrada

O registro semanal e em alguns casos diários das atividades planejadas e realizadas devem sempre estar em dia. O técnico do órgão certificador vai solicitar um croqui da área e delineados os passos do início, passando pela transição agroecológica até a certificação orgânica. As auditorias de fiscalização podem ocorrem sem aviso prévio.

IR PARA SUMÁRIO

Dever-se-á adotar o consórcio, ou a rotação de culturas, ou ambos, todos muito detalhados no Plano de Manejo onde detalha-se as atividades por talhão (Figura 3).

5.2 - Alimentação equilibrada, saudável e de qualidade

Os sistemas orgânicos de produção vegetal para as forrageiras e culturas (silagens, capineiras ou feno) devem priorizar, segundo BRASIL (BRASIL, 2015 e BRASIL, 2021):

I - a utilização de material de propagação originário de espécies vegetais adaptadas às condições edafoclimáticas locais e tolerantes a pragas e doenças;

II - a reciclagem de matéria orgânica como base para a manutenção da fertilidade do solo e a nutrição das plantas;

III - a manutenção da atividade biológica do solo, o equilíbrio de nutrientes e a qualidade da água;

IV - a adoção de manejo de pragas e doenças que: a) respeite o desenvolvimento natural das plantas; b) respeite a sustentabilidade ambiental; c) respeite a saúde humana e animal, inclusive em sua fase de armazenamento; e d) privilegie métodos culturais, físicos e biológicos;

V - a utilização de insumos que, em seu processo de obtenção, utilização e armazenamento, não comprometam a estabilidade do habitat natural e do agroecossistema, não representando ameaça ao meio ambiente e à saúde humana e animal.

Segundo Penteado (2011) a diversidade na produção vegetal deverá ser assegurada, no mínimo, pela prática de associação de culturas a partir das técnicas de rotação e consórcios. Para culturas perenes, a diversidade deverá ser assegurada, no mínimo, pela manutenção de cobertura viva do solo. A irrigação e a aplicação de insumos devem ser realizadas de forma a evitar desperdícios e poluição da água de superfície ou do lençol freático.

Os sistemas agrosilvaporis são muito recomendados (Penteado, 2014). As pastagens devem ser compostas com vegetação arbórea para cumprir sua função ecossistêmica e propiciar sombreamento necessário ao bem-estar da espécie em pastejo, de preferência nativas e que tenham sinergias com a forragem. No cerrado brasileiro, Sixel (2017) cita que no manejo biodinâmico de animais, resultados positivos foram conseguidos com as arbóreas *Acácia melanoxylon*, leucena, hibisco, amoreira e guandu, que podem ser plantados em largas faixas ao longo dos diversos piquetes ou em piquetes especiais para o inverno onde há restrição de forragem (Figura 3 nas áreas orgânicas). Há experiencias exitosas também empregando o Baru. Em caso de pastagens sem áreas de sombreamento, determina-se um prazo de 5 (cinco) anos para estabelecimento de vegetação arbórea suficiente e, durante este período, poderá ser utilizado sombreamento artificial. As pastagens devem seguir as recomendações dos sistemas orgânicos de produção vegetal e detalhados no plano de manejo vegetal (BRASIL, 2014). Do ponto de vista técnico o mínimo deve ser dez arvores por hectare.

Diferentes pesquisas desenvolvidas ao longo de 8 anos de pesquisas do projeto sistemas orgânicos de produção animal da Embrapa (Soares *et al.*, 2017) mostram que é possível produzir carne orgânica através de diferentes tecnologias desenvolvidas, adaptadas e validadas em diferentes biomas como o uso de manejo rotativo de pastagens e utilização de sistemas silvipastoris, além da suplementação volumosa de qualidade no período seco e que não foram apresentadas neste capítulo. Podemos citar, por exemplo, o uso de insumos alternativos para fertilização destas pastagens como o pó de rocha, fosfato de rocha natural e uso de leguminosas para adubação verde, fixação biológica de nitrogênio, fungos micorrízicos para aumento da absorção de nutrien-

tes pelas plantas, além da compostagem para incorporação de matéria orgânica nos solos.

Nas silagens com milho deve evitar os transgênicos. A legislação vigente (BRASIL, 2014) veta a utilização de organismos geneticamente modificados, derivados da fusão de protoplasma e organismos resultantes de técnicas biotecnológicas similares em sistemas orgânicos de produção vegetal. É proibido também o uso de reguladores sintéticos de crescimento na produção vegetal orgânica. Os reguladores de crescimento similares aos encontrados na natureza são permitidos, desde que obedeçam ao mesmo modo de ação dos reguladores de origem natural ou biológica, respeitados os princípios da produção orgânica..

As sementes e mudas deverão ser oriundas de sistemas orgânicos. Caso a certificadora constate a indisponibilidade de sementes e mudas oriundas de sistemas orgânicos, ou a inadequação das existentes à situação ecológica da unidade de produção que irá utilizá-las, poderá autorizar a utilização de outros materiais existentes no mercado, dando preferência aos que não tenham sido tratados com agrotóxicos ou com outros insumos não permitidos. Sementes transgênicas são proibidas. As restrições ao uso de transgênicos são detalhadas na revisão de Andrioli e Fuchs (2012) sobre os organismos geneticamente modificados.

A CPOrg de cada Unidade da Federação poderá produzir anualmente uma lista com as espécies e variedades em que só poderão ser utilizadas sementes orgânicas em função da disponibilidade no mercado ser capaz de atender às demandas locais.

O Pastoreio Racional Voisin (PRV) é um sistema de manejo das pastagens mais empregados em sistemas agroecológicos e orgânicos (MACHADO, 2010). O PRV é considerado mais eficiente e econômico por ter como insumo a luz solar e os produtos da biocenose do solo, que além de abundantes não apresentam custo.

Se comparado ao sistema extensivo o PRV tem maior produção de matéria seca por hectare e com menor custo. Outra vantagem desse sistema é que melhora a fertilidade do solo sem gastos com fertilizantes químicos, pois estimula os fatores bióticos do solo aumentando o teor de Matéria Orgânica do Solo (BERTON, RICHTER, 2011). O produtor rural faz na área da forragens vários piquetes (Figura 2). E rotaciona os animais com alta frequência. Manejo o gado de tal modo que o dejetos e urinas sejam distribuídos uniformemente na área pastejada. A estratégia esta na forma de tratar os animais e a disposição dos bebedouros para máxima disponibilidade e distribuição uniforme dos dejetos nos piquetes.

Nos aspectos ambientais é o sistema que melhor protege o ambiente, as pastagens manejadas com PRV aumentam a taxa de sequestro de carbono com o incremento de MO no solo e controlam a erosão, pois preconiza a ausência de aração e mantem a cobertura do solo durante todo o ano e atende as normativas da produção orgânica no Brasil (MACHADO, 2010).

O francês André Voisin, propositor do método relata 4 princípios norteadores para o êxito do PRV. As duas primeiras garantem a perenização das pastagens e as duas últimas, o incremento da produção animal. Os princípios preconizados são: Repouso da forragem para permitir uma rebrota eficiente, Ocupação Uniforme, Rendimento máximo com as forragens de melhor qualidade e necessidades especificas para cada animal (BERTON; RICHTER, 2011)

A cerca elétrica é permitida para fazer os piquetes desde que sejam respeitadas as medidas de segurança com relação ao seu uso. As instalações, os equipamentos e os utensílios devem ser mantidos limpos e desinfetados adequadamente, utilizando apenas as substâncias permitidas pela Instrução Normativa, respeitadas as exigências a seguir no Plano de Manejo Orgânico.

Se preconiza sempre que nos sistemas orgânicos de produção animal deverão utilizar alimentação da própria unidade de produção ou de outra sob manejo orgânico. Em casos de escassez ou em condições especiais, de acordo com o Plano de Manejo Orgânico aprovado pelo órgão certificador, será permitida a utilização de alimentos não-orgânicos na proporção da ingestão diária, com base na matéria seca até 15% para animais ruminantes, utilizado ao máximo o sistema de pastagem, sendo que as forragens frescas, secas ou ensiladas deverão constituir pelo menos 60% da matéria seca que compõe sua dieta, permitindo-se redução dessa percentagem para 50% aos animais em produção leiteira, durante um período máximo de três meses a partir do início da lactação. Poderão ser utilizadas como aditivos na produção de silagem as bactérias lácticas, acéticas, fórmicas e propiônicas ou seus produtos naturais ácidos, quando as condições não permitam a fermentação natural, mediante autorização da certificadora (PENTEADO, 2014).

A legislação de Orgânicos (BRASIL, 2021) relata ainda que para os herbívoros, deverá ser utilizado ao máximo o sistema de pastagem, sendo que as forragens frescas, secas ou ensiladas deverão constituir pelo menos 60% (sessenta por cento) da matéria seca que compõe sua dieta, permitindo-se redução dessa percentagem para 50% (cinquenta por cento) aos animais em produção leiteira, durante um período máximo de 3 (três) meses a partir do início da lactação.

É permitido, segundo BRASIL (BRASIL, 2014 e BRASIL, 2021), na pecuária orgânica os seguintes suplementos, desde que autorizado pelo órgão certificador: 1. Resíduos de origem vegetal 2. Melaço 3. Farinha de algas marinhas têm de ser lavadas a fim de reduzir o teor de iodo 4. Pós e extratos de plantas 5. Extratos proteicos vegetais 6. Leite, produtos e subprodutos

lácteos Lactose em pó somente extraída por meio de tratamento físico 7. Peixe, crustáceos e moluscos, seus produtos e subprodutos Permitidas para animais de hábito onívoro. Os produtos e subprodutos não podem ser refinados 8. Sal marinho O produto não pode ser refinado 9. Vitaminas, pró-vitaminas e aminoácidos Atendidos os critérios constantes no art. 59 desta Instrução Normativa. 10. Enzimas Desde que de origem natural 11. Micro-organismos 12. Ácido fórmico Para uso apenas para ensilagem Ácido acético Ácido láctico Ácido propiônico 13. Sílica coloidal Diatomita Utilizados como agentes aglutinantes, antiaglomerantes e coagulantes (aditivos tecnológicos) Sepiolita Bentonita Argilas cauliníticas Vermiculita Perlita.

Os aditivos e os auxiliares tecnológicos utilizados devem ser provenientes de fontes naturais e não poderão apresentar moléculas de organismos geneticamente modificados ou proteína resultante de modificação genética em seu produto. Sempre deve estar atento a mudança na legislação (que é dinâmica) para os produtos comerciais utilizados na alimentação animal devem atender ao disposto nas legislações específicas. Não é permitido utilizar compostos nitrogenados não-proteicos e nitrogênio sintético na alimentação de animais em sistemas orgânicos de produção. O uso de suplementos minerais e vitamínicos é permitido, desde que os seus componentes não contenham resíduos contaminantes acima dos limites permitidos e que atendam à legislação específica (BRASIL, 2014 e BRASIL, 2021).

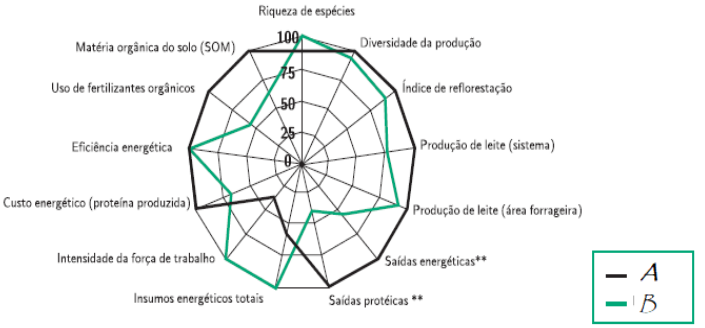
5.3 - Manejo Agroecológico do Solo

Somente é permitida a utilização de fertilizantes, corretivos e inoculantes que sejam constituídos por substâncias autorizadas de acordo com a necessidade de uso prevista no Plano de Manejo Orgânico e autorizada pelo órgão certificador. Materiais pro-

duzidas na própria propriedade, estercos, compostos e biofertilizantes, podem ser empregados. Os fosfatos naturais, fosfatos reativos, termofosfatos e pós de rochas podem ser empregados. A utilização desses insumos deverá ser autorizada especificamente pelo Órgão de acreditação, quando da aprovação do Plano de Manejo Orgânico, devendo ser especificadas: a quantidade aplicada; a necessidade de análise laboratorial e, se constatada a contaminação, estes não poderão ser utilizados em sistemas orgânicos de produção. Deverão ser mantidos registros e identificações, detalhados e atualizados, das práticas de manejo e insumos utilizados nos sistemas de produção orgânica.

Recomenda-se monitorar o atributos do solo e a ciclagem de nutrientes em sistemas agropecuários sustentáveis (Souza *et al*, 2016). Segundo o mesmo autor a vários indicadores de qualidade do solo que podem auxiliar na reflexão de como alguns deles podem se referir a parte dos processos vigentes para, posteriormente, avaliar os seus impactos em escala sistêmica Funes *et al* (2002) apresenta uma forma de monitoramento das propriedades agroecológicas com indicadores de qualidade (Figura 4).

Figura 4 - Indicadores de qualidade do solo em duas propriedade agroecológicas (A e B)



Fonte: Modificado de Funes *et al.* (2002).

Somente poderão ser utilizadas para o manejo de pragas, nos sistemas de produção orgânica, as substâncias autorizadas. Os insumos destinados ao controle de pragas na agricultura orgânica não deverão gerar resíduos, nos seus produtos, que possam acumular-se em organismos vivos ou conter contaminantes maléficos à saúde humana, animal ou do ecossistema.

Em concordância com o orgão certificador diversos métodos de controle pode ser empregado. Os mais usuais são os biológicos por meio da utilização de conídios e bactérias, e ainda a homeopatia pelo uso de caldas de alho e pimenta. Dentre as aplicações feitas estavam a de Xantari (*Bacillus thuringiensis*, subsp. Aizawai), Dipel (*Bacillus thuringiensis*, var. kurstaki), Supera (hidróxido de cobre), Kumulus (enxofre), calda de alho e pimenta, Borax (ácido bórico), Metarril (conídios do fungo *Metarhizium anisopliae*) e Boveril (conídios do fungo *Beauveria bassiana*).

Grande parte destes produtos era aplicada somente quando se observada a presença de problemas fitossanitários nas plantas. Não se recomenda aplicações preventivas. O controle de pragas e doenças era feito buscando o equilíbrio nas relações ecológicas.

É vedado o uso de irradiações ionizantes para qualquer finalidade em todas as fases do processo produtivo, inclusive na pós-colheita e armazenagem. São proibidos insumos que possuam propriedades mutagênicas ou carcinogênicas (BRASIL, 2014).

5.4 - Instalações

Quando necessárias, segundo Penteado (2013) as instalações para os animais deverão dispor de condições de temperatura, umidade, iluminação e ventilação que garantam o bem-estar animal, respeitando as densidades máximas (para vacas de leite, o alojamento deve respeitar a relação de, no mínimo, 6 m^2 para cada animal e para bovinos de corte, o alojamento deve respei-

tar a relação de, no mínimo, 1,5 m^2 para cada 100 kg de peso vivo dos animais)

Na confecção das camas, os materiais utilizados devem ser naturais e livres de resíduos de substâncias não permitidas para uso em sistemas orgânicos de produção. Deverá ser oferecida cama seca e limpa para todos os animais.

Há preocupação com a sustentabilidade inclusive nas edificações. As instalações de armazenagem e manipulação de esterco, incluindo as áreas de compostagem, deverão ser projetadas, implantadas e operadas de maneira a prevenir a contaminação das águas subterrâneas e superficiais.

Segundo a legislação vigente (BRASIL, 2014) as instalações de armazenagem e manipulação de dejetos, incluindo as áreas de compostagem, deverão ser projetadas, implantadas e operadas de maneira a prevenir a contaminação das águas subterrâneas e superficiais. A madeira para instalações e equipamentos deve ser proveniente de extração legal, e, se tratada, deve ser com substâncias e métodos de aplicação que minimizem os riscos de contaminação aos animais, seus produtos e subprodutos. Para uso de madeira tratada, é necessária autorização do órgão certificador. Para a limpeza das instalações são permitidos o uso dos produtos: 1. Hipoclorito de Sódio 2. Peróxido de Hidrogênio 3. Cal e cal virgem 4. Ácido fósforico (desde de que parte da composição de produtos comerciais). 5. Ácido Lático. 6. Ácido Nítrico (desde de que parte da composição de produtos comerciais), 7. Ácido peracético, 8. Água e vapor. 9. Alcool etílico. 10. Cal hidratada e cal virgem. 11. Carbonato de sódio. 12. Dióxido de cloro. 13. Extratos vegetais ou essências naturais de plantas. 14. Hidroxido de sódio. 15. Hipoclorito de sódio. 16. Iodóforo e soluções à base de iodo. 17. Microrganismos biorremediadores. 18. Oxidantes minerais. 19. Permanganato de potássio. 20. Pe-

róxido de hidrogênio. 21. Sabões e detergentes biodegradáveis e 22. Sais minerais solúveis (BRASIL, 2021). As substâncias e produtos deverão ser utilizadas de acordo com o que estiver estabelecido no plano de manejo orgânico. O bom senso indicará a melhor solução a ser adotada.

5.5 - Os animais

Deve-se dar preferência por animais de raças adaptadas, bubalinos e as raças curraleiro e pantaneiras, que têm apresentado alto potencial às condições climáticas e ao tipo do manejo empregado e proporcionar, segundo BRASIL (2014):

A procedência dos animais deve ser comunicada ao órgão credenciador. A aquisição de animais para início, reposição ou ampliação da produção animal. Quando for necessário introduzir animais no sistema de produção, estes deverão ser provenientes de sistemas orgânicos. Na indisponibilidade de animais de sistemas orgânicos, poderão ser adquiridos animais de unidades de produção não-orgânicas, preferencialmente em conversão para o sistema orgânico, desde que previamente aprovado pelo Órgão de acreditação , e respeitado o período de conversão. Todos os animais introduzidos na unidade de produção orgânica devem ter idade mínima em que possam ser recriados sem a presença materna (PENTEADO, 2013).

O mesmo autor relata que animais jovens deverão ser amamentados pela mãe ou por fêmea substituta. Na impossibilidade do aleitamento natural, será permitido o uso de alimentação artificial, preferencialmente com leite da mesma espécie animal. O período de aleitamento deve ser de, no mínimo 90 (noventa) dias.

5.6 - Bem-Estar Animal

Os sistemas orgânicos de produção animal devem ser planejados de forma que sejam produtivos e respeitem as necessida-

des e o bem-estar dos animais, que segundo BRASIL (BRASIL, 2014 e BRASIL, 2021) devem inserir:

I - o princípio da nutrição: os animais devem estar bem nutridos e sem sede e fome prolongadas;

II - o princípio do estado sanitário: os animais devem apresentar ausência de dor associada ao manejo ou instalações inadequadas, e ter ferimentos e doenças tratados adequadamente;

III - o princípio do estado sanitário: os animais devem apresentar ausência de dor associada ao manejo ou instalações inadequadas, e ter ferimentos e doenças tratados adequadamente;

IV - o princípio do comportamento: garantir a expressão de comportamentos sociais adequados, a expressão de comportamentos inatos, uma boa relação homem e animal e estados emocionais positivos para os animais manejados.

Todos os animais deverão preferencialmente ser criados em regime de vida livre, não sendo permitido nenhum método restritivo aos movimentos naturais dos animais (PENTEADO, 2014). Segundo o mesmo autor, no caso de animais abrigados em instalações, deve ser facultada a eles a possibilidade de saída para área externa com forragem verde por pelo menos 6 (seis) horas no período diurno, salvo em situações especiais de enfermidades, endemias ou alterações climáticas severas, devendo ser comunicada ao órgão certificador.

Em todos os casos, as densidades animais devem estar de acordo com as determinações deste Regulamento Técnico. Os ambientes de criação deverão dispor de áreas que assegurem: I - aos animais assumirem seus movimentos naturais, o contato social e descanso; II - alimentação, ritual reprodutivo, reprodução e proteção, em condições que garantam a saúde e o bem-estar animal; III - acesso a pastagem ou área de circulação ao

ar livre, com vegetação arbórea suficiente para garantir sombra a todos os animais sem que esses tenham que disputar espaço (BRASIL, 2014);

5.7 - Manejo dos Animais

O manejo deve ser realizado de forma calma, tranquila e sem agitações, sendo vedado o uso de instrumentos que possam causar medo ou sofrimento aos animais. Como ressaltado no Pastejo Rotacionado Voisin é respeitado aspectos da Etologia, ciência que estudo o comportamento dos animais.

A inseminação artificial é permitida desde que o sêmen preferencialmente advenha de animais de sistemas orgânicos de produção. Lemos (2014) relata que a inseminação artificial pode ser uma estratégia mais rápida de adequar a genética dos animais a realidade da agricultura familiar, apesar das dificuldades inerentes a técnicas e a ausência de políticas públicas para o fortalecimento da atividade. Porém são proibidas as técnicas de transferência de embrião, fertilização in vitro, sincronização de cio e outras técnicas que utilizem indução hormonal artificial.

O corte de ponta de chifres, a castração, o mochamento e as marcações, quando realmente necessários, deverão ser efetuados na idade apropriada, visando reduzir processos dolorosos e acelerar o tempo de recuperação bem como o uso de anestésicos, nos casos em que sejam necessários para executá-las, deverá ser aprovado previamente pelo órgão certificador, da forma por eles estabelecida e de acordo com legislação vigente sobre o tema. Não serão permitidos sistemas de marcação que impliquem mutilações nos animais (BRASIL, 2014).

O transporte, o pré-abate e o abate dos animais, inclusive animais doentes ou descartados, segundo Penteado (2014), deverão atender ao seguinte:

I - princípios de respeito ao bem-estar animal;

II - redução de processos dolorosos;

III - procedimentos de abate humanitário;

IV - a legislação específica.

No caso de animais que necessitem ser sacrificados, o uso de anestésico poderá ser feito. Não será permitido manter, conduzir ou transportar animais, por qualquer meio de locomoção, de cabeça para baixo ou de qualquer outro modo que lhes produza sofrimento. Não será permitido manter animais embarcados sem água e alimento por um período superior a 12 (doze) horas.

Nas exposições e aglomerações, nos mercados e outros locais de venda, deverão ser atendidos os princípios de bem estar e necessidades fisiológicas de cada espécie animal, atendendo legislação específica.

5.8 - Sanidade Animal

A saúde pode ser definida como um estado de harmonia que existe entre o corpo e seu ambiente interno e externo. Quando existe esse estado de harmonia, os bovinos poderão manter sua produção; ser saudável o suficiente para evitar doenças metabólicas; ser capaz de se reproduzir; e não sucumbir ao estresse ambiental e adoecer.

A doença surge quando ocorre um desequilíbrio no ambiente interno da vaca. A doença resulta então de uma sobrecarga dos mecanismos homeostáticos do corpo.

Para obtenção e manutenção da saúde dos animais, deve-se utilizar o princípio da prevenção: alimentação adequada, exercícios regulares e acesso a pastagem, os quais têm o efeito de promover as defesas imunológicas dos animais (ZACHARIAS, 2014 e CERVA, 2014).

Recomenda-se técnicas sanitárias integrativas que permitam a utilização de várias terapias que trabalham em conjunto para proporcionar uma maior capacidade de prevenir, amenizar e tratar doenças, o que não seria possível usando apenas um único método ou somente a medicina tradicional. A abordagem integrativa foi concebida há muitos anos para acompanhar os animais, minimizando os efeitos adversos e colaterais e maximizando o sucesso do tratamento. Trata-se da medicina do futuro, que consegue ver o animal como um todo, incluindo o emocional e o ambiente onde vive, e ainda, usar todas as estratégias para melhorar sua qualidade de vida. Ela compõem da Neurofisiologia, Etiopatogenica, Anamnese, Aquapuntura, Hemoacupuntura, farmacopuntura, eletroacupuntura, cromoterapia, Fitoterapia, trofologia, terapia quântica etc. O estímulo nos pontos de acupuntura também pode ser realizado com diversas técnicas, como por exemplo: eletroacupuntura, acuinjeção ou seja a aplicação de medicamentos nos pontos; laserpuntura, moxabustão ou aplicação de calor em determinados pontos através de um bastão aquecido de *Artemisia vulgaris*, massagens, ventosas e outros. Estimular um ponto de Acupuntura independente do agente de estresse como agulha, calor, massagem ou gota de ácido, criando um sinal que será transmitido dos centros nervosos segmentários primeiro, superiores em seguida para ser decodificado, analisado, memorizado, integrado em outros circuitos e causar, conforme a sua intensidade, sede e natureza, uma resposta benéfica orientada mais ou menos específica (RUBIN, 1983).

O sistema de pastejo deve ser preferencialmente rotativo e organizado para disponibilizar alimentação equilibrada, água de qualidade e bem estar animal. para controle de parasitoses. O plano para promoção da saúde animal deverá identificar os

riscos e as estratégias para promoção e manutenção da saúde animal (BRASIL, 2014 e BRASIL, 2021).

Em caso de necessidade, os mamíferos jovens deverão ser amamentados pela mãe ou por fêmea substituta, no mínimo, nos primeiros 7 (sete) dias de vida. Na ausência de mãe ou de fêmea substituta, nos primeiros 7 (sete) dias de vida, será permitido o uso de alimentação artificial, preferencialmente com leite da mesma espécie animal. Tanto no aleitamento natural quanto na alimentação artificial, para os animais que permanecerão no sistema orgânico de produção, o período de aleitamento deve ser de, no mínimo: 90 dias dias para bovinos, bubalinos e equídeos (BRASIL, 2021),

O plano para promoção da saúde animal deve prever o registro e a prospecção de indicadores de morbidade, mortalidade e incidências das principais afecções na criação, bem como conter as medidas preventivas adotadas para o controle das enfermidades regionais e comuns a espécie, assim como medidas de biossegurança para a propriedade. É obrigatório o registro em livro específico, a ser mantido na unidade de produção, de toda terapêutica utilizada nos animais, constando, no mínimo, as seguintes informações: I - data de aplicação; II - período de tratamento; III - identificação do animal; e IV - princípio ativo do produto utilizado (PENTEADO, 2013).

Nos casos onde a vida ou o bem-estar dos animais esteja em risco na unidade de produção em conversão e houver necessidade de deslocamento dos animais para outra propriedade, o OAC ou a OCS deverão ser consultados (BRASIL, 2021)

5.8.1 - Vacinas

Todas as vacinas e exames determinados pela legislação de sanidade animal serão obrigatórios. Ressalta-se que o uso de pro-

dutos provenientes de organismos geneticamente modificados só será permitido para as vacinas obrigatórias (BRASIL, 2014 e BRASIL 2021).

5.8.2 - Homeopatia

O emprego da homeopatia na bovinocultura é recomendada na pecuaria de base agroecológica. Os princípios e as leis da homeopatia veterinária são os mesmos da homeopatia humana: sua colocação em prática salva algumas especificidades, é igualmente idêntica. Prescreve-se um medicamento homeopático a um animal doente em função de suas características e sintomas individuais (PIRES, 2002). A mesma autora relata que é necessário o bom conhecimento do animal ou pelo dono ou por quem lida direto com ele. Só eles têm condições de escrever em detalhes o animal, suas atitudes usuais e não usuais, reconstruir sua história e, assim, trazer informações indispensáveis à escolha do medicamento adequado. Na Tabela 2 são apresentados os principais medicamentos usando pela homeopatia veterinária segundo Lignon; Bottecchia (2005).

Tabela 2 - Principais medicamentos homeopáticos empregados na bovinocultura em base agroecológica

Medicamento	Indicação
Aconitum napellus – C6	Febres agudas, dores e inflamações
Arnica montana – C30	Traumas, pancadas
Apis melifica – C6	Picadas de abelha
Belladona – C30	Intoxicações e febres
Bryoni alba – C6	Mobilidade
Hypericum – C30	Nervos e lesões espinhais
Hepar sulphur – C6 ou C30	Infeções piogênicas e abcessos
Ledum palustre – C30	Cicatrizante de perfurações
Ruta graveoluens – C6	Danos osseos e de cartilagens

Medicamento	Indicação
Rhus toxicodendros – C6	Entorses em nervos e tendões
Sépia – C30	Tonificante do aparelho reprodutivo
Silicea – C30	Tecidos, sistema esquelético

Fonte: Adaptado de Lignon e Bottecchia (2005).

5.8.3 - Fitoterapia

A flora brasileira é muito diversificada, e novas espécies medicinais em potencial, deverão ser submetidas a estudos aprofundados para garantir medicamentos com qualidade, segurança e eficácia. As plantas medicinais têm o seu valor reconhecido neste público a administração de algumas espécies de plantas de uso medicinal pode se tornar um risco aos animais, uma vez que, muitas plantas utilizadas na medicina popular possuem substâncias potencialmente tóxicas (BATISTA *et al.* 2017).

Com uma das maiores biodiversidades do mundo, tornando o país uma fonte para pesquisa de plantas com ação farmacológica (antibiótica, cicatrizante, antiparasitária etc.), devido à presença de fitocomplexos, os denominados princípios ativos (PA's) dos quais citamos as cumarinas, flavonoides, taninos, alcaloides, glicosídeos etc. (BOELTER 2010). A fitoterapia também é empregada na pecuária na agricultura familiar. Campos e Itaya (2017) fizeram uma revisão sobre o assunto (Tabela 3).

Para o controle sanitário estratégico, Soares *et al.* (2013) relatam resultados de pesquisa e experiências exitosas de produtores com a utilização de produtos homeopáticos e fitoterápicos que controlam os ecto e endoparasitas e a sua combinação com o uso estratégico de pastagens em sistemas rotativos. Pela sustentabilidade de vários sistemas com o uso integrado destas tecnologias avaliadas acreditamos que é possível produzir um sistema agropecuário sustentável de base agroecológica sem nenhum uso

de produtos químicos e de insumos externos a propriedade, não utilizando agrotóxicos, transgênicos, nem biotecnologias que impactam o meio ambiente e oneram os custos de produção.

Relatos de Lignon e Bottecchia (2005) sobre a sanidade animal indicam que num sistema orgânico de criação a utilização de determinados recursos e medidas tendem a promover um equilíbrio. No entanto, outros fatores ou mesmo situações adversas de clima podem gerar desequilíbrio, proporcionando a ocorrência de doenças. Planejar a saúde animal e monitorar o rebanho são premissas importantes. Seguir a legislação sobre defesa sanitária animal também é fundamental.

Tabela 3 - Principais medicamentos fitoterápicos empregados na bovinocultura em base agroecológica

Nome científico e popular	**Parte usada**	**Ação farmacológica**	**Princípio ativo**	**Referência bibliográfica**
Allium sativum L.– Alho Bulbo	Bulbos	Vermífugo, analgésico etc.	Alicina, minerais, vitaminas etc.	Boelter 2010
Aloe vera - Babosa	Folhas	Cicatrizante, laxante, analgésica etc.	Aloína, colina, vitaminas etc.	Campos 2016.
Bidens pilosa L. Picão Preto	Planta toda	Cicatrizante, antiflamatorio	Taninos, limoneno, candimeno, timol	Lignon e Bottecchia (2005)
Calendula officinalis Calêndula	Folhas e Flores	Cicatrizante	Calendulina, licopina flavonoides	Lignon e Bottecchia (2005
Chenopodium ambrosioides L. – Erva de Santa Maria, Mentruz etc.	Planta toda	Antiparasitário (endo e ectoparasitas), cicatrizante, antiinflamatório etc.	Óleo essencial, ascaridol etc.	Monteiro *et al* 2012
Coronopus didymus – Mentruz etc.	Planta toda	Antibiótico, expectorante, diurético etc..	Óleos essenciais, compostos de enxofre, ferro etc.	Boelter 2010;
. *Solidalgo chilensis* – Arnica etc.	Planta toda	Cicatrizante etc.	Taninos, saponinas, quercetina, rutina, inulina	Campos 2016.

Nome científico e popular	Parte usada	Ação farmacológica	Princípio ativo	Referência bibliográfica
Stryphnodendrona dstríngens (Mart.) Coville – Barbatimão	Casca	Adstringente, antibacteriana, cicatrizante, antiparasitária, antidiarreica e antihemorrágica.	Flavonoides, mucilagem, corante vermelho.	Boelter 2010;
Tanacetum vulgare Catinga de mulata	Folhas	Ecto e endoparasitas	Taninos, flavonoides Tanacetona	Lignon e Bottecchia (2005

Fonte: Adaptado de Campos e Itaya (2017).

5.8.4 - Acupuntura

A acupuntura é um sistema muito antigo de equilibrar o fluxo de energia em nosso corpo e nutrir a capacidade de maximizar nossa energia existente. Esta terapia foi desenvolvida na China há milhares de anos (LANKENAU, 2016*)*.

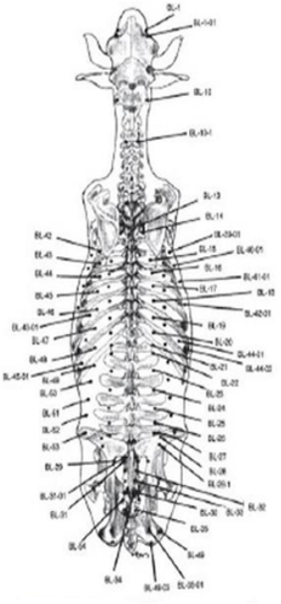
A técnica, de acordo com Foganholli *et al.* (2013), pode ser definida como uma técnica de tratamento com inserção de agulhas em pontos exatamente pré-estabelecidos sobre o corpo do indivíduo ou do animal a curar, para produzir uma reação fisiológica específica com o intuito de equilibrar o organismo. Os locais ou regiões anatômicas onde se realizam as punções com agulhas são conhecidos como “pontos de acupuntura” ou “acupontos”.

Os pontos de acupuntura são microzonas cutâneas de mais ou menos 10 mm^2 de superfície que são localizados: por referência a cartografias estabelecidas pela tradição e controladas progressivamente por experimentação estatística e pela detecção com aparelhos eletrônicos especializados, do ponto da acupuntura, tendo a particularidade, em relação às regiões circunvizinhas, de apresentar uma nítida diminuição de resistência à passagem de uma corrente (RUBIN, 1983, FOGANHOLLI *et al* 2013).

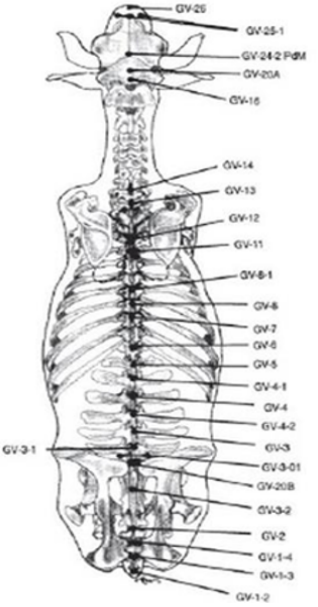
A medicina veterinária estabelece 32 pontos simples e 40 bilaterais (Figura 5), pontos estes selecionados e possíveis de usar em qualquer espécie de animal. Cada ponto de acupuntura tem uma ou varias funções quando é estimulado; sobre combinar com um outro ponto, os resultados produzidos podem modificar a ação do órgão a tratar. Entretanto a estimulação errada dos acupontos pode provocar o agravamento dos sinais clínicos, com duração aproximada de 48 horas, principalmente quando se utilizam tratamentos fortemente estimulantes. Às vezes a escolha equivocada dos acupontos, pode promover apenas uma resposta parcial, o que é observado frequentemente quando pontos próximos ao local da lesão são estimulados, havendo, portanto uma melhora parcial nos sintomas. Associa-se frequentemente a acupuntura, o tratamento com a fitoterapia chinesa, que por sua vez, potencializa o efeito terapêutico, diminui o tempo de recuperação do animal acometido e se torna indispensável nos casos das patologias crônicas.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 5 - Acupontos nos bovinos empregados na técnica da acupuntura



Ex: Rn=Pontos de acupuntura em cada osso da costela incluindo cabeça



Ex: GVn (26) = Pontos de acupuntura na coluna vertebral incluindo a cabeça.

Fonte: Modificado de Rubin (1983).

Os chineses explicaram esse equilíbrio dentro do corpo como a relação entre Yin e Yang. Estes são dois opostos polares. Yin refere-se às substâncias dentro do corpo, como sangue e fluidos; enquanto Yang se refere aos processos metabólicos dentro do corpo, como a capacidade de produzir energia para a atividade ruminal. É a interação desses dois fenômenos corporais que lhe permite produzir Qi ou energia a partir dos alimentos que ela come e do oxigênio que respira (LANKENAU, 2016*)*. A energia vital ou Qi circula, ininterruptamente, nos meridianos, durante 24 h. Desequilibrios entre as polaridades Yin e Yang, ou uma alteração do fluxo através dos meridianos per-

mitem o início dos processos patológicos e seu prosseguimento (LIGNON; BOTTECCHIA, 2005). O restabelecimento do fluxo é feito por meio de estimulação desses pontos, ou pela combinação deles com base nas normas e princípios da medicina tradicional chinesa.

Ter um amplo entendimento sobre os pontos de acupuntura, meridianos e suas correlações com os sintomas a serem tratados é de suma importância para que o melhor resultado terapêutico seja alcançado. Uma vez feito o diagnóstico, deve-se levar em conta as vantagens e desvantagens das propostas terapêuticas que devem ser tomadas, incluindo cirurgias, terapia clínica, nutricional e a própria acupuntura (Foganholli *et al.* 2013). Cursos de acupuntura veterinária têm sido disponibilizados em várias instituições de ensino e pesquisa do Brasil.

5.8.5 - Situações especiais

No caso de doenças ou ferimentos em que o uso das substâncias e produtos autorizados na legislação não esteja surtindo efeito e o animal esteja em sofrimento ou risco de morte, excepcionalmente poderão ser utilizados produtos não autorizados. Quando se fizer uso de produtos não autorizados neste Regulamento Técnico, o período de carência a ser respeitado para que os produtos e subprodutos dos animais tratados possam voltar a ter o reconhecimento como orgânicos deverá ser duas vezes o período de carência estipulado na bula do produto e, em qualquer caso, ser no mínimo de 96 (noventa e seis) horas. A utilização de produtos não autorizados neste Regulamento Técnico deverá ser informada ao OAC ou OCS, no prazo estabelecido por eles, que avaliarão a pertinência de sua excepcionalidade e justificativa. Cada animal só poderá ser tratado com medicamentos não autorizados neste Regulamento Técnico, no máximo, por duas vezes no período de 12 (doze) meses. Se houver necessida-

de de se efetuar um número maior de tratamentos, o animal deverá ser retirado da certificação orgânica. Durante o tratamento e no período de carência, o animal deverá ser identificado e alojado em ambiente isolado do contato com os outros animais, sendo que ele, seus produtos, subprodutos e dejetos não poderão ser vendidos ou utilizados como orgânicos (BRASIL, 2021).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pecuária orgânica é um fenômeno em expansão e o mercado já está observando esta tendência. Essa produção é baseada em três pilares essenciais para o futuro: respeito ao meio-ambiente, responsabilidade social e sustentabilidade econômica.

Embora os custos sejam mais elevados que a pecuária tradicional, é possível verificar vantagens dessa produção, principalmente no que diz respeito ao crescimento da agricultura orgânica como um todo e do mercado consumidor, que a cada ano procura por produtos mais saudáveis e que atendam às suas expectativas em relação à segurança alimentar e ao bem-estar animal. A pecuária orgânica e de base agroecológica na agricultura familiar pode melhorar a qualidade de vida e melhorar a renda de agricultores familiares em diferentes territórios do Brasil. Outro ponto importante é acompanhar as alterações na legislação vigente. Ela é dinâmica e buscar melhor ajustar os sistemas de produção agroecológica e orgânica.

Referências bibliográficas

ANDRIOLI, A. I. E FUCHS R. **Transgênicos:** As sementes do Mal. A silenciosa contaminação do solo e alimentos. Expressão popular. 2, São Paulo. (2012) 288 p.

BATISTA, F. T LACERDA, G.D SILVA, J.R.S RODRIGUES, L. P. T. FEITOSA. T.P. MUSTAFA, V. S. O uso de plantas medicinais na medicina veterinária

– riscos e benefícios **Revista Científica do Curso de Medicina Veterinária** – FACIPLAC Brasília - DF, v. 4, n. 2, nov. 2017

BERTON, C. T.; RICHTER. E. M. **Referências agroecológicas pastoreio racional voisin** (PRV). CENTRO PARANAENSE DE REFERÊNCIA EM AGROECOLOGIA – CPRA. 2011. 25p.

BOELTER R. **Plantas Medicinais usadas na Medicina Veterinária:** Clínica, Campo, Manipulação e Pesquisa. 2. ed. São Paulo/SP: Andrei, 2010.

BRASIL. 2008. **Instrução Normativa nº64/2008**. Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=19345. Acesso em: 18 Abr 2020.

BRASIL.2011 **Instrução Normativa nº46/2011.** Disponível em: https://docs.google.com/document/d/1o8XBLL7I_1zvCafSAhiQzHs37y8ZEyR84oGcp oqOJmg/edit?hl=pt_BR&pli=1. Acesso em: 18 Abr 2020.

BRASIL. 2014 **Instrução Normativa nº17/2014** Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/instrucao-normativa-no-17-de-18-de-junho-de-2014.pdf/view. Acesso em: 20 abr 2020.

BRASIL, 2021. **PORTARIA Nº 52, DE 15 DE MARÇO DE 2021**. Disponível em: https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-52-de-15-de-marco-de-2021-310003720. Acesso em 30 de março de 2021.

CAMPOS, M. M. R. E ITAYA, N.M ESTUDOS DAS PLANTAS MEDICINAIS UTILIZADAS EM ETNOVETERINÁRIA. **Anais** do o Simpósio de Saúde Ambienta. 2016.

CARVALHO, M. M; XAVIER, D. F. Sistemas silvipastoris para a recuperação e desenvolvimento de pastagens. *In*: Aquino, A.M. & Assis, R. L. **Agroecologia Principios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Embrapa. Informações tecnológicas. 2005. 517p.

IR PARA SUMÁRIO ▲

CENCI, A. Sanidade animal de rebanhos leiteiros em propriedades de agricultura familiar localizadas em territórios da cidadania do Rio Grande do Sul. SILVA, H.B.C DA & CANAVESI, F DE C. **Conhecimento, Tecnologia e inovação para o fortalecimento da agricultura familiar.** Brasília. Ministério do desenvolvimento agrário. 2014. 267p.

CERVA, C. Identificação de pontos de contaminação do leites, com vista à elaboração de procedimentos padrão de higiene para propriedades de agricultura familiar localizadas nos territórios da cidadania do Rio Grande do Sul. SILVA, H. B.C DA & CANAVESI, F DE C**. Conhecimento, Tecnologia e inovação para o fortalecimento da agricultura familiar**. Brasília. Ministério do desenvolvimento agrário. 267p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Indicadores da Agropecuária/2020.** Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/precos/revista-indicadores-da-agropecuaria. Acesso em: 22. mar. 2020.

COSTA, M.B.B da **Agroecologia no Brasil – Historia, princípios e práticas. Expressão população.** 2017 141p.

DAROLT, M.R. Sistema de Plantio Direto em agricultura orgânica**. Revista Plantio Direto**. n. 70, jul./ago. 2002. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora: p. 28-30

FAO e IDF (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS e INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION). **Guia de boas práticas na pecuária de leite. Produção e Saúde Animal Diretrizes.** 8. Roma. 2013. 2ª Edição. 41p.

FOGANHOLLI, J. N.; RODRIGUES, R. V.; PROCÓPIO, V. A. A Utilização da Acupuntura no Tratamento de Patologias na Medicina Veterinária. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária,** n. 7, p. 23--29. 2006

FREITAS, .A. F. de; DIAS, M. M.; FREITAS, A. F. de. O Programa Nacional de Desenvolvimento Sustentável de Territórios Rurais: A introdução de Territorialidades à ação pública. **Perspectivas em Políticas Públicas**. v. 3, n. 6, p. 27-58, jul./dez 2010, Belo Horizonte.

FUNES, F. M., HERNÁNDEZ, A. BELLO, R; ÁLVAREZ, A. Conservando a fertilidade do solo em sistemas biointensivos. **Agriculturas**, v. 5, p. 30-34. 2008.

GOMES, J. C. C. Bases epistemológicas da agroecologia. *In*: AQUINO, A. M E ASSIS, R. L. **Agroecologia, Principios e técnicas para uma agricultura sustentáve**l. Embrapa. 2005. 517 p.

GUSMÁN, E. S. Agroecologia e Desenvolvimento rural sustentável. *In*: AQUINO, A. M E ASSIS, R. L. **Agroecologia, Principios e técnicas para uma agricultura sustentável**. Embrapa. 2005. 517 p.

LANKENAU, C. **Acupuntura na vaca leiteira**. NODPA. 2016 3p. Disponível em: https://nodpa.com/n/76/Acupuncture-in-the-Dairy-Cow. Acesso em: 23 fev. 2020

LEMOS, P. F. B. de A. Inseminação artificial em bovinos para fortalecimento da agricultura familiar. *In*: SILVA, H.B.C DA & CANAVESI, F DE C. **Conhecimento, Tecnologia e inovação para o fortalecimento da agricultura familiar**. Brasília. Ministério do desenvolvimento agrário. 2014. 267 p.

LERGER, J. P. **Pequeno guia de acupuntura**. São Paulo: Andrei, 1977. 61p.

LIGNON, G. B. E BOTTECCHIA, R. J Criação de animais sob influência de um sistema integrado de produção agroecológica. *In*: Aquino, A. M. de e Assis, R.l. **Agroecologia – Principios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. EMBRAPA.Brasil. 2005. 517 p,

MACHADO, L. C P**. Pastoreio Racional Voisin: tecnologia agroecológica para o terceiro milênio.** São Paulo: Expressão Popular, 2. ed., 2010. 376 p.

MANÇO, C. **Pecuária orgânica leiteira**. Rio de Janeiro: Sociedade Nacional de Agricultura, 2017. 34p

MORENO, G; LINHARES, L. M. CALISTO, M. O. LOPES, M. F. **Impactos do Coronavírus na Agropecuária do Mato Grosso do Sul.** Conab/Sureg-MS 2020. p.1-6

PENTEADO, S. R. **Criação animal Orgânica – Normas e Regulamentos para uma produção ecológica.** 2. ed. 2010. Editora Livros via Orgânica. São Paulo-SP. 184 p.

PIRES, M. A. F. **Homeopatia para animais.** Comunicado tecnico 47 ISSN 1678-3123 Juiz de Fora, MG Dezembro, 2005. p. 1-4.

RUBIN, M. **Manual de Acupuntura Veterinária**. São Paulo: Andrei, 1983. 159 p

SILVA, H.B.C DA & CANAVESI, F. de C.. **Conhecimento, Tecnologia e inovação para o fortalecimento da agricultura familiar.** Brasília. Ministério do desenvolvimento agrário. 267p.

SIXEL, B.T. **Biodinâmica e Agricultura**. Associação Biodinâmica. 256p.

SOARES, J.P.G NEVES, D.L CARVALHO, J. M **Produção de carne bovina em sistema orgânico desafios e tecnologias para um mercado em expansão**. *In*: BOVINOCULTURA DE CORTE DESAFIOS E TECNOLOGIAS. Embrapa Cerrados, 2013. P1-25

SOUZA, E. D.; PAULINO, H. B,; PACHECO, L. P. ZANIN, S. F. P. Atributos de solo e ciclagem de nutrientes em sistemas integrados de produção agropecuária. *In*: MOREIRA, F. M, de S. & KASUVYA, M. C. M **Fertilidade e Biologia do solo – Integração e tecnologia para todos. Sociedade Brasileira de ciência do solo**. 2016. 592 p.

ZACHARIAS, F. Desenvolvimento e validação de um modelo de produção orgânica de leite, para agricultura familiar, em bases agroecológicas, resguardando a biodiversidade local. *In*: SILVA, H.B.C DA & CANAVESI, F. de C.. **Conhecimento, Tecnologia e inovação para o fortalecimento da agricultura familiar.** Brasília. Ministério do desenvolvimento agrário. 267p.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Capítulo 20

SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA

Itamar Pereira de Oliveira[1], Kátia Aparecida de Pinho Costa[2], Eduardo da Costa Severiano[3], João Victor Campos Pinho Costa[4], Lourival Vilela[5], Mariana Borges de Castro Dias[6], Nariane Coelho de Oliveira[7], Stella Mendes Pio de Oliveira[8], João Antônio Gonçalves e Silva[9]

Resumo: Com a demanda por alimentos para uma população cada vez maior, tornou-se necessário sistemas agropecuários com alta produtividade. No entanto os recursos naturais como solo muitas vezes não são usados de maneira adequada, contribuindo para sua degradação. Diante disso, houve demanda por tecnologias que viabilizassem os sistemas agrícolas, sendo o sistema de integração lavoura-pecuária uma delas, promovendo o plantio de culturas e criação de animais em uma mesma área e aproveitando todos os benefícios que este sinergismo proporciona aos componentes. Em decorrência da importância dos sistemas integrados, este capítulo aborda os

1 Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão.

2 Professores dos Programas de Pós-Graduação em Ciências Agrária/Agronomia - Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Bolsistas do CNPq.

3 Professores dos Programas de Pós-Graduação em Ciências Agrária/Agronomia - Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Bolsistas do CNPq.

4 Doutorandos do Instituto Federal de Goiás.

5 Pesquisador da Embrapa Cerrados.

6 Doutorandos do Instituto Federal de Goiás.

7 Doutorandos do Instituto Federal de Goiás.

8 Discentes dos Programas de Pós-Graduação em Ciências Agrária/Agronomia e Zootecnia - Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde.

9 Pós doutorando da Universidade Federal de Goiás.

IR PARA SUMÁRIO

sistemas já consolidados e resultados de pesquisas, gerando mais informações para adoção dessa tecnologia. Diante disso, é possível verificar que os sistemas de integração lavoura-pecuária promovem a diversificação da área e constitui ferramenta importante de forma que as atividades se complementam entre solo, plantas e animais, possibilitando maior rentabilidade nas diferentes fases do sistema. Além dos benefícios financeiros, o sinergismo entre as variáveis ocasiona vantagens, com maior conservação do solo viabilizando a sustentabilidade do sistema agrícola.

Palavras-chave: Biomassa, produtividade, sistemas integrados, sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A demanda crescente por alimentos, em contraposição à necessidade de redução de desmatamento e mitigação da emissão de gases de efeito estufa, requer soluções que permitam incentivar o desenvolvimento socioeconômico, sem comprometer a sustentabilidade dos recursos naturais. A intensificação do uso da terra em áreas agrícolas e o aumento da eficiência dos sistemas de produção podem contribuir para harmonizar esses interesses (VILELA *et al*., 2011).

Enfrentamos desafios cada vez maiores para produzir alimentos de forma compatível com a disponibilidade de recursos naturais (Balbino *et al*., 2019). Desta forma, o monocultivo bem como o manejo inadequado do solo na agricultura, como o uso excessivo de grade, são práticas que tem causado redução do estoque de carbono, gerando degradação do solo e dos recursos naturais, ocasionando queda na produtividade da cultura. Assim, uma das melhores opções para potencializar a produtividade de grãos, a pecuária e a recuperação de pastagens de-

gradadas, é através dos sistemas de integração lavoura-pecuária (VILELA *et al*., 2012).

Esse sistema pode ser definido como integrar duas atividades distintas com objetivos de maximizar racionalmente o uso da terra em regiões tropicais (ADEGAS *et al*., 2011). O sistema consiste na exploração de atividades agrícolas e pecuárias, de forma integrada, em rotação ou sucessão e consorciação na mesma área e em épocas diferentes, aumentando a eficiência no uso dos recursos naturais, com menor impacto sobre o meio-ambiente, uma vez que os processos de degradação são controlados por meio de práticas conservacionistas (GONTIJO NETO *et al*., 2018).

A prática da integração lavoura-pecuária também é destaque no sistema de plantio direto, sendo considerada uma das melhores alternativas para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas tropicais, gerando maiores receitas para os agricultores. Tais aumentos são resultado da diversidade da produção, melhores condições de crescimento com ênfase no ciclo de nutrientes, melhor qualidade física do solo e menor incidência de ervas daninhas e menor utilização dos herbicidas (CALONEGO *et al*., 2011; CRUSCIOL *et al*., 2011; QUINTINO *et al*., 2016).

Além de todos os benefícios já citados, as áreas destinadas para os sistemas integrados apresentam grande contribuição na mitigação dos impactos ambientais. Uma vez que, mundialmente a produção animal é alvo de críticas, sendo questionado pela contribuição dos ruminantes para a emissão de metano para a atmosfera em pastagens degradadas. Assim, no sistema de integração, a emissão inevitável de gases pelos ruminantes é compensada pelo sequestro de carbono que ocorre no sistema (SOUSSANA *et al*., 2010).

Para tanto, antes da tomada de decisão para a adoção do sistema, o produtor rural precisa ter ciência da importância da adoção dessa tecnologia, quais os componentes e espécies utilizar, definindo desde o início os objetivos da implantação do sistema (ASAI *et al*., 2018). Por exemplo, recuperação de áreas degradadas, melhorar a fertilidade dos solos ou as condições dos pastos, diversificar o sistema de produção, produzir silagem, ter a pecuária como alternativa para entressafra, aumentar a oferta de forragem no período seco ou produzir cobertura vegetal para o sistema de plantio direto (BELL *et al*., 2014).

Sendo assim, em decorrência da importância dos sistemas de integração lavoura-pecuária, este capítulo aborda os sistemas já consolidados e resultados de pesquisas, gerando mais informações para adoção dessa tecnologia.

2. Sistemas de integração lavoura-pecuária

No Brasil, os sistemas de integração lavoura-pecuária são instalados de acordo com o perfil e os objetivos específicos de cada produtor. As diferenças nos sistemas são atribuídas às peculiaridades regionais e da propriedade, como condições de clima e de solo, infraestrutura, experiência do produtor e tecnologia disponível (VILELA *et al*., 2011).

Existem três modalidades de integração que podemos destacar: fazendas de pecuária, em que culturas de grãos, arroz, soja, milho, sorgo e milheto, são introduzidas em áreas de pastagens para recuperar a produtividade dos pastos; fazendas especializadas em lavouras de grãos, que utilizam gramíneas forrageiras para melhorar a cobertura de solo em sistema plantio direto, e, na entressafra, para uso da forragem para alimentação de bovinos e fazendas que sistematicamente, adotam a rotação de

pasto e lavoura para intensificar o uso da terra e se beneficiar do sinergismo entre as duas atividades (Vilela *et al*., 2011).

Nesse sentido, a mais de 27 anos, a Embrapa tem intensificado o desenvolvimento e a transferência de tecnologias com os sistemas de integração lavoura-pecuária.

2.1 Sistema Barreirão

Em 1983 iniciou-se o aperfeiçoamento de algumas técnicas já utilizadas por produtores rurais do Estado de Goiás, e a partir disso, foi iniciada a recuperação de pastagens degradadas na Fazenda Barreirão, localizada no município de Piracanjuba-GO. Ao conjunto das técnicas empregadas no processo de recuperação o Sistema Barreirão, foi lançado em 1991 pela Embrapa Arroz e Feijão (OLIVEIRA *et al*., 1996).

As práticas que compõem o sistema, no entanto, fundamentam-se na possibilidade de redução de riscos climáticos inerentes à cultura, que no início centrava-se no arroz, e na correção, pelo menos parcial, das limitações físico-químicas do solo. O maior benefício do sistema foi em um primeiro momento o de incentivar os produtores para a necessidade de se recuperar/renovar pastagens degradadas e posteriormente para as vantagens da integração lavoura-pecuária (COBUCCI *et al*., 2007).

O Sistema Barreirão é constituído por um conjunto de práticas, como técnicas adequadas de preparo de solo, plantio de precisão e utilização de insumos, que possibilitam a recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais e proporciona a expansão das potencialidades da área para o cultivo do arroz de sequeiro. Outras culturas, também, foram inseridas no sistema para suprir as necessidades do pecuarista, que visa diversificar suas atividades ou fazer o aproveitamento de outros grãos ou forragem na própria propriedade.

Consorcia-se arroz de Terras Altas, o milho, o sorgo e o milheto com forrageiras como *Andropogon gayanus* e *Panicum* sp. e/ou com leguminosas forrageiras, como *Stylosanthes* sp., *Calopogonio mucunoides* e *Arachis pintoe* (OLIVEIRA *et al*., 1996).

Este sistema é utilizado em áreas com necessidades de descompactação e correção dos solos, utilizando, portanto, o preparo do solo no sistema convencional (Figura 1). É caracterizado pela correção dos solos no período seco do ano (julho a setembro) e o preparo do solo com grade aradora. Em seguida é realizada uma aração profunda com arado de aivecas (30 a 35 cm) no início das chuvas, entre outubro e novembro. Objetivando a correção e descompactação do solo, controle de ervas daninhas e incorporação de resíduos (GONÇALVES; FRANCHINI, 2007).

Figura 1 - Imagens do Sistema Barreirão

Fonte: Oliveira *et al*. (1996).

2.2 *Sistema Santa Fé*

Após 10 anos do sistema Barreirão, foram aperfeiçoadas as pesquisas para o Sistema Santa Fé, que foi lançado em 2001. Este sistema se fundamenta na produção consorciada de culturas de grãos, especialmente o milho (*Zea mays* L.), o sorgo (*Sorghum* spp.), o milheto (*Pennisetum americanum* L.) e a soja (*Glycine max* L.), com forrageiras tropicais, principalmente do

gênero *Brachiaria*, em áreas de lavoura com solo parcial ou totalmente corrigido; tem como objetivo produzir forragem para a entressafra, palha em quantidade e qualidade para o sistema de plantio direto e plantio convencional. Este sistema apresenta grandes vantagens, pois não altera o cronograma de atividades do produtor, é de baixo custo e não exige equipamentos especiais para sua implantação (KLUTHCOUSKI *et al*., 2000).

O Sistema Santa Fé (Figura 2) se constitui no primórdio daquilo que em alguns anos poderá ser chamado de a maior revolução agrícola de todos os tempos na região tropical, uma vez que, a partir deste sistema, materializou-se a integração lavoura-pecuária. Com isso, cientistas e produtores rurais passaram a acreditar que poderia haver uma grande mudança nos sistemas de produção dos trópicos. Assim, a braquiária passou a ser vista, também, como um componente da rotação de culturas, em especial, no sistema de rotação lavoura pastagem, que teve suas primeiras experiências no Estado de Mato Grosso do Sul (BROCH *et al*., 1997).

Na implantação do sistema, depois do preparo do solo ou dessecação, realiza-se a semeadura simultânea da cultura anual com a forrageira. As sementes das forrageiras são também misturadas com adubo e semeadas a uma profundidade maior ou pode optar pela semeadura defasada da forrageira, com aproximadamente 20 a 30 dias depois da emergência da cultura anual (KLUTHCOUSKI *et al*., 2000).

Após a colheita da cultura anual, deve-se fazer pastejo rápido de formação para estimular o perfilhamento da forrageira. Depois da saída dos animais, a área deve ser vedada por período suficiente para a rebrota e crescimento até a fase do pastejo definitivo. Por fim, após o período seco, a pastagem fica em descanso e no início das chuvas, dessecada, dando início ao novo ci-

clo de consórcio, em sistema de plantio direto ou convencional. O ganho de peso dos animais na entressafra (estação da seca) com este sistema, em comparação com os sistemas tradicionais em que os animais perdem peso, é muito grande, devido à quantidade de alimento produzido, em se tratando de solos férteis (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003).

Figura 2 - Imagens do Sistema Santa Fé

Fonte: Kluthcouski *et al.* (2000).

2.3. Sistema Santa Brígida

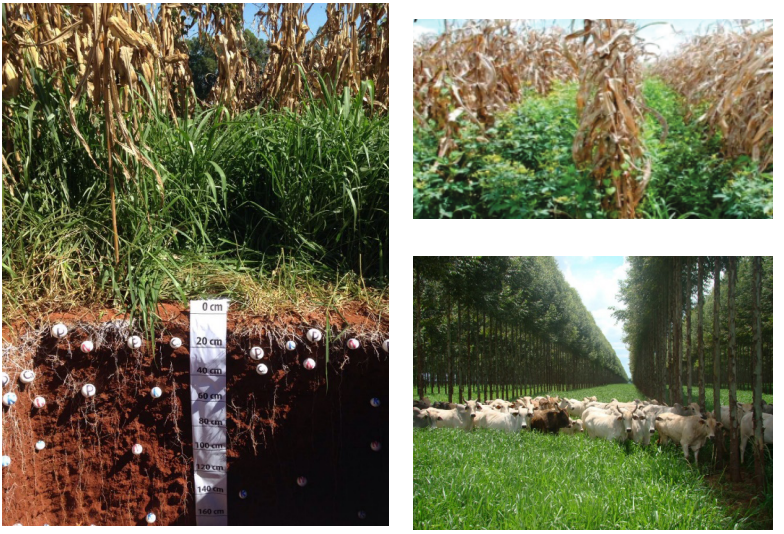
O Sistema Santa Brígida (Figura 3), foi lançado em 2010, em homenagem à Fazenda Santa Brígida, em Ipameri-GO, em parceria com a empresa de máquinas e implementos agrícolas John Deere e a Embrapa Arroz e Feijão, com propósito de validar e transferir tecnologias relacionadas à integração lavoura-pecuária.

Esse sistema visa incorporar mais um componente benéfico no sistema, que são as leguminosas consorciadas, principalmente, com milho e braquiária. Segundo OLIVEIRA *et al*. (2010), essa associação tem como propósito o aumento do aporte de nitrogênio ao solo, via fixação biológica do nitrogênio atmosférico. A cultura subsequente pode se beneficiar do nitrogênio proveniente das leguminosas (guandu-anão e crotalária), permitindo a redução no fornecimento de nitrogênio mineral. Portanto, tem-se como premissa que o consórcio de leguminosas com outras espécies resultará na prática, em agricultura de custo mais barato e menos poluidora do ambiente. Ainda, pode-se citar como vantagens desse sistema a melhoria na qualidade das pastagens e a diversificação da biomassa para o sistema plantio direto (OLIVEIRA *et al*., 2013).

O Sistema Santa Brígida representa, ainda, uma alternativa para o produtor com a utilização da integração lavoura-pecuária-floresta, que consiste em uma das metas do Programa de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Programa ABC), lançado pelo governo Federal, em 2010, por meio do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 3 - Imagens do Sistema Brígida



Fonte: Próprios autores.

2.4 Sistema São Mateus

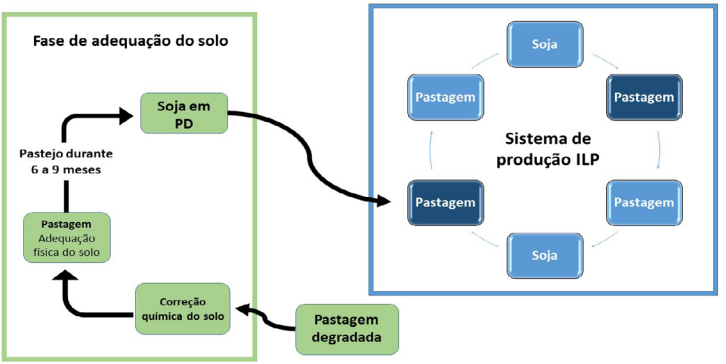
O Sistema São Mateus (Figura 4), lançado em 2013, visa à produção sustentável em solos arenosos, através da introdução de pasto com braquiária, no período de outono-inverno. Todas as operações e procedimentos, denominados no sistema, foram comparados aos sistemas tradicionais de lavoura e pecuária, e em seguida validados durante cinco anos na Fazenda São Mateus, localizada no Município de Selvíria-MS (SALTON *et al*., 2013).

O Sistema é um modelo de integração lavoura-pecuária indicado para a região do Bolsão Sul-Mato-Grossense, tendo como base a utilização da integração com a antecipação da correção química e física do solo e do cultivo de soja em plantio direto para amortizar os custos da recuperação da pastagem. Tal sistema de produção, proporciona a diversificação das atividades

(Figura 4), diluindo os riscos de frustrações e ampliando a rentabilidade e a margem de lucro da propriedade rural (SALTON *et al*., 2013).

Para implantação do sistema inicialmente, realizar o diagnóstico técnico da região e da propriedade rural, no qual são identificadas as limitações e aptidão de cada unidade de produção. Definida a área a ser explorada, estabelecer as providências necessárias relacionadas à adequação do terreno, aplicação e incorporação de corretivos e adubos, implantação das pastagens e lavouras, conforme a Figura 4.

Figura 4 - Esquema simplificado das principais etapas para implantação do Sistema São Mateus, partindo de uma pastagem degradada e concluindo com o estabelecimento de um sistema integrado de produção



Fonte: Adaptado de Salton *et al*. (2013)

No período do inverno e primavera, realizar a limpeza e adequação da área, correção das deficiências químicas do solo com a aplicação de calcário, gesso e adubos, incorporados ao solo na camada de 20 a 30 cm. No início do período chuvoso, implanta a pastagem temporária (*Brachiaria brizantha* cvs. Marandu, Piatã ou Xaraés - 4 a 6 kg ha^{-1} de sementes puras viáveis), com o objetivo de adequação física do solo pelo desenvolvimento das raízes

da forrageira; formação de palhada para o plantio direto da soja. Utiliza-se a pastagem por 6 a 9 meses, com início de pastejo aos 60 a 70 dias após a emergência até o mês de setembro. A produtividade de carne obtida nesse período poderá amortizar parcial ou totalmente os custos da adequação química e física do solo e adequada produção de biomassa para o plantio direto da soja. Logo após o início das chuvas (outubro) procede a dessecação da pastagem com herbicida e cerca de 20 dias após, efetua a semeadura da soja sobre a biomassa da pastagem dessecada. Após a colheita da soja, semear imediatamente a pastagem que será utilizada na produção pecuária nos próximos dois anos, retornando à soja no terceiro ano (SALTON *et al*., 2013).

2.5 *Sistema Santa Ana*

A Unoeste (Universidade do Oeste Paulista), lançou oficialmente, em 13 de março de 2015, durante seu 2º Dia de Campo sobre Produção Agropecuária, o sistema chamado "Santa Ana" (Figura 5). Desenvolvido em parceria com a Embrapa, o sistema se destina principalmente a pecuaristas que precisam reformar pastagens e, ao mesmo tempo, produzir silagem. O intuito é produzir o sistema de integração lavoura pecuária de baixo custo e risco, utilizando máquinas que o pecuarista já possui na propriedade (EMBRAPA CERRADOS, 2016).

O sistema é considerado simples e versátil, e permite a consorciação de capim com diversas culturas: milho, sorgo, milheto, girassol e guandu-anão, dentre outras para a produção de silagem e posteriormente tem-se a pastagem formada para os animais.

A produção de silagem de culturas anuais com forrageiras tropicais tem mostrado os benefícios da consorciação, por produzir silagem de melhor qualidade e aumento da massa ensilada

(PARIZ *et al*., 2017; COSTA *et al*., 2018; SOUZA *et al*., 2019; OLIVEIRA *et al*., 2020), reduzindo custo para o pecuarista.

Figura 5 - Imagens do Sistema Santa Ana

Fonte: próprios autores.

2.6 *Sistema São Francisco*

Validado em 2016 pela Embrapa Cerrados, em parceria com o Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, a Emater-GO e a Sementes Moeda em fazendas de Quirinópolis, o sistema São Francisco (Figura 6) consiste na sobressemeadura de forrageira do gênero *Panicum* de porte alto sobre lavoura de soja ou milho em final de ciclo (LOBATO, 2017; REVISTA DBO, 2017). Esse sistema tem como finalidade produção de forragem na entressafra, conhecido também como "boi safrinha" e posteriormente produ-

ção de biomassa para o sistema de plantio direto da soja (DIAS *el al*., 2020).

Vilela *et al*. (2015) relataram que os termos "boi safrinha" ou "pasto safrinha" referem-se ao uso da forragem produzida em consórcio no verão, com a finalidade de cobertura de solo para o sistema de plantio direto, para a alimentação de bovinos na estação da seca, em que é caracterizada por ser uma pastagem de curta duração num período em que, normalmente ocorre déficit de forragem. Com a janela de semeadura do milho é restrita, o consórcio com a soja por sobressemeadura ganhou importância em regiões tradicionais de pecuária (BORGHI *et al*., 2017).

A sobressemeadura de forrageiras na cultura anual pode diminuir os efeitos da competição entre as culturas. Sendo assim, o sistema São Francisco, oferece benefícios tanto para agricultores como para pecuaristas, entre eles a melhoria das propriedades químicas do solo, melhoria da qualidade de cobertura do solo para sistemas de plantio direto, redução da ocorrência de pragas e doenças, maior produtividade das plantas e dos animais e a redução de riscos financeiros pela diversificação das atividades (LOBATO, 2017).

IR PARA SUMÁRIO

Figura 6 - Imagens do Sistema São Francisco

Fonte: próprios autores.

2.7 *Sistema Gravataí*

O Sistema Gravataí surge como uma tecnologia disponível para integração lavoura pecuária, com produção animal e de forragem como principais atividades na segunda safra. Consiste no consórcio do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) com *Brachiaria*

ruziziensis e *Brachiaria brizantha* cvs. BRS Paiaguás e BRS Piatã (EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL, 2018).

O sistema tem como objetivo viabilizar o consórcio sustentável entre gramínea e leguminosa para formação de pastagens de safrinha ou para plantas de cobertura e adubação verde nos sistemas de plantio direto em solos de textura média e/ou argilosa do Cerrado brasileiro, produzindo forragem em grande quantidade com elevado teor de proteína bruta no período da seca para as condições do Cerrado. Além de contribuir para a construção do perfil do solo por meio da melhoria dos seus atributos físicos, químicos e microbiológicos, viabilizando cultivo precedente e responsivo para as culturas da soja e do arroz de terras altas no sistema de plantio direto (EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL, 2018).

A implantação do Sistema Gravataí (Figura 7), após a colheita da lavoura, pode ser feita, basicamente, de três formas: implantação do consórcio simultâneo, utilizando uma semeadora que contenha a terceira caixa de forrageira ou a mistura das sementes de braquiárias com o adubo, ou com a implantação do consórcio com duas operações consecutivas de semeaduras diretas em linha, onde, na primeira etapa semeia-se o feijão-caupi e na segunda semeia-se a braquiária, e por fim, pode ocorrer com a implantação do consórcio com duas operações, primeiro com a semeadura a lanço da braquiária e, logo em seguida, a semeadura na linha do feijão-caupi (EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL, 2018).

IR PARA SUMÁRIO

Figura 7 - Imagens do Sistema Gravataí

Fonte: Faria (2018).

3. Produção de grãos em sistemas integrados

Os sistemas integrados de produção são tecnologias que conciliam a manutenção e até mesmo a elevação da produção, com maior racionalidade dos insumos empregados, utilizando a mesma área. O consórcio de culturas anuais com forrageiras tropicais tem como objetivo a produção de palhada/biomassa para cobertura do solo e a produção de forragem na entressafra para alimentação de ruminantes. Uma das grandes vantagens do consórcio é a complementação da produção de ambas as espécies, sem, contudo, ocasionar diminuição do rendimento da cultura principal.

Entretanto, a forma de semeadura influencia muito no rendimento das culturas, que quando cultivadas simultaneamente

pode ocorrer competição por água, luz, nutrientes e espaço físico, prejudicando o desenvolvimento de alguma das culturas. A escolha entre as várias modalidades deste tipo de consórcio vai depender do objetivo que se pretende, da disponibilidade de máquinas para semeadura, do investimento em sementes e da época de implantação do consórcio.

Atualmente o milho é a cultura mais utilizada como segunda safra (safrinha) na região Centro-Oeste, sendo considerada como modelo para consórcio com as forrageiras tropicais. Sendo assim, várias pesquisas foram realizadas para comprovar o efeito da competição entre culturas em sistemas consorciados. Alvarenga *et al*. (2006) relataram que pesquisas envolvendo consórcio de milho com espécies de *Brachiaria* ocorreram redução média de 5% no rendimento de grãos em condições de consórcio. Entretanto, efeito positivo, foram relatados nos estudos de Almeida *et al*. (2017), Bottega *et al*. (2017), Almeida *et al*. (2018) e Guarnieri *et al*. (2019) que verificaram que o milho consorciado com forrageiras do gênero *Brachiaria* e *Panicum maximum,* não afetaram as características agronômicas, bem como a produtividade de grãos do milho, com potencial para aumentar a produção de biomassa como cobertura do solo para a próxima safra. A ausência de efeito negativo em sistemas consorciados também foi relatada por Silva *et al*. (2018), que concluíram que o uso do consórcio milho, braquiária e guandu não causou prejuízos à cultura do milho em relação aos seus componentes de produção.

Outras culturas anuais utilizadas na forma de consórcio em sistemas integrados na safrinha da região Centro Oeste são o sorgo, milheto e girassol, que se destacam por apresentar excelente opção para produção de grãos, forragem e silagem, em todas as

situações em que o déficit hídrico e as condições de baixa fertilidade dos solos oferecem maiores riscos para o cultivo do milho.

Avaliando o consórcio de sorgo granífero com cultivares de *Brachiaria brizantha* em dois sistemas de semeadura em condições de safrinha, Ribeiro *et al*. (2015) verificaram que o consórcio do sorgo com os capins marandu e piatã apresentou rendimentos de grãos semelhantes ao monocultivo do sorgo, mostrando que as forrageiras não ocasionaram redução no rendimento de grãos, como observado em outro trabalho de pesquisa com o consórcio na entrelinha de sorgo granífero com capim-marandu (SILVA *et al*., 2013). SANTOS (2017), também observaram ausência de significância no rendimento de grãos entre o monocultivo do sorgo e consorciado com capim-paiaguás na entrelinha e sobressemeadura, mostraram que essas formas de semeaduras, são vantajosas para produção de grãos.

Efeito positivo do consórcio também foram relatados para a cultura do girassol. Cruvinel *et al*. (2017) verificaram que o rendimento e a massa de 1000 aquênios do girassol foram semelhantes entre o monocultivo e o consórcio do girassol com os capins marandu e piatã. Santos *et al*. (2016) observaram que mesmo em condição de consórcio onde ocorreu maior competição por luz, água e nutriente, o girassol nos sistemas consorciados com capim-paiaguás na entrelinha e sobressemeadura não afetaram a produção de aquênio, teor e a produtividade do óleo (Tabela 1). Entretanto, houve redução no consórcio em linha, indicando que essa forma de semeadura, não é recomendada para o consórcio com o girassol. Diante disso, é importante ressaltar a importância na escolha da forma de semeadura em sistemas consorciados, que influencia na produção final do girassol.

IR PARA SUMÁRIO

Tabela 1 - Produção de aquênios, teor e produtividade de óleo do girassol em monocultivo e consorciado com capim-paiaguás sob diferentes sistemas forrageiros

Sistemas forrageiros	Produção aquênios (kg ha^{-1})	Teor de óleo (%)	Produçãode óleo (kg ha^{-1})
Girassol monocultivo	3825 a	60,44 a	2321 a
Girassol x capim-paiaguás na linha	2946 b	50,88 b	1707 b
Girassol x capim-paiaguás na entrelinha	3511 a	60,60 a	2129 ab
Girassol x capim-paiaguás na sobressemeadura	3556 a	56,69 ab	2016 ab

Fonte: Adaptado de Santos *et al*. (2017).

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As vantagens da inclusão das forrageiras em sistemas integrados, também foi avaliada para cultura da soja. Em estudo conduzido por Machado *et al*. (2017) avaliando a produção de grãos de soja e o estabelecimento de forrageiras perenes, em cultivo consorciado, verificaram que o capim-tamani foi o mais adequado para estabelecimento em consórcio com a soja, ao se considerar suas características morfológicas e seu baixo potencial de competição. Os autores também concluíram que consórcio de soja e forrageiras perenes contribui para supressão do crescimento de plantas daninhas e, de maneira geral, não compromete o rendimento da soja.

Baseados nos resultados de pesquisa apresentado acima, é notória a importância dos sistemas consorciados, para produção agrícola. Nos dias atuais, não justifica o cultivo solteiro das culturas anuais, devido cada vez mais, há uma preocupação mundial com o meio ambiente, para a sobrevivência do planeta,

produzir alimentos com sustentabilidade, visto que os sistemas consorciados favorecem essa prática.

4. Produção de forragem em sistemas integrados na entressafra para alimentação de ruminantes

As áreas de pastagens ocupam aproximadamente 20% do território nacional, constituindo a maior classe de uso e cobertura da terra no Brasil e possui o maior rebanho comercial bovino do mundo, com cerca de 213,5 milhões de cabeças (IBGE, 2019).

Como a maior parte do rebanho bovino brasileiro é alimentado a pasto, as áreas de pastagens são relevantes para a atividade pecuária do país. No entanto, a degradação das pastagens é um dos maiores problemas enfrentado pela pecuária brasileira. Segundo pesquisa de Lapig (2018), dos 180.890.097 ha de pastagens no Brasil, 63.745.727 ha apresentam sinais de degradação. Essa situação gera preocupação para os pecuaristas, porque as pastagens são a base da dieta do rebanho bovino, em decorrência ao baixo custo de produção, alto potencial produtivo e boa adaptação aos diferentes ecossistemas brasileiros (COSTA *et al*., 2010).

Com isso o sistema de integração lavoura-pecuária vem contribuindo para recuperação dessas áreas degradas e vem ganhando destaque no cenário brasileiro por ser procedimento viável e eficiente, como estratégia de recuperação e renovação de pastagens. Além disso as pastagens em sistemas integrados, apresentam características mais favoráveis que as pastagens convencionais para a nutrição de bovinos, com maior disponibilidade de forragem de qualidade, o que possibilita maior seleção pelos animais das partes mais nutritiva das plantas o que explica melhor qualidade do alimento ingerido.

O conhecimento do comportamento das espécies a serem implantadas nos sistemas integrados são de suma importância a

fim de evitar queda de produtividade nas culturas de grãos e na formação da pastagem, devido a competição por recursos de produção. As gramíneas forrageiras mais utilizadas nos sistemas de integração lavoura-pecuária são as do gênero *Brachiaria.* Entretanto, esta modalidade de cultivo possibilitou novas espécies forrageiras adaptadas ao consórcio, como os cultivares de *Panicum maximum,* que vem sendo muito utilizada com resultado positivo.

A sucessão de forrageiras (Figura 8) é uma estratégia para uso da pastagem na alimentação de bovinos no período da entressafra. Sendo assim, Muniz (2020) avaliando a sucessão de forrageiras do gênero *Brachiaria* e *Panicum*, após a colheita da soja e desempenho de bovinos em sistema de integração lavoura-pecuária (Figura 8), verificaram alta qualidade das forragens, com teores de proteína bruta para o capins tamani e paiaguás de 141,54 e 140,55; 124,17 e 117,60 e 99,52 e 103,63 para o primeiro, segundo e terceiro ciclo de pastejo, respectivamente, o que gerou resultados satisfatórios quanto ao ganho de peso médio diário e total. Os resultados mostraram que esse sistema foi eficiente para formação, recuperação e/ou renovação de pastagens em sucessão a soja, podendo ser alternativa de alimentação de qualidade fonercida na época da seca.

Resultados positivo de qualidade da forragem para ser ofertada na entressafra, também foram obtidos por Maia *et al*. (2014), que após a colheita do milho, verificaram teores médios de proteína bruta para as espécies de *Brachiaria* de 90,4 g kg^{-1} a 134,5 g kg^{-1} e Costa *et al*. (2016a) encontraram teores de proteína bruta após a colheita do milheto variando de 122,5 a 138,2 g kg^{-1} para o capim-paiaguás em diferentes sistemas forrageiras.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Figura 8 - Esquema do sistema de integração lavoura pecuária, com diversificação das atividades e maximizando o uso do solo

Fonte: Muniz (2020).

Um importante fator a ser considerado nos sistemas de integração lavoura-pecuária é a disponibilidade de forragem na época da seca, que influencia na taxa de lotação (unidade animal - UA ha^{-1}). Em condições normais das pastagens no Brasil a taxa de lotação é abaixo de 1 UA ha^{-1} (GLÉRIA *et al*., 2017). Já em sistemas integrados onde proporciona forragem de qualidade em plena estação da seca ou inverno, normalmente as taxas de lotação são as mesmas das estações de verão e primavera, que tem disponibilidade de forragem, sendo esse o grande diferencial na utilização desse sistema, quando o objetivo é a pecuária.

Esses benefícios pode ser comprovado nos estudos de Santos (2017), que avaliando a produção, qualidade do capim-paiaguás e desempenho de bovinos durante um ano, após o consórcio com sorgo na recuperação de pastagem, através da integração lavoura-pecuária, verificaram produção de massa seca de 4447 kg ha^{-1} e ganho médio diário de 0,358 g dia^{-1} na média dos sistemas forrageiras. Quintino *et al*. (2016) também verificaram efeito positivo do consórcio do sorgo com capim-piatã. Os autores relataram que não houve interferência no desenvolvimento e na morfogênese do capim, além de não prejudicar plantio direto da cultura subsequente. Com essa estratégia é possível antecipar

a entrada dos animais na área, devido à precocidade da cultura do sorgo além de garantir a produção de biomassa para o sistema de plantio direto da soja. Kichel *et al*. (2014) realizaram avaliação da pastagem com recria e engorda de bovinos após a integração e verificaram taxa de lotação média nos quatro anos de 3,3 UA ha^{-1} ano^{-1}, e a lotação máxima obtida no último ano foi de 4 UA ha^{-1} ano^{-1}.

Nesse sentido, os sistemas de integração lavoura-pecuária pode ser uma alternativa promissora para atender a demanda de forragem de qualidade no período da seca e posteriormente tem-se pasto formado de baixo custo, em relação as pastagens recuperadas de forma convencional. Adicionalmente, a utilização desse sistema integrado com a produção animal, além de proporcionar melhor desempenho dos animais, o solo permanece protegido pelas forrageiras durante o período de estiagem, sendo de grande relevância para a produtividade da cultura subsequente.

5. Produção de biomassa para sistema de plantio direto

Os métodos tradicionais utilizados pelos sistemas convencionais de plantio ao longo dos anos trouxeram grande prejuízo aos solos brasileiros, uma vez que esta forma de agricultura não se preocupava com a saúde do solo a longo prazo, tornando-se fator limitante a produção agrícola (SALOMÃO *et al*., 2020). Por isso, nos últimos anos a demanda por tecnologias e estratégias que minimizassem os danos ambientais e melhorasse a produção das culturas resultou em preocupação mundial.

Uma destas tecnologias é a produção de biomassa para o sistema de plantio direto, proporcionada pelo sistema de integração-lavoura-pecuária (CARVALHO *et al*., 2010). A biomassa produzida por culturas principalmente perenes, oferecem elevados estoques de matéria orgânica do solo, corroborando com a ci-

clagem de nutrientes, especialmente em relação ao nitrogênio e carbono, promovendo manutenção da água e contribuindo para melhoria das propriedades químicas, física e biológica do solo (RYSCHAWY *et al*., 2017).

Para que a sustentabilidade do sistema seja efetiva, a cobertura do solo através da biomassa deve ser adequada, devido principalmente a decomposição rápida dos resíduos, sendo importante manter o resíduo por mais tempo no solo, sobretudo no período de entressafra (COSTA *et al*., 2015). Por isso, a escolher correta da planta a ser utilizada para cobertura faz parte do sucesso do sistema, e as condições climáticas de cada região são ponto fundamental para alcançar este objetivo.

As plantas de cobertura, principalmente as gramíneas, de forma planejada no modelo de integração, atendem essas premissas por um período prolongado. Isso reforça a preocupação de produzir resíduos vegetais com decomposição mais lenta, para manter a cobertura do solo dentro do ciclo de desenvolvimento da soja (COSTA *et al*., 2015). Sendo assim, a escolha de plantas de cobertura, para suprir a biomassa necessária para a manutenção dos sistemas integrados, deve levar em consideração as condições climáticas da região.

Na região Centro-Oeste do Brasil, as estações inverno-verão são bastante distintas, caracterizadas por inverno com baixas precipitações pluviométricas e verão com altas temperaturas e incidências hídricas, dificultando a persistência da biomassa sobre a superfície do solo, pois temperaturas e umidades elevadas aceleram o processo de decomposição das estruturas vegetais (CASTRO *et al*., 2017).

A permanência do resíduo sobre o solo está diretamente ligada a velocidade de decomposição do conteúdo vegetal, este por sua vez depende da quantidade de lignina e relação C:N do

material. Valores ótimos desta relação encontram-se na faixa de 25 e 30 (CANTARELLA et al., 2007).

Atualmente as espécies do gênero *Brachiaria,* são muito utilizadas como cobertura do solo por apresentar alta produção de biomassa com elevada relação C:N, o que mantem a cobertura do solo por mais tempo (OLIVEIRA *et al*., 2019) e apresenta elevado potencial de acúmulo e liberação de nutrientes nas coberturas vegetais para as culturas sucessoras (FLÁVIO NETO *et al*., 2015; COSTA *et al*., 2016b; COSTA *et al*., 2017; OLIVEIRA *et al*., 2020). Além das *Brachiaria*, as gramíneas do gênero *Panicum maximum* e suas recentes cultivares também estão sendo utilizadas para o sistema com resultados promissores (MACHADO *et al*., 2017; SORATTO *et al*., 2019; MUNIZ, 2020). Como por exemplo, o resultado encontrado em estudo realizado no Cerrado, o capim-mombaça apresentou maior biomassa remanescente dos 30 aos 90 dias, e todas as cultivares testadas, xaraés, ruziziensis, tanzânia e mombaça, aos 60 dias ainda permanecia de 50 a 60% de biomassa inicial para realizar o sistema de plantio direto (GARCIA *et al*., 2014).

Avaliando a dinâmica da biomassa de milheto e capim-paiaguás em diferentes sistemas forrageiros para a produtividade da soja, Costa *et al*. (2016) verificaram que o capim-paiaguás em monocultivos e consorciados com milheto na linha e entrelinha proporcionaram maior produtividade da soja. Os autores relataram que os sistemas consorciados através da integração lavoura-pecuária mostraram como técnica de cultivo promissora para manter o estoque de carbono no solo com mair sustentabilidade.

Efeito da cobertura vegetal na produtividade da soja, também foi demonstrado nos estudos de Crusciol *et al*. (2015) e Tanaka *et al*. (2019), que concluíram que o capim-marandu promoveu maior biomassa remanescente, proporcionado incremento de

15% e 17% na produtividade de grãos da soja, respectivamente. Já Barbinot Junior *et al*. (2017) verificaram aumento médio de 22% na produtividade da soja, quando utilizou os capins piatã e ruziziensis como plantas de cobertura para o plantio da soja. Além disso, os sistemas integrados associados ao sistema de plantio direto aumenta a receita da propriedade (CRUSCIOL *et al*., 2014).

As vantagens das forragens não se restringem somente pela cobertura vegetal, mas também por possuir sistema radicular volumoso e profundo, o que colaboram com a estabilidade da agregação das partículas, estruturação e permeabilidade do solo, favorecendo o melhor desenvolvimento do sistema radicular e facilitando a exploração do perfil do solo, com maior absorção de água e nutrientes, com resultados otimistas na produção da cultura sucessora (CHIODEROLI *et al*., 2012)um dos problemas para a manutenção e sustentabilidade do sistema de plantio direto é a necessidade de produção de grandes quantidades de palha. Com o objetivo de identificar, no sistema de integração agricultura-pecuária, as variações dos atributos físicos do solo e a produtividade de grãos de soja sobre palhada de braquiárias, este trabalho foi conduzido na FEPE-UNESP de Ilha Solteira, SP, e o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com nove tratamentos em esquema fatorial (3 x 3. Efeito desses resultados, foi comprovado no estudo de Flávio Neto *et al*. (2015), que avaliando o intervalo hídrico ótimo como indicador da descompactação biológica do solo decorrente do cultivo de capins do gênero *Brachiaria* na integração lavoura-pecuária, verificaram que os capins xaraés e piatã proporcionaram maior descompactação do solo e, consequentemente, aumento da disponibilidade hídrica à soja em sucessão. Além de melhorar as condições físicas do solo, contribui com os atributos biológicos, melhorando a atividade microbiana (SOUZA *et al*., 2018).

A presença das forrageiras nos sistemas integrados também colabora ativamente com a redução de plantas daninhas, diminuindo o uso de defensivos agrícolas, proporcionando melhor estabelecimento da cultura sucessora. Borghi *et al*. (2008) observaram que o consórcio de milho com capim-marandu diminuiu o volume de plantas daninhas, concedendo índice de controle de 95% quando a forrageira é estabelecida na entrelinha e na linha da cultura granífera.

Além da melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, a quebra de ciclos bióticos (pragas, doenças) contribui para aumentar a produtividade do sistema (VILELA *et al*., 1999; COSTA e RAVA, 2003).

Os resultados de Görgen *et al*. (2010), demonstram que o milho safrinha consorciado com *Brachiaria ruziziensis* pode desinfestar mais intensivamente solos com o fungo do mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em comparação com o milho safrinha solteiro. Outro estudo relacionado a doenças de solo, em sistemas de rotação lavoura-pastagem, foi realizado por Costa e Rava (2003), demonstrando o efeito positivo da palhada de *Brachiaria ruziziensis* e de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no controle de *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* e *Sclerotinia sclerotiorum*.

Outro benefício das forrageiras está relacionado ao pastejo dos animais na fase pecuária, que pode alterar a dinâmica dos nutrientes e a taxa de ciclagem da biomassa remanescente, interferindo na bioquímica dos nutrientes e no tempo de liberação. Isto porque as excretas dos animais representam importante via de retorno de nutrientes ao solo (ASSMANN *et al*., 2017). Além disso, o pastejo adequado estimula a rebrota das plantas forrageiras, contribuindo para produção de biomassa para safra subsequente. Dias et al. (2020) verificaram que os capins Xaraés,

Mombaça e Tamani produziram maior quantidade de biomassa e equivalentes de fertilizantes devolvidos ao solo ocasionando maior ciclagem de nutrientes e produtividade da soja.

Independente da cultura escolhida para produção de biomassa para o sistema de plantio direto, compreender de forma clara como funciona o acúmulo de nutrientes é fundamental, pois determina os benefícios que a ciclagem traz a fertilidade da área (OLIVEIRA *et al*., 2019). Manejar de forma correta a ciclagem de nutrientes viabiliza a sincronização e sua disponibilização com a demanda da cultura subsequente, colaborando com o manejo de adubação, reduzindo os custos com a dose de fertilizantes, além de reduzir custos, diminuí os efeitos negativos ao meio ambiente (Laroca *et al*., 2018).

Santos *et al*. (2014), relataram que o conhecimento da ciclagem é de grande importância em programas de adubação, pois a quantidade liberada pode ser considerada para o cálculo da dose a ser aplicada. Os autores avaliaram a decomposição e liberação de macronutrientes da biomassa de milho e braquiária, sob integração lavoura-pecuária e verificaram uma estimativa de economia de R$ 243,38, com o retorno dos nutrientes (nitrogênio, fosforo e potássio) através da ciclagem (Tabela 2).

Tabela 2 - Economia (R$ ha^{-1}) com base nas quantidades de fertilizantes equivalentes às quantidades de N, P e K liberados pela biomassa até 110 dias após dessecação

Nutriente	Liberado pela palhada	Equivalente em fertilizante	Economia
N	26,5	59	77,29
P (P_2O_5)	7,3 (16,7)	93	63,24
K (K_2O)	51,0 (51,0)	85	102,85
Total			243,38

Fonte: Adaptado de Santos *et al*. (2014).

Sendo assim, fica evidente os benefícios promovidos pela cobertura do solo que constitui ferramenta importante para a conservação do solo, além de proporcionar a ciclagem de nutrientes, melhorando a produção da próxima safra. Concomitante a isso, os sistemas integrados promovem ao produtor renda estável ao longo ano e maior tranquilidade, uma vez que a cobertura vegetal protege a área das vulnerabilidades oriundas de mudanças climáticas como os veranicos, muito comuns nas regiões do Cerrado brasileiro (OLIVEIRA *et al*., 2019).

6. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os sistemas de integração lavoura-pecuária promovem a diversificação da área e constitui ferramenta importante de forma que as atividades se complementam entre solo, plantas e animais, possibilitando maior rentabilidade nas diferentes fases do sistema. Além dos benefícios financeiros, o sinergismo entre as variáveis ocasiona vantagens, com maior conservação do solo viabilizando a sustentabilidade do sistema agrícola.

Referências bibliográficas

ADEGAS, F.S.; VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P. Manejo de plantas daninhas em milho safrinha em cultivo solteiro ou consorciado à braquiária ruziziensis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1226-1233, 2011.

ALMEIDA, R. E. M.; FAVARIN, J. L.; OTTO, R.; FRANCO, H.; REIS, A. F. B.; MOREIRA, L. A.; TRIVELIN, P. Nitrogen recovery efficiency for corn intercropped with palisade grass. **Bragantia**, v. 77, n. 4, p. 557-566, 2018.

ALMEIDA, R. E. M.; GOMES, C. M.; LAGO, B. C.; OLIVEIRA, S. M.; PIEROZAN JUNIOR, C.; FAVARIN, J. L. Corn yield, forage production and quality affected by methods of intercropping corn and Panicum maximum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 3, p. 170-176, 2017.

ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C.; NOVOTNY, E. H. **Sistema de produção.** 2 ed. Sete Lagoas: Embrapa, 2006.

ASAI, M.; MORAINE, M.; RYSCHAWY, J.; DE WIT, J.; HOSHIDE, A.K.; MARTIN, G. Critical factors for crop-livestock integration beyond the farm level: A cross-analysis of worldwide case studies. **Land use policy**, v.73, p.184-194, 2018.

ASSMANN, J. M.; MARTINS, A. P.; ANGHINONI, I.; DENARDIN, L. G. O.; NICHEL, G. H.; COSTA, S. E. V. A.; SILVA, R. A. P.; BALERINI, F.; vi, P. C. F.; FRANZLUEBBERS, A. J. Phosphorus and potassium cycling in a long-term no-till integrated soybean-beef cattle production system under different grazing intensities insubtropics. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.108, n.1, p.21-33, 2017.

BALBINO, L. C.; KICHEL, A. N.; BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. Sistemas de integração: conceitos, considerações, contribuições e desafios. *In*: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G.; LAURA, V.; BALBINO, L. C.; FERREIRA, A. **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Embrapa Gado de Corte-Livro científico (ALICE), 2019.

BELL, L.W.; MOORE, A.D.; KIRKEGAARD, J.A. Evolution in crop–livestock integration systems that improve farm productivity and environmental performance in Australia. **European Journal of Agronomy**, v. 57, p. 10-20, 2014.

BORGHI, E.; COSTA, N. V.; CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P. Influência da distribuição espacial do milho e da *Brachiaria brizantha* consorciados sobre a população de plantas daninhas em sistema plantio direto na palha. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 559-568, 2008.

BORGHI, E.; COSTA, N. V.; CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P. Sobressemeadura de capins na soja para sistemas de Integração Lavoura-Pecuária. Palmas: **Embrapa Pesca e Aquicultura**, p.34, 2017.

BOTTEGA, E. L.; BASSO, K. C.; PIVA, J. T.; MORAES, R. F. Cultivo de milho em consórcio com capins tropicais. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 16, n. 1, p. 18-25, 2017

BROCH, D. L.; PITOL, C.; BORGES, E. P. **Integração agriculturapecuária: plantio direto da soja sobre pastagem na integração agropecuária**. Maracaju: Fundação MS, 1997. 24 p. (Fundação MS. Informativo técnico, 1/97).

CALONEGO, J.C.; BORGHI, E.; CRUSCIOL, C.A.C. Least limiting water range and soil compactation as related to intercropped maize and brachiaria. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 6, p. 2183-2190, 2011.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. *In*: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.375-470, 2007.

CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M.L.N.; MELLO, C.R.; CERRI, C.E.P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n.2, p.277-289, 2010.

CASTRO, G. F. de; SILVA, C.G.M.; MOREIRA, S.G.; RESENDE, A.V. de. Plantas de cobertura em sucessão ao milho para silagem em condições do Cerrado. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 4, n. 1, p. 37-49, 2017.

CHIODEROLI C. A.; MELLO L. M. M.; GRIGOLLI P. J.; FURLANI C. E. A; SILVA J. O. R.; CESARIM A. L. Atributos físicos do solo e produtividade de soja em sistema de consórcio milho e braquiária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 1, p. 37-43, 2012.

COBUCCI, T.; WRUCH, F.J.; KLUTHCOUSKI, J.; MUNIZ, L. C.; MARTHA JUNIOR, G. B.; CARNEVALLI, R. A.; TEIXEIRA, S. R.; MACHADO, A. A.; TEIXEIRA NETO, M. L. Opções de integração lavoura-pecuária e alguns de seus aspectos econômicos. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 240, p. 25-42, 2007.

COSTA, J. L. da S.; RAVA, C. A. Influência da braquiária no manejo de doenças do feijoeiro com origem no solo. *In*: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 523-533.

COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 1, p. 192-199, 2010.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; ULIAN, N. A.; COSTA, B. S.; PARIZ, C. M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Acúmulo de nutrientes e tempo de decomposição da palhada de espécies forrageiras em função de épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 3, p. 818-829, 2015.

COSTA, R. R. G. F.; COSTA, K. A. P.; SANTOS, C. B.; SEVERIANO, C. E.; EPIFANIO, P. S.; SILVA, J. T.; TEIXEIRA, D. A. A.; SILVA, V. R. da. Production and nutritional characteristics of pearl millet and Paiaguas palisadegrass under different forage systems and sowing periods in the offseason. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 19, p. 1712-1723, 2016a.

COSTA, R. R. G. F.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; SANTOS, C. B.; ROCHA, A. F. S.; SOUZA,W. F.; BRANDSTETTER, E. V.; CASTRO, W. A. Nutrients cycling and accumulation in pearl millet and Paiaguas palisadegrass biomass in different forage systems and sowing periods. **Revista Scientia Agraria**. v. 18, n. 4, p. 166-178, 2017.

COSTA, R. R. G. F.; COSTA, K. A. P.; ASSIS, R. L.; SANTOS, C. B.; SEVERIANO, E. C.; ROCHA, A. F. S.; OLIVEIRA, I. P.; COSTA, P. H. C. P; SOUZA, W. F.; AQUINO, M. M.; Dynamics of biomass of pearl millet and Paiaguas palisadegrass in different forage systems and sowing period in yield of soybean. **African Journal of Agricultural Reserch.** v. 11, n. 45, p. 4561-4673, 2016b.

COSTA, R. R. G. F.; COSTA, K. A. P.; SOUZA, W. F.; EPIFANIO, P. S.; SANTOS, C. B.; SILVA, J. T.; OLIVEIRA, S. S. Production and quality of silages pearl millet and Paiaguas palisadegrass in monocropping and intercropping in different forage systems. **Bioscience Journal**, v. 34, p. 957-967, 2018.

CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S.; BORGHI, E.; SORATTO, R. P.; MARTINS, P. O. Improving soil fertility and crop yield in a tropical region with palisadegrass cover crops. **Agronomy Journal,** v. 107, n. 6, p. 2271-2280, 2015.

CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P.; PARIZ, C. M.; BORGHI, É.; COSTA, C.; SILVEIRA, J. P. F. D. Nutrition and yield behavior of sorghum hybrids with contrasting cycles intercropped with Marandu grass. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1234-1240, 2011.

CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S.; MATEUS, G. P.; PARIZ, C. M.; MARTINS, P. O.; BORGHI, E. Intercropping soybean and palisad grass for an hanced land use efficiency and revenue in a no till system. **European Journal of Agronomy**, v. 58, n. 1, p. 53-62. 2014.

CRUVINEL, W. S.; COSTA, K. A. P.; TEIXEIRA, D. A. A.; SILVA, J. T.; EPIFANIO, P. S.; COSTA, P. H. C.; BEZERRA, F. P. Perfil fermentativo e valor nutritivo da silagem de girassol com cultivares de "*Urochloa brizantha*" na safrinha. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, n. 2, p. 249-259, 2017.

DONAGEMA, G K.; CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA. J. H. M. **Manual de métodos de análises de solo**. (2° ed) Embrapa solos, p. 230, 2011.

EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL. **Sistema Gravataí**: consórcio de feijão-caupi com braquiárias para segunda safra. Embrapa Agrossilvipastoril-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E), 2018.

EMBRAPA CERRADOS - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Dia de Campo mostra a versatilidade dos sistemas de integração aos participantes do Congresso Mundial sobre ILPF (2016)**. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3669566/dia-de-campo-mostra-a-versatilidade-dos-sistemas-de-integracao-aos-participantes-do-congresso-mundial-sobre-ilpf. Acesso em: maio de 2020.

FARIA, G. Consórcio de braquiária com feijão caupi aumenta a produção de carne e gráo IlP. Disponível em https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/34801560/consorcio-de-braquiaria-com-feijao-caupi-aumenta-producao-de-carne-e-graos-na-ilp. Acesso em: out. 2020.

FLÁVIO NETO, J.; SEVERIANO, E. C.; COSTA, K. A. P.; GUIMARÃES JUNNYOR, W. S.; GONÇALVES, W. G.; ANDRADE, R. Biological soil

loosening by grasses from genus Brachiaria in crop-livestock integration. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 37, n. 3, p. 375-383, 2015.

GARCIA, C. M. P.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, C. M.; LOPES, K. S. M.; BUZETI, S. Decomposição da palhada de forrageiras em função da adubação nitrogenada após o consórcio com milho e produtividade da soja em sucessão. **Bragantia,** v. 73, n. 2, p. 143-152. 2014.

GLÉRIA, A. A.; SILVA, R. M.; SANTOS, A. P. P.; SANTOS, K. J. G.; PAIM, T. P. Produção de bovinos de corte em sistemas de integração lavoura pecuária **Archivos de Zootecnia**, v. 66, n. 253, p. 141-150, 2017.

GONTIJO NETO, M. M.; BORGHI, E.; ALVARENGA, R. C.; RESENDE, A. V.; VIANA, M. C. M. Milho e sorgo: culturas estratégicas para arranjos produtivos em integração lavoura-pecuária-floresta. **Embrapa Milho e Sorgo - Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2018.

GÖRGEN, C.A.; CIVARDI, E. A; RAGAGNIM, V. A.; SILVEIRA NETO, A. N. da.; CARNEIRO, L. C.; LOBO JUNIOR, M. Redução do inóculo inicial de *Sclerotinia sclerotiorum* em soja cultivada após uso do sistema Santa Fé. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 1102-1108, 2010.

GUARNIERI, A.; COSTA, K. A. P.; SILVA, A. G.; OLIVEIRA, S. S.; SANTOS, C. B.; SILVA, J. T. Agronomic and productive characteristics of maize and Paiaguas palisadegrass in integrated production systems. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3, p. 1185-1198, 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2019. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/25483-rebanho-bovino-reduz-em-2018-em-ano-de-crescimento-do-abate-e-exportacao. Acesso em: Maio, 2020.

KICHEL, A. N.; COSTA, J. A.; ALMEIDA, R. G.; PAULINO, V. T. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). **Boletim de Indústria Animal**, v. 71, n. 1, p. 94-105, 2014.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o sistema Santa Fé. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p. 407-442, 2003.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P.; COSTA, J. D. S.; MAGNABOSCO, C. D. U. Sistema Santa Fé-Tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. **Embrapa Arroz e Feijão-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2000.

LAPIG, Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento. 2018. Disponível em: https://pastagem.org/index.php/pt-br/tools/atlas-digital-das-pastagens-brasileiras. Acesso em: Maio, 2020.

LAROCA, J. V. S.; SOUZA, J. M. A.; PIRES, G.C.; PIRES, G. J. C.; PACHECO, L. P.; SILVA, F. D.; WRUCK, F. J.; CARNEIRO, M. A. C.; SILVA, L. S.; SOUZA, E. D. Soil quality and soybean productivity in crop-livestock integrated system in no-tillage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** v. 53, n. 11, p. 1248-1258, 2018.

LOBATO, B. **Sistema de ILP São Francisco é lançado em Goiás**. Embrapa Cerrados. 2017. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/24174174/sistema-de-ilp-sao-francisco-e-lancado-em-goias. Acesso em: 27 maio 2020.

MACHADO, L. A. Z.; CECATO, U.; COMUNELLO, E.; CONCENÇO, G.; CECCON, G. Establishment of perennial forages intercropped with soybean for integrated crop-livestock systems. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** v. 52, n. 7, p. 521-529, 2017.

MAIA, G. A.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; EPIFANIO, P. S.; FLÁVIO NETO, J.; RIBEIRO, M. G.; FERNANDES, P. B.; SILVA, J. F. G.; GONÇALVES, W. G. Yield and Chemical composition of Brachiaria forage grasses in the offseason after corn harvest. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, n. 07, p. 933-941, 2014.

MUNIZ, M. P. **Sucessão de forrageiras após a soja, desempenho de bovinos e produção de biomassa em sistema de integração lavoura-pecuária.** Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, p. 54, 2020.

OLIVEIRA, I. P.; COSTA, K. A. P.; ASSIS, R.L.; SEVERIANO, E. C.; DIAS, M. B. C.; SANTOS, CB. Agronomic characteristics of soybean under

the production and decomposition of sunflower and Paiaguas palisadegrass biomass in different integrated production systems. **Australian Journal of Crop Science**, v. 14, n. 05, p. 788-794, 2020.

OLIVEIRA, I. P.; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P.; DUTRA, L. G.; PORTES, T. D. A.; SILVA, A. D.; GOMIDE, J. D. C. **Sistema Barreirão: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1996.

OLIVEIRA, P.; FREITAS, R. J.; KLUTHCOUSKI, J.; RIBEIRO, A. A.; CORDEIRO, L. A. M.; TEIXEIRA, L. P.; BALBINO, L. C. Evolução de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF): estudo de caso da Fazenda Santa Brígida, Ipameri, GO. **Embrapa Cerrados - Documentos (INFOTECA-E)**, 2013.

OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J. L.; SANTOS, D. C. Sistema Santa Brígida-Tecnologia Embrapa: consorciação de milho com leguminosas. Embrapa Arroz e Feijão-**Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2010.

OLIVEIRA, S. M. de; ALMEIDA, R. E. M. de; PIEROZAN JUNIOR, C.; REIS, A. de B.; SOUZA, L. F. N.; FAVARIN, J. L. Contribution of corn intercropped with Brachiaria species to nutrient cycling. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, ed. 55018, p. 1-9. 2019.

OLIVEIRA, S. S.; COSTA, K. A. P.; SOUZA, W. F.; SANTOS, C. B.; TEIXEIRA, D. A. A.; COSTA, V. Production and quality of the silage of sorghum intercropped with Paiaguas palisadegrass in different forage systems and at different maturity stages. **Animal Production Science**, v. 60, n. 5, p. 694-704, 2020.

PARIZ, C. M.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A.; MEIRELLES, P. R.; CASTILHOS, A. M.; ANDREOTTI, M.; LONGHINI, V.Z. Production, nutrient cycling and soil compaction to grazing of grass companion cropping with corn and soybean. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 108, n. 1, p. 35-54, 2017.

QUINTINO, A. C.; ALMEIRA, R. G.; ABREU, J. G.; MACEDO, M. C. M. Características morfogênicas e estruturais do capim-piatã em sistema

de integração lavoura-pecuária. **Veterinária e Zootecnia**, v. 23, n. 1, p. 131-138, 2016.

REVISTA DBO. **Vem aí o Sistema São Francisco**. p. 50-58, abril de 2017.

RIBEIRO, M. G; COSTA, K. A. P.; SILVA, A. G.; SEVERIANO, E. C.; SIMON, G. A.; CRUVINEL, W. S.; SILVA, V. R. S.; SILVA, J. T. Grain sorghun intercropping with *Brachiaria brizantha* cultivars in tão sowing systems as double crop. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 39, p. 3759-3766, 2015.

RYSCHAWY, J.; MARTIN, G.; MORAINE, M.; DURU, M.; THEROND, O. Designing crop-livestock integration at different levels: toward new agroecological models. **Nutrient Cycling in Agroecosystems,** v. 108, n. 1, p. 5-20, 2017.

SALOMÃO, P. E. A.; KRIEBEL, W.; SANTOS, A. A.; MARTINS, A. C. E. A importância do sistema de plantio direto na palha para reestruturação do solo e restauração da matéria orgânica. **Research Society and Development,** v. 9, n. 1, ed. 154911870, 2020.

SALTON, J. C.; KICHEL, A.N.; KRUKER, J.M.; ZIMMER, A.H.; MERCANTE, F.M. E ALMEIDA, R.G. de. 2013. Sistema São Mateus - **Sistema de integração lavoura-pecuária para a região do Bolsão Sul-Matogrossense**. Embrapa Agropecuária Oeste. Dourados. MS. 6 p.

SANTOS, C. B.; COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; SEVERIANO, E. C.; GUEDES, R. R. F. C.;SILVA, A. G.; GUARNIERI, A.; SILVA, J. T. Production and nutritional characteristics of sunflowers and paiaguas palisadegrass under different forage systems in the off season. **Bioscience Journal**, v. 32, n. 2, 2016.

SANTOS, CB. **Consórcio do sorgo granífero com capim-paiaguás na recuperação de pastagem em sistema de integração lavoura-pecuária**. 2017. 92 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias – Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2017.

IR PARA SUMÁRIO

SANTOS, G. O.; FARIA, R. T.; RODRIGUÊS, G. A.; DANTAS, G. F.; DALRI, A. B.; PALARETTI, L. F. Forage yield and quality of marandugrass fertigated with treated sewage wastewater and mineral fertilizer. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 39, n. 4, p. 515-523, 2017.

SANTOS, F. C.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; VILELA, L.; FERREIRA, G. B.; CARVALHO, M. C. S.; VIANA, J. H. M. Decomposição e liberação de macronutrientes da palhada de milho e braquiária, sob integração lavoura-pecuária no cerrado baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 38:1855-1861, 2014.

SILVA, A. G.; MORAES, L. E.; HORVATHY NETO, A.; TEIXEIRA, I. R.; SIMON, G. A. Consórcio na entrelinha de sorgo com braquiária na safrinha para produção de grãos e forragem. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3475-3488, 2013.

SILVA, A.; SANTOS, F. L. S.; BARRETO, V. C. M.; FREITAS, R. J.; KLUTHCOUSKI, J. Recuperação de pastagem degradada pelo consórcio de milho, Urochloa brizantha cv. Marandu e guandu. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 2, p. 39-47, 2018.

SILVA, A.; SANTOS, F. L. S.; BARRETTO V. C. M.; FREITAS, R. J.; KLUTHCOUSKI, J. Recuperação de pastagem degradada pelo consórcio de milho, Urochloa brizantha cv. Marandu e guandu. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 5, n. 2, p. 39-47, 2018.

SILVA, D. R. G.; COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P.; BERNARDES, T. F. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e produtivas do capim-marandu. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 184-191, 2013.

SORATTO, R. P.; COSTA, C. H. M.; CRUSCIOL, C. A. C.; NETO FERRARI, J.; MORO, E. Nitrogen Fertilization on Pearl Millet and Guinea Grass: Phytomass Decomposition, Cellulose, Lignin, and Nutrients Release. **Communications in soil science and plant analysis.** v. 50, n. 13, p. 1614–1623, 2019.

SOUSSANA, J.F.; TALLEC, T.; BLANFORT, V. Mitigating the greenhouse gas balance of ruminant production systems through carbon sequestration in grasslands. **Animal**, v. 4, n. 3, p. 334-350, 2010.

SOUZA, M. S.; JARDIM, A. M. R. F.; ARAÚJO JUNIOR, G. N.; SILVA, J. R. I.; LEITE, M. L. M. V.; TEIXEIRA, V. I.; SILVA, T. G. F. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas de pastagens tropicais. **Pubvet**. v. 12, n. 5, p. 1-9, 2018.

SOUZA, W. F.; COSTA, K. A. P.; GUARNIERI, A.; SEVERIANO, E. C.; SILVA, J. T.; TEIXEIRA, D. A. A.; OLIVEIRA, S. S.; DIAS, M. B. C. Production and quality of the silage of corn intercropped with Paiaguas palisadegrass in different forage systems and maturity stages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 48, ed. 20180222, 2019.

TANAKA, K S. CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, A. C.; SORATTO, R. P.; MOMESSO, L.; CANOLEGO, J. C. Nutrients released by *Urochloa* cover crops prior to soybean. **Nutrient Cycling Agroecosystems,** v. 113, p. 267-281, 2019.

VILELA, L.; JUNIOR, G. B. M.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; JÚNIOR, R. G.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1127-1138. 2012.

VILELA, L.; JUNIOR, M.; BUENO, G.; MACEDO, M.C.M.; MARCHÃO, R.L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; MACIEL, G.A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2011.

VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; WRUCK, F. J.; OLIVEIRA, P.; PEDREIRA, B. C.; CORDEIRO, L. A. M. Práticas e manejo de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária na Safra e Safrinha para as Regiões Centro-Oeste e Sudeste. *In*: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). **Integração Lavoura PecuáriaFloresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 103 - 119. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

VILELA, L.; MIRANDA, J. C. C.; SHARMA, R. D.; AYARZA, M. A. **Integração lavoura-pecuária:** atividades desenvolvidas pela Embrapa Cerrados. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1999. 31 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 9).

IR PARA SUMÁRIO

Capítulo 21

PRODUÇÃO DE SILAGEM EM SISTEMAS INTEGRADOS

Kátia Aparecida de Pinho Costa[1], Alessandro Guerra da Silva[2], Lourival Vilela[3], Itamar Pereira de Oliveira[4], Mariana Borges de Castro Dias[5], Ana Paula Gomide[6], Nariane Coelho de Oliveira[7], Stella Mendes Pinho de Oliveira[8]

Resumo: Com a intensificação da agropecuária são esperados aumentos expressivos na produtividade, e o uso de silagem é uma alternativa eficiente para produzir alimento de qualidade para alimentação de ruminantes. Em busca de sustentabilidade para os sistemas de produção, têm sido utilizados sistemas consorciados de cultura anual com forrageira tropical, através da integração agricultura-pecuária para a produção de silagem. Entretanto, ainda são limitadas as informações sobre a produção de silagem de sistemas integrados. Sendo assim, este capítulo traz uma visão geral sobre a

1 Professora dos Programas de Pós-Graduação em Ciências Agrária/Agronomia e Zootecnia – Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde. Bolsista do CNPq.

2 Professor da Faculdade de Agronomia Universidade de Rio Verde.

3 Pesquisador da Embrapa Cerrados.

4 Discentes dos Programas de Pós-Graduação em Ciências Agrária/Agronomia e Zootecnia - Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde.

5 Discentes dos Programas de Pós-Graduação em Ciências Agrária/Agronomia e Zootecnia - Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde

6 Discentes dos Programas de Pós-Graduação em Ciências Agrária/Agronomia e Zootecnia - Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde.

7 Discentes dos Programas de Pós-Graduação em Ciências Agrária/Agronomia e Zootecnia - Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde.

8 Discentes dos Programas de Pós-Graduação em Ciências Agrária/Agronomia e Zootecnia - Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde.

IR PARA SUMÁRIO ▲

produção de silagem em sistemas integrados, onde serão abordados resultados de pesquisas e algumas alternativas de implantação das culturas. A produção de silagem de sistemas integrados pode ser uma ferramenta eficaz em minimizar as características não desejáveis dos processos fermentativos das silagens exclusivas das gramíneas forrageiras. O consórcio com forrageiras possibilita melhoria da qualidade da silagem das culturas anuais, além de reduzir o custo de produção pelo aumento da massa ensilada. Os sistemas integrados maximizam a produção por área, principalmente quando implantados em safrinha. Pelos resultados obtidos, esta modalidade de cultivo é considerada uma estratégia viável para a produção de volumosos suplementar em período que se constata baixa produção de forragem na região Centro-Oeste do Brasil. Adicionalmente, esses sistemas possibilitam a formação de pastagens após a colheita das culturas para produção de silagem.

Palavras-chave: Consorciação de culturas, integração lavoura-pecuária, produtividade sustentabilidade

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda internacional por produtos agropecuários, associada à maior preocupação com os impactos ambientais causados pelos sistemas de produção, são cada vez mais requeridas o uso de tecnologias que permitam melhor eficiência do uso da terra (ALMEIDA *et al*., 2019). O desenvolvimento de novas tecnológicas acompanham uma demanda pelo uso consciente dos recursos naturais que apresentam riscos frente a crescente população mundial, como alterações na temperatura do planeta e aumento das emissões de dióxido de carbono, metano e de gases que causam o efeito estufa (Carvalho *et al*., 2010b).

Neste contexto, a Embrapa tem intensificado o desenvolvimento e a transferência de tecnologias para recuperação e in-

tensificação das pastagens com sistemas de integração lavoura-pecuária. Esta técnica de cultivo vem ganhando destaque pelas inúmeras vantagens que a consorciação de culturas anuais com forrageiras tropicais proporcionam aos sistemas de produção agrícola (COSTA *et al*., 2016). Assim, o interesse nesse tipo de exploração se sustenta nos benefícios como a maximização do uso da terra, de infraestrutura e de mão de obra, diversificação da produção com redução dos custos de produção, além de possibilitar agregar valores aos produtos agropecuários com maior sustentabilidade (QUINTINO *et al*., 2016).

Os sistemas integrados têm sido apontados na literatura (CARVALHO *et al*., 2018; VINCENT-CABOUD *et al*., 2019; SOARES *et al*., 2019) para melhoria da eficiência de uso destas áreas de produção. Além disso, esses sistemas proporcionam outros benefícios, como o maior sequestro de carbono (CARVALHO *et al*., 2010b), aumento da matéria orgânica do solo e economia de fertilizantes em decorrência da ciclagem de nutrientes pelas forrageiras (ASSMANN *et al*., 2017), melhoria das condições microclimáticas (CARVALHO *et al*., 2010a), descompactação do solo e redução da erosão (FLÁVIO NETO *et al*., 2015), recuperação de pastagens com produção de silagem (SOUZA *et al*., 2019; OLIVEIRA *et al*., 2020) além da maior disponibilidade de forragem de qualidade na entressafra (GUARNIERI *et al*., 2019). Por estes motivos a adoção dos sistemas integrados vem crescendo no Brasil e está sendo considerada parte das tecnologias mais sustentáveis e competitivas que impulsionam o agronegócio brasileiro.

A intensificação dos processos produtivos na pecuária no Brasil, tanto a de corte como a de leite, promoveu aumento das necessidades de alimentos para os ruminantes, principalmente nos períodos de escassez de forragem. Nesse sentido, a produção de silagem de alta qualidade torna-se alternativa viável à ma-

nutenção dos sistemas forrageiros, por restringir o período de carência alimentar e contribuir para a melhoria dos índices zootécnicos do rebanho brasileiro (MACHADO *et al*., 2011).

O desenvolvimento do sistema Santa Ana pela Embrapa permite aos pecuaristas a reforma de pastagens com possibilidade de produção de silagem. Esse sistema tem o intuito fazer do sistema de integração lavoura-pecuária um sistema de baixo custo e risco, utilizando máquinas que o pecuarista já possui na propriedade. Assim é possível melhorar as pastagens e ainda produzir silagem para ser fornecida para o gado no período de escassez de alimento (EMBRAPA CERRADOS, 2016).

Nos últimos anos, inúmeros trabalhos de pesquisa tem comprovado os benéficos da consorciação de culturas anuais com forrageiras para produção de silagem, ressaltando o aumento da massa ensilada com o incremento de proteína da silagem (LEONEL *et al*., 2009; CARVALHO *et al*., 2016; PARIZ *et al*., 2017; COSTA *et al*., 2018; SOUZA *et al*., 2019; OLIVEIRA *et al*., 2020). Isto proporciona a redução de custo para o produtor com a suplementação proteica e o balanceamento das frações fibrosas, quando as forrageiras apresentam alta relação folha/colmo (SANTOS *et al*., 2020; PALUDO, 2020). Adicionalmente, o sistema consorciado proporciona produção de silagem de qualidade na estação seca, promovendo assim o ganho de peso dos animais (COSTA *et al*., 2017).

Além da produção de silagem, a combinação de culturas produtoras de grãos com espécies forrageiras tem sido utilizada para aumentar a produção de massa seca na entressafra (COSTA *et al*., 2017; GUARNIERI *et al*., 2019). Os trabalhos conduzidos nesta área também comprovado que o referido sistema seja consideração como uma alternativa sustentável e viável para a recuperação e/ou formação de pastagens (MATEUS *et al*., 2016).

Isto torna fundamental pois a produçao de forragem é a base da dieta do rebanho bovino, devido ao seu baixo custo de produção, ao alto potencial produtivo e a boa adaptação aos diferentes sistemas agrícolas brasileiros (COSTA *et al*., 2010).

Entretanto, ainda são limitadas as informações sobre a produção de silagem em sistemas integrados. Por isso, este capítulo aborda os resultados de pesquisas e apresenta algumas alternativas de implantação das culturas em sistemas de integração para a produção de silagem.

2. Culturas para produção de silagem

Atualmente o milho é o volumoso mais utilizado pelos agricultores no Brasil, representando mais de 80% da produção total de silagem no país (BERNARDES; RÊGO, 2014). Esta grande proporção do uso do milho é atribuído a sua alta produtividade, a produção estável durante o ano e pelo fato do volumoso apresentar qualidades nutricionais de alto valor energético (KHAN *et al*., 2015; LIM *et al*., 2015).

Adicionalmente, a silagem de milho apresenta características que favorecem o processo de ensilagem, devido a facilidade no ponto de corte para obtenção de maior quantidade de matéria seca, ao elevado teor de carboidratos solúveis e a baixa capacidade tampão da silagem (ANÉSIO *et al*., 2017). Em muitas regiões do Brasil a silagem de milho é considerada como modelo entre os produtores, e por este fato é muito utilizada na safrinha na região Centro-Oeste (GARCIA *et al*., 2013).

Outra cultura que tem amplo potencial para uso na confecção de silagens é o sorgo. As características bromatológicas da silagem se aproximam muito da silagem de milho (72 a 92% do valor nutritivo da silagem do milho). Adicionalmente, o sorgo apre-

senta rápido crescimento, alta produtividade e boa adaptação às condições edafoclimáticas do Brasil (SILVA *et al*., 2009).

Devido ao menor custo de produção da silagem de sorgo, tem-se a vantagem da exploração da rebrota das plantas. Isto possibilita a obtenção de mais um corte (MACHADO *et al*., 2012), podendo chegar 60% da produção do primeiro, e sem o produtor ter os custos operacionais e de aquisição de insumos e sementes para a implantação da cultura (PORTUGAL *et al*., 2015). Outro aspecto importante é que o sorgo apresenta características que favorecem o processo fermentativo, pelo teor adequado de carboidratos solúveis e pela baixa capacidade tampão, fazendo com que seja considerado importante fonte energética para os ruminantes (COLOMBINI *et al*., 2012). Entretanto, Daniel *et al*. (2019) relataram que atualmente, uma desvantagem agronômica do sorgo em comparação com o milho é a falta de híbridos geneticamente modificados tolerantes, por exemplo a insetos, doenças e herbicidas seletivos.

Além do sorgo, a cultura do milheto surge como alternativa para produção de silagem para cultivo na região Centro-Oeste. A espécie apresenta alta resistência à seca, ampla adaptação as diferentes regiões de cultivo e alta produção de massa verde (GUIMARÃES JUNIOR *et al*., 2008). Aliado ao rápido crescimento, o milheto merece grande destaque para a produção de silagem de qualidade, sendo capaz de produzir alimento suplementar em quantidade e qualidade satisfatórias, principalmente no que se refere ao teor de proteína bruta (COSTA *et al*., 2018).

Dentre as culturas cultivadas no Centro-Oeste, o girassol também é utilizado para cultivos na safrinha. Adaptado ao cultivo em regiões de menor disponibilidade hídrica, a espécie se destaca para produção de silagem por proporcionar características semelhantes às culturas do sorgo e milheto. Caracterizadas por

apresentar excelentes desempenho agronômico na safrinha, essas culturas possuem resistência ao déficit hídrico por apresentar a alta eficiência na utilização da água do solo, produzindo assim grande quantidade de massa seca. É importante destacar também que o girassol pode ser utilizado na forma de silagem para alimentação de animais ruminantes, devido ao alto valor nutricional, sendo rica em pectina (TOMICH *et al*., 2003), proteína e extrato etéreo (CRUVINEL *et al*., 2017).

Adicionalmente, as silagens de forrageiras tropicais vêm ganhando cada vez mais adeptos nos últimos anos, por apresentarem grande potencial de produção associado a maior qualidade da forragem (COSTA *et al*., 2011; PERIM *et al*., 2014; EPIFANIO *et al*., 2014). Essa silagem é indicada como alternativa para aumento do estoque de forragem no período da entressafra. Tem-se ainda que a ensilagem do excedente de forragem produzido no período chuvoso permite o armazenamento visando racionalizar o manejo intensivo das pastagens durante o ano.

Por outro lado, as silagens de gramíneas tropicais vem ganhando cada vez mais adeptos nos últimos anos, pelo enorme potencial como fonte de silagem em climas quentes, devido ao seu alto rendimento por área, associado a qualidade da forragem, com resultados positivos (COSTA *et al*., 2011; PERIM *et al*., 2014; EPIFANIO *et al*., 2014). Essa silagem é indicada como alternativa para aumentar o estoque de forragem para período da seca e a ensilagem do excedente produzido no período chuvoso permite racionalizar o manejo intensivo das pastagens durante as águas, sendo uma ferramenta essencial para melhorar seu uso ao longo do ano (DANIEL *et al*., 2019).

As gramíneas tropicais apresentam algumas vantagens como perenidade, baixo risco de perda e maior flexibilidade de colheita. No entanto, possuem algumas desvantagens, como baixo teor de

carboidratos solúveis que são indicados para uma fermentação adequada, baixo teor de matéria seca no momento do corte, alta capacidade tampão (Ferreira *et al*., 2016) e menor valor energético (PERIM *et al*., 2014).

3. Produção de silagem de culturas anuais com forrageiras tropicais

A produção de silagem de culturas anuais com forrageiras tropicais em sistemas de consórcio possibilita o aumento da massa ensilada, suprindo as limitações que as forrageiras apresentam. O cultivo na safrinha, ou seja, após a colheita da soja (safra verão), visando a produção de silagem surge como uma alternativa promissora para fornecimento de alimento em período da entressafra, período caracterizado por baixa produção de forragem a campo. A seguir serão apresentados resultados que comprovam que a produção de silagem nos sistemas integrados maximiza o uso das áreas agrícolas e melhoram a qualidade do alimento ofertado.

Para comprovar estes benefícios, Souza *et al*. (2019) testaram a produção de massa seca, parâmetros fermentativos e o valor nutritivo da silagem de milho consorciado com capim-paiaguás e verificaram que o consórcio com a forrageira aumentou em média 15,45% o teor de proteína bruta, em comparação a silagem de milho em monocultivo. Outra vantagem foi o aumento da massa ensilada nos sistemas consorciados. Aumento na produção de forragem e consequentemente de silagem também são obtidos no consórcio de milho com os capins marandu e tanzânia (COSTA *et al*., 2017; PARIZ *et al*., 2017). Ressalta-se que estes tipos de consórcio proporcionam ainda maior eficiência de uso da terra em sistemas de integração lavoura-pecuária.

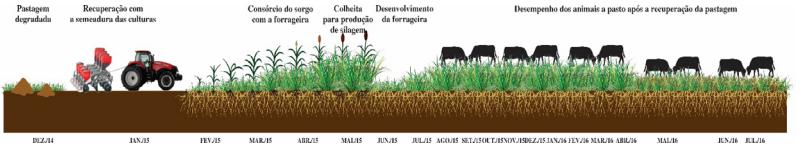
É importante frisar que na ensilagem das culturas anuais, deve-se ter maior quantidade de panículas, uma vez que seu estádio de maturação dos grãos no corte das plantas interfere no valor nutritivo da silagem e no processo fermentativo do material ensilado. Sendo assim, percebe-se que a panícula é o componente mais importante das plantas para a produção de silagem, por conter níveis energéticos adequados, o que complementa a deficiência energética das gramíneas tropicais quando se objetiva a produção de silagem oriunda dos sistemas consorciados (MACEDO *et al*., 2012). Além de proporcionar estes benefícios, o sistema com uso do sorgo granífero em consórcio com o capim-paiaguás tem-se observado aumento do teor de proteína da silagem (Oliveira *et al*., 2020), além da formação da pastagem após a colheita da cultura anual, como mostrado nas Figuras 1 e 2.

Figura 1 - Imagens do sistema de integração lavoura-pecuária de sorgo com capim-paiaguás para produção de silagem e recuperação da pastagem

Fonte: Próprios autores.

É importante ressaltar que além dos benefícios da produção da silagem de sistemas integrados, há a possibilidade de recuperação e/ou renovação da pastagem com menor custo. Na Figura 2 é apresentado um esquema de recuperação da pastagem com a utilização do consórcio de sorgo com capim-paiaguás em sistema de integração lavoura-pecuária.

Figura 2 - Esquema da recuperação da pastagem através do consórcio do sorgo com capim-paiaguás na integração lavoura pecuária, abrangendo todas as etapas da avaliação



Fonte: Próprios autores.

Para implantação simultânea de ambas culturas, a adubação é feita em função das necessidades da cultura anual. Desta forma, o único gasto que o produtor tem é com a compra de sementes. Mas este custo é pequeno na recuperação da pastagem, pois o produtor tem a amortização dos custos pela comercialização dos grãos. Após a colheita da cultura na entressafra, tem-se o pasto formado, com boa disponibilidade de forragem em plena época seca do ano. Desde que se faça o manejo adequado da for-

ragem, pode-se manter os animais no pasto até três anos, sem precisar fazer uma nova recuperação da pastagem.

No primeiro ano de estabelecimento, a produção forrageira e animal é em média 30 a 40% superiores em relação aos três ou quatro anos subsequentes, quando o potencial produtivo não é limitado por problemas de clima, solo ou manejo inadequado da taxa de lotação (ALMEIDA *et al*., 2019). Sistemas integrados de lavoura-pecuária que utilizam ciclos de três anos de pastagem seguidos de um ano de lavoura (cultura de grãos) ou de quatro anos de pastagem, seguidos de quatro anos de lavoura, apresentam maior produção animal e de grãos com efeitos positivos na qualidade do solo. Os resultados obtidos em estudo realizado no Oeste Baiano, comprovam o potencial da liberação de nutrientes pela decomposição de palhada de milho consorciado com *Brachiaria ruziziensis* (Santos *et al*., 2014). Neste estudo, a liberação de nitrogênio (N), fósforo (P_2O_5) e potássio (K_2O), em 110 dias, foi equivalente a 26,5 kg ha^{-1}, 17 kg ha^{-1} e 61 kg ha^{-1}, respectivamente, mostrando a maior eficiência econômica dos sistemas integrados em comparação aos sistemas extensivos ou daqueles que fazem uso de adubação de manutenção e/ou de leguminosas (MACEDO, 2009).

Vale destacar que a produção de silagem afeta a ciclagem de nutrientes pela extração de grande quantidade de nutrientes, sobretudo de macronutrientes. Para uma produção de 30 t ha^{-1} a exportação é da ordem de 344 kg ha^{-1} de N, 76 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 220 kg ha^{-1} de K_2O (RESENDE *et al*., 2016). Se não houver a reposição dos nutrientes exportados, além da perda desse benefício proporcionado pela integração lavoura-pecuária, pode comprometer a produção de grãos e forragem neste sistema.

Apesar de todas as vantagens, uma das maiores limitações para adoção do sistema está associado à possibilidade de a for-

rageira diminuir a produtividade das culturas anuais. Uma das maneiras para minimizar a competição por água, luz, nutrientes e espaço físico entre as espécies, está relacionada com o sistema de implantação da forrageira.

A competitividade inicial entre espécies vegetais consorciadas pode ser reduzida pela adoção de práticas culturais, como mudanças na densidade de semeadura. O simples fato de efetuar a semeadura mais profunda (6 a 8 cm) da forrageira, juntamente com o fertilizante, na mesma linha de semeadura da cultura anual, diminui a competição entre as espécies. É importante lembrar que as culturas anuais apresentam germinação/emergência mais rápida em relação as forrageiras, nas quais podem demorar até 15 dias, dependendo da espécie. A grande vantagem dessa forma de semeadura é utilizar uma única operação agrícola para implantação das mesmas espécies.

Outra opção de implantação é semear a forrageira na entrelinha da cultura anual, visto que a competição é menor na fase inicial de desenvolvimento, pelo fato de as espécies não estarem na mesma linha de cultivo. Independente do sistema de semeadura, tem-se a opção de aplicação de subdoses de herbicidas seletivos para a cultura anual em estágios iniciais de desenvolvimento da forrageira. Esta prática visa retardar o seu crescimento e diminuir a competição. O cultivo de sorgo granífero consorciados na linha ou entrelinha com *Brachiaria brizantha* (marandu, xaraés e piatã) não interfere nas características fermentativas e químico-bromatológicas das silagens, além de apresentarem qualidade superior em relação às silagens dos capins em monocultivo (RIBEIRO *et al*., 2017).

Outro ponto que tem sido muito abordado é a altura de corte, que influencia nas características agronômicas e químicas da silagem. Normalmente emprega-se o corte a 0,20 m do solo,

podendo chegar a 0,45 m, dependendo do porte e do estádio de maturçaõ da forrageira utilizada na consorciação. Neste quesito, deve-se atentar para a regulagem da altura de corte das colhedoras de forragem. Cortes muito baixos podem resultar em maior remoção de perfilhos, comprometendo a rebrota da pastagens a ser utilizada no período de inverno/primavera. Alturas de corte de 0,45 m em sistema de consorciação de milho com forrageiras tropicais resultou em menores danos às gemas apicais do capim-marandu e menor remoção das folhas, além de proporcionar aumentos na produção de silagem e forragem para pastejo na entressafra (PARIZ *et al*., 2017).

Referente a cultura do milheto, a silagem oriunda desta espécie é muito bem aceita pelos bovinos. Apesar de seu menor valor energético em relação ao milho e sorgo, a silagem de milheto apresenta elevado teor proteico, atendendo as exigências dos ruminantes. Inserido nos sistemas de produção agrícola do Centro-Oeste, o consórcio de milheto na linha e entrelinha com o capim-paiaguás, visando a produção de silagem, possibilitou aumento da massa ensilada 25 e 18%, respectivamente, em comparação ao milheto em monocultivo, como visto na Tabela 1. Isto demostra a importância da cultura nos sistemas de integração para aumentar a oferta de alimentos (COSTA *et al*., 2018).

Tabela 1 - Produção de massa seca e proporção do material ensilado de forrageiras nos sistemas forrageiros

Sistemas forrageiros	**Produção MS (kg ha^{-1})**	**Proporção milheto (%)**	**Proporção paiaguás (%)**
Milheto em monocultivo	18.321 b	100	0
Capim-paiaguás em monocultivo	5.962 c	0	100
Milheto + capim-paiaguás na linha	22.907 a	78	22

Sistemas forrageiros	Produção MS (kg ha^{-1})	Proporção milheto (%)	Proporção paiaguás (%)
Milheto + capim-paiaguás na entrelinha	21.689 a	83	17

Fonte: Adaptado de Costa *et al.* (2018)

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*MS: matéria seca

Um fator importante para confecção da silagem é encontrar o ponto adequado de matéria seca (MS) para o corte das culturas. Esta característica influência no perfil fermentativo e modifica a qualidade do material ensilado, prejudicando assim seu valor nutritivo, por isso o momento correto do corte do material, se torna ponto chave para o sucesso da silagem. Uma fermentação adequada no silo é almejada quando a forragem a ser ensilada apresenta de 280 a 350 g kg^{-1} MS.

Nesse sentido, para a produção de silagens de sistemas integrados, o ponto de colheita é baseado no teor de matéria seca da cultura anual. Entretanto, esse teor para as forrageiras tropicais encontrasse mais alto em relação ao ponto de colheita dentro do ciclo de desenvolvimento da forragem (Ex. 30 dias). Isso pode diminuir a qualidade da forragem, principalmente com aumento das frações fibrosa, no entanto, com o consórcio há diluição dessas frações, visto que as culturas anuais apresentam menores teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido.

Um dos maiores problemas da ensilagem de girassol e gramíneas tropicais é encontrar o ponto adequado de matéria seca, devido ao excesso de umidade desses materiais. Normalmente, *silagens* de capins tropicais apresentam alta umidade e capacidade tampão no momento ideal do corte, podendo ocorrer fermentações indesejáveis e perdas elevadas (McDONALD *et al.*, 1991).

Sendo assim, a produção de sistemas integrados de girassol com as forrageiras contribuiu para elevar os teores de matéria seca da silagem, minimizando os transtornos provenientes dos processos fermentativos das silagens exclusivas de ambas espécies.

Quando consorciadas, as forrageiras são colhidas em estádios de desenvolvimento mais avançados em conjunto com a cultura anual, proporcionando assim aumento no teor de matéria seca da forragem. Esses resultados podem ser comprovados no estudo de Santos *et al*. (2020), que verificaram que silagem dos sistemas consorciados contribuiu para aumentar os teores de matéria seca da silagem do girassol em monocultivo, devido o capim-paiaguás apresentar maior teor de matéria seca, uma vez que foi colhido aos 110 dias de crescimento, balanceando o teor do girassol. Resultados semelhantes foram obtidos com a adição de forrageiras (marandu; xaraés; piatã e paiaguás) na ensilagem do girassol, além da diminuição do teor de extrato etéreo (CRUVINEL *et al*., 2017). É importante frisar que níveis superiores a 70,0g kg^{-1} MS de extrato etéreo nas dietas podem acarretar reduções na fermentação ruminal, na digestibilidade da fibra e na taxa de passagem (NRC, 2001).

Além da silagem dos sistemas integradas possibilitar aumento do teor de matéria seca da silagem exclusivas das forrageiras, há também o acréscimo nos teores de carboidratos solúveis, principalmente quando o consórcio for realizado com milho, sorgo ou milheto. Este fato é importante para a produção de ácidos láticos das silagens. A concentração adequada de carboidratos solúveis no material ensilado propicia condições favoráveis para estabelecimento e crescimento de bactérias do gênero *Lactobacillus*. Estas por sua vez são responsáveis pela produção do ácido lático, essencial para a rápida estabilização do pH e consequentemente melhor conservação do material ensilado

(McDONALD *et al*., 1991). Consórcio de milho com capim-braquiária na entrelinha, proporciona maior concentração de ácido lático em relação ao monocultivo do capim, além de maior produção de nutrientes por área (LEONEL *et al*., 2009).

Pelos resultados apresentado, pode-se notar as vantagens que os sistemas integrados proporcionam para a produção de silagem. Na região Centro-Oeste, o cultivo na safrinha de culturas anuais, como milho, sorgo, milheto e girassol em conjunto com forrageiras, possibilitam a produção de grãos ou de silagem em época em que há escassez de forragem no campo. Após o corte das plantas, há a rebrota da pastagem para ser fornecida na época seca do ano, com produção e qualidade de forragem.

4. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A produção de silagem de sistemas integrados pode ser uma ferramenta eficaz em minimizar as características não desejáveis dos processos fermentativos das silagens exclusivas das gramíneas forrageiras. O consórcio com forrageiras possibilita a melhoria da qualidade da silagem das culturas anuais, além de reduzir o custo de produção pelo aumento da massa ensilada.

Os sistemas integrados maximizam a produção por área, principalmente quando implantados em safrinha. Pelos resultados obtidos, esta modalidade de cultivo é considerada uma estratégia viável para a produção de volumosos suplementar em período que se constata baixa produção de forragem na região Centro-Oeste do Brasil. Adicionalmente, esses sistemas possibilitam a formação de pastagens após a colheita das culturas para a produção de silagem.

IR PARA SUMÁRIO ▲

Referências bibliográficas

ALMEIDA, R. G.; BARBORA, R. A.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A N. Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração. *In*: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. de; LAURA, V. A.; BALBINO, L. C.; FERREIRA, A. D. (Ed.). ILPF: **inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília, DF: Embrapa, p. 379-388, 2019.

ANÉSIO, A. H. C.; SANTOS, M. V.; DA SILVA, L. D.; SILVEIRA, R. R.; BRAZ, T. G. S.; PEREIRA, R. C. Effects of ensiling density on chemical and microbiological characteristics of sorghum silage. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 26, n. 1, p. 65-69, 2017.

ASSMANN, J M.; MARTINS, A. P.; ANGHINONI, I.; DENARDIN, L. G. O.; NICHEL, G. H.; COSTA, S. E. V. G. A.; SILVA, R. A. P.; BALERINI, F.; CARVALHO, P. C. F.; FRANZLUEBBERS, A. J. Phosphorus and potassium cycling in a long-term no-till integrated soybean-beef cattle production system under diferente grazing intensities insubtropics. **Nutrient Cycling Agroecosystems,** v. 108, n. 1, p. 21-33, 2017.

BERNARDES, T.F.; RÊGO, A.C. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 97, p. 1852-1861, 2014.

CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; MELLO, C. R.; CERRI, C. E. P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 2, p. 277-289, 2010b.

CARVALHO, P, C. F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; SOUZA, E. D. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystms**, v. 88, n. 2, p. 259-273, 2010a.

CARVALHO, P. C. D. F.; BARRO, R. S.; BARTH NETO, A.; NUNES, P. A. D. A.; MORAES, A. D.; ANGHINONI, I.; BREDEMEIER, C.; BAYER, C.; MARTINS, A. P.; KUNRATH, T. R.; SANTOS, D. T.; CARMONA, F. C.; BARROS, T.; SOUZA FILHO, W.; ALMEIDA, G. M.; CAETANO, L. A. M.; CECAGNO, D.; ARNUTI, F; DENARDIN, L. G. O.; BONETTI, J. A.; TONI, C. A. G.; BORIN, J. B. M. Integrating the pastoral component in agricultural systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 47, ed. 20170001, 2018.

CARVALHO, W. G.; COSTA, K. A. P.; EPIFANIO, P. S.; PERIM, R. C.; TEIXEIRA, D. A. A. MEDEIROS, L.T. Silage quality of corn and sorghum added with forage peanuts. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 2, p. 465-472, 2016.

COLOMBINI, S.; GALASSI, G.; CROVETTO, G. M.; RAPETTI, L. Milk prodution, nitrogen balance and fiber digestibility prediction of corn, whole plant grain sorghum, and forage sorghum silages in the dairy cow. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 8, p. 4457-4467, 2012.

COSTA, K. A. P.; ASSIS, R. L.; GUIMARÃES, K. C.; SEVERIANO, E. C.; ASSIS NETO, J. M.; CRUNIVEL, W. S.; GARCIA J. F.; SANTOS, N. F. Silage quality of *Brachiaria brizantha* cultivars ensiled with different levels of millet meal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 1, p. 188-195, 2011.

COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. O. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 1, p. 192-199, 2010.

COSTA, N. R., ANDREOTTI, M., CRUSCIOL, C. A. C., LIMA, C. G. R., CASTILHOS, A. M., SOUZA, D. M., BONINI. C. S. B., PARIZ, C. M. Yield and nutritive value of the silage of corn intercropped with tropical perennial grassses. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 1, p. 63-73, 2017.

COSTA, R. R. G., COSTA, K. A. P., SOUZA, W. F., EPIFANIO, P. S., SANTOS, C. B., SILVA, J. T., OLIVEIRA, S. S. Production and quality of silages pearl millet and paiaguas palisadegrass in monocropping and intercropping in diferente forage systems. **Bioscience Journal**, v. 34, n. 2, p. 957-967, 2018.

COSTA, R. R. G. F.; COSTA, K. A. P.; SANTOS, C. B.; SEVERIANO, E. C.; EPIFÂNIO, P. S.; SILVA, J. T.; TEIXEIRA, D. A. A.; SILVA, V. R. Production and nutritional characteristics of pearl millet and Paiaguas palisadegrass under different forage systems and sowing periods in the offseason. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 19, p. 1712-1723, 2016.

CRUVINEL, W. S., COSTA, K. A. P., TEIXEIRA, D. A. A., SILVA, J. T., EPIFANIO, P. S., COSTA, P. H. C. P., FERNADES, P. B. Fermentation profile

and nutritional value of sunflower silage with Urochloa brizantha cultivars in the off-season. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, n. 2, p. 249-259, 2017.

DANIEL, J. L. P.; BERNARDES, T. F.; JOBIM, T. F.; SCHMIDT, P.; NUSSIO, L. G. Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. **Grass Forage Science**, v. 74, p. 188-200, 2019.

EMBRAPA CERRADOS - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Dia de Campo mostra a versatilidade dos sistemas de integração aos participantes do Congresso Mundial sobre ILPF (2016). Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3669566/dia-de-campo-mostra-a-versatilidade-dos-sistemas-de-integracao-aos-participantes-do-congresso-mundial-sobre-ilpf. Acesso em: maio de 2020.

EPIFANIO, P. S.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; CRUVINEL, W. S.; BENTO, J. C.; PERIM, R. C. Fermentative and bromatological characteristics of Piata palisadegrass ensiled with levels of meals from biodiesel industry. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 491-504, 2014.

FERREIRA, D. J.; ZANINE, A. M.; LANA, R. P.; SOUZA, A. L.; NEGRAO, F. M.; GERON, L. J. V.; H. N. P.; DANTAS, C. C. O. Kinetic parameters of ruminal degradation of marandu grass silage supplemented with brewer´s grain. **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 43, n.1, p. 135-142, 2016.

FLÁVIO NETO, J.; SEVERIANO, E. C.; COSTA, K. A. P.; GUIMARÃES JUNNYOR, W. S.; GONÇALVES, W. G.; ANDRADE, R. Biological soil loosening by grasses from genus Brachiaria in crop-livestock integration. **Acta Scientiarum**. **Agronomy**, v. 37, n. 3, p. 375-383, 2015.

GARCIA, C. M. D. P.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; CELESTRINO, T. D. S.; LOPES, K. S. M. Agronomic performance of corn and forages species in Crop-Livestock Integration system in the Cerrado. **Ciência Rural**, v. 43, n. 4, p. 589-595, 2013.

GUARNIERI, A.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; SILVA, A. G. da; OLIVEIRA, S. S.; SANTOS, C. B. Agronomic and productive characteristics

of maize and Paiaguas palisadegrass in integrated production systems. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3, p. 1185-1198, 2019.

GUIMARAES JR. R.; GONÇALVES, L. C.; MAURÍCIO, R. M.; PEREIRA, L. G. R.; TOMICH, T. R.; PIRES, D. A. A.; JAYME, D. G.; SOUSA, L. F. Cinética de fermentação ruminal de silagens de milheto. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 5, p. 1174-1180, 2008.

KHAN, N. A.; YU, P.; ALI, M.; CONE, J. W.; HENDRIKS, W. H. Nutritive value of maize silage in relation to dairy cow performance and milk quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, p. 238-252, 2015.

LEONEL, F. de P.; PEREIRA, J. C.; COSTA, M. G.; DE MARCO JÚNIOR, P.; SILVA, C. J. da; LARA, L. A. Consórcio capim-braquiária e milho: comportamento produtivo das culturas e características nutricionais e qualitativas das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 166-176, 2009.

LIM, J. M.; NESTOR Jr., K. E.; KUNG Jr., L. The effect of hybrid type and dietary proportions of corn silage on the lactation performance of high-producing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 98, p. 1195-1203, 2015.

MACEDO, C. H. O.; SANTOS, E. M.; SILVA, T. C.; ANDRADE, A. P.; SILVA, D. S.; SILVA, A. P. G.; OLIVEIRA, J. S. Produção e composição bromatológica do sorgo (*Sorghum bicolor*) cultivado sob doses de nitrogênio. **Archivos de Zootecnia**, v. 61, n. 234, p. 209-216. 2012.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 133-146, suplemento especial, 2009.

MACHADO, F. S.; RODRÍGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C; RODRIGUES, J. A. S; RIBAS, M.N.; PÔSSAS, F.P.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; JAYME, D. G.; PEREIRA, L.G.R. Consumo e digestibilidade aparente de silagens de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivos Brasileiro Medicina de Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 6, p. 1470-1478, 2011.

MACHADO, F. S.; RODRÍGUEZ, N. M.; RODRIGUES, J. A. S.; RIBAS, M. N.; TEIXEIRA, A. M.; RIBEIRO JÚNIOR, G. O.; VELASCO, F. O.; GONÇALVES, L. C.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PEREIRA, L. G. R. Qualidade da silagem de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 3, p. 711-720, 2012.

MCDONALD, P.; HERDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. The biochemistry of silage. Marlow, Bucks, UK: Chalcombe Publication, 1991.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; PARIZ, C. M.; BORGHI, E.; COSTA, C.; MARTELLO, J. M.; FRANZLUEBBERS, A. J.; CASTILHOS, A. M. Sidedress nitrogen application rates to sorghum intercropped with tropical perennial grasses. **Agronomy Journal**, v. 108, p. 433-447, 2016.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.

OLIVEIRA, S. S.; COSTA, K. A. P.; SOUZA, W. F.; SANTOS, C. B.; TEIXEIRA, D. A. A.; SILVA, V. C. Production and quality of the silage of sorghum intercropped with Paiaguas palisadegrass in different forage systems and at different maturity stages. **Animal Production Science**, v. 60, n. 5, p. 694-704, 2020.

PALUDO, F. **Silagem de milho com capim-tamani**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, p. 45, 2020.

PARIZ, C. M.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A. C.; MEIRELLES, P. R. L.; CASTILHOS, A. M.; ANDREOTTI, M.; COSTA, N. R.; MARTELLO, J. M. Silage production of corn intercropped with tropical forages in na integrated crop-livestock system with lambs. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 1, p. 54-62, 2017.

PERIM, R. C.; COSTA, K. A. P.; EPIFANIO, P. S.; SOUZA, W. F.; FRANCISCHINI, R.; TEIXEIRA, D. A. A.; CARVALHO, W. G.; SANTOS JR., D. R. Fermentative and bromatological characteristics of Piata Palisadegrass ensiled with energetic brans. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, n. 7, p. 942-954, 2014.

PORTUGAL, A. F.; ROCHA, V. S.; Da Silva, A. G.; PINTO, G. H. F.; FIALHO, O. C. P. Rendimento de matéria seca e proteína de cultivares de sorgo forrageiro no primeiro corte e na rebrota. **Ceres**, v. 50, n. 289, p. 357-366, 2015.

QUINTINO, A. C.; ALMEIRA, R. G.; ABREU, J. G.; MACEDO, M. C. M. Características morfogênicas e estruturais do capim-piatã em sistema de integração lavoura-pecuária. **Veterinária e Zootecnia**, v. 23, n. 1, p. 131-138, 2016.

RESENDE, A. V.; GUTIÉRRES, A. M.; SILVA, C. G. M.; ALMEIDA, G. O.; GUIMARÃES, P. E. O.; OLIVEIRA, P. E.; NETO, M. M. G. Requerimentos Nutricionais do Milho para Produção de Silagem. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016. 12 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 221).

RIBEIRO, M. G.; COSTA, K. A. P.; SOUZA, W. F.; CRUVINEL, W. S.; SILVA, J. T.; SANTOS JÚNIOR, D. R. Silage quality of sorghum and Urochloa brizantha cultivars monocropped or intercropped in diferente planting systems. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 39, n. 3, p. 243-250, 2017.

SANTOS, F. C.; FILHO, M. R. A.; VILELA, L.; FERREIRA, G. B.; CARVALHO, M. C. S.; VIANA, J. H. M. Decomposição e liberação de macronutrientes da palhada de milho e braquiária, sob integração lavoura-pecuária no cerrado baiano. **Revista Brasileira de Ciências Solo**, v. 38, p. 1855-1861, 2014.

SANTOS, C. B.; COSTA, K. A. DE P.; SOUZA, W. F.; OLIVEIRA, I. P.; TEIXEIRA, D. A. A.; COSTA, J. V. C. P. Production and quality of sunflower and Paiaguas palisadegrass silage in monocropped and intercropping in different forage systems. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 42, n. 1, e 48304, 2020.

SILVA, P. C. G.; FOLONI, J. S. S.; FABRIS, L. B.; TIRITAN, C. S. Fitomassa e relação C/N em consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1504-1512, 2009.

SOARES, D. S.; RAMOS, M. L. G.; MARCHÃO, R. L.; MACIEL, G. A.; OLIVEIRA, A. D.; MALAQUIAS, J. V.; CARVALHO, A. M. How diversity

of crop residues in long-term no-tillage systems affect chemical and microbiological soil properties. **Soil and Tillage Research**, v. 194, p. 104316, 2019.

SOUZA, W. F.; COSTA, K. A. P.; GUARNIERI, A.; SEVERIANO, E. C.; SILVA, J. T.; TEIXEIRA, D. A. A.; OLIVEIRA, S. S.; DIAS, M. B. C. Production and quality of the silage of corn intercropped with Paiaguas palisadegrass in different forage systems and maturity stages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 48, ed. 20180222, 2019.

TOMICH, T. R; GONÇALVES, L. C.; TOMICH, R. G. P. Potencial forrageiro de cultivares de girassol produzidos na safrinha para ensilagem. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, n. 6, p. 756-762, 2003.

VINCENT-CABOUD, L.; CASAGRANDE, M.; DAVID, C.; RYAN, M. R.; SILVA, E. M.; PEIGNE, J. Using mulch from cover crops to facilitate organic no-till soybean and maize production. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 39, n. 45, 2019.

IR PARA SUMÁRIO ▲

ENTIDADES DE ENSINO PARTICIPANTES

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - CAMPUS SAMAMBAIA
ENDEREÇO: Universidade Federal de Goiás - UFG. Avenida Esperança, s/n, Campus Samambaia. CEP: 74690-900.

INSTITUTO FEDERAL GOIANO
CAMPUS RIO VERDE
ENDEREÇO: Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, Rio Verde - GO. CEP: 75.901-970 - Brasil.

COMIGO
Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano.
Av. Presidente Vargas, 1878 - Jardim Goias, Rio Verde - GO. 75900-064

EMPRESAS COLABORADORAS

EDEM

sementes SANTAFÉ

EDEM AGROMINERAIS

COMIGO

SEMENTES LIMA
Sementes Forrageiras e Adubação Verde

AGROTERENAS

EMPRESA DO SEGMENTO DO AGRONEGÓCIO

Sistema Agropecuário de

Produção Sustentável

SOBRE O E-BOOK

Tipologia: Cambria, Arsenal

Publicação: Cegraf UFG
Câmpus Samambaia, Goiânia-GO.
Brasil. CEP 74690-900
Fone: (62) 3521-1358
www.cegraf.ufg.br