

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**POTENCIAL PRODUTIVO E NUTRICIONAL DE CULTIVARES DE
MILHETO SOB DOSES DE NITROGÊNIO EM DIFERENTES
ALTURAS PRÉ-CORTE**

Daniel Staciarini Corrêa
Orientador: Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França

GOIÂNIA
2015

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1 **1. Identificação do material bibliográfico:** ☐ Dissertação ☒ Tese

1 **2. Identificação da Tese ou Dissertação**

2

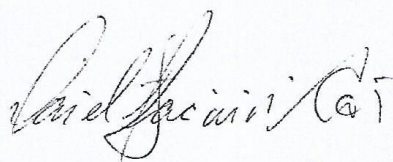
Nome completo do autor: Daniel Staciari Corrêa

Título do trabalho: Potencial produtivo e nutricional de cultivares de milho sob doses de nitrogênio em diferentes alturas pré-corte.

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento ☒ SIM ☐ NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.



Assinatura do (a) autor (a) ²

Data: 12 / 09 / 2016

¹Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

²A assinatura deve ser escaneada.

DANIEL STACIARINI CORRÊA

**POTENCIAL PRODUTIVO E NUTRICIONAL DE CULTIVARES DE
MILHETO SOB DOSES DE NITROGÊNIO EM DIFERENTES
ALTURAS PRÉ-CORTE**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor
em Ciência Animal junto à Escola de Veterinária e
Zootecnia da Universidade Federal de Goiás

Área de concentração:

Produção animal

Orientador:

Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França
EVZ/UFG

Comitê de orientação:

Prof. Dr. Emmanuel Arnhold
EVZ/UFG

Prof. Dr. Roberto Toledo de Magalhães
PUC GOIÁS

GOIÂNIA

2015

Corrêa, Daniel Staciarini

Potencial produtivo e nutricional de cultivares de milho sob doses de nitrogênio em diferentes alturas pré-corte [manuscrito] / Daniel Staciarini Corrêa. - 2015.

xii, 107 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França; co-orientador Dr. Emmanuel Arnhold; co-orientador Dr. Roberto Toledo de Magalhães.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Goiânia, 2015.

Bibliografia.

Inclui tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Adubação nitrogenada. 2. Composição química. 3. Degradabilidade Ruminar. 4. Pennisetum Glauco. I. França, Aldi Fernandes de Souza, orient. II. Arnhold, Emmanuel, co-orient. III. Título.

ATA NÚMERO 199 DE DEFESA DE TESE DE DOUTORADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL DA ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, REALIZADA POR DANIEL STACIARINI CORRÊA. Às 08h30min do dia 28/02/2015, reuniu-se na Sala de Defesas do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Campus II Samambaia, nesta Capital Goiânia - Goiás, a Comissão Julgadora infra nomeada para proceder ao julgamento da Defesa de Tese de Doutorado apresentado (a) pelo (a) Pós-Graduando (a) DANIEL STACIARINI CORRÊA, intitulada "Avaliação do produtivo e valor nutricional de cultivares de milho (Pennisetum glaucum) adubado com duas fontes de nitrogênio em regime de cortes", apresentada para obtenção do Título de Doutor em Ciência Animal, junto à Área de Concentração: Produção Animal desta Universidade. O Presidente da Comissão Julgadora Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França, iniciando os trabalhos, concedeu, a palavra ao (a) candidato (a) DANIEL STACIARINI CORRÊA para exposição em cinquenta minutos do seu trabalho. A seguir, o senhor Presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos Examinadores, os quais passaram a arguir o (a) candidato (a), durante o prazo máximo de vinte minutos, assegurando-se ao mesmo igual prazo para responder aos Senhores Examinadores. Ultimada a arguição, que se desenvolveu nos termos regimentais, a Comissão, em sessão secreta, expressou seu Julgamento, considerando o (a) candidato (a) Aprovado (a) ou Reprovado (a):

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França
Prof. Dr. Verner Eichler - PUC/GO
Profa. Dra. Alzira Gabriela da Silva Pause - UFGa
Dra. Débora de Carvalho Basto
Prof. Dr. Wilian Henrique Diniz Buso - IF Goiano Campus Ceres

APROVADO(A)
/REPROVADO(A)

Aprovado
Aprovado
APROVADO
APROVADO
APROVADO

Em face do resultado obtido, a Comissão Julgadora considerou o(a) candidato(a) DANIEL STACIARINI CORRÊA, HABILITADO (Habilitado (a) ou não Habilitado (a)). Nada mais havendo a tratar, eu Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França, lavrei a presente ata que, após lida e achada conforme foi por todos assinada.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França
Prof. Dr. Verner Eichler - PUC/GO
Profa. Dra. Alzira Gabriela da Silva Pause - UFGa
Dra. Débora de Carvalho Basto
Prof. Dr. Wilian Henrique Diniz Buso - IF Goiano Campus Ceres

ASSINATURA

[Assinaturas manuscritas]

A Banca Examinadora aprovou a seguinte alteração no título da tese:

Potencial produtivo e nutricional de cultivares de milho sob doses de nitrogênio em diferentes alturas pré- corte.

RESUMO

Avaliou-se o efeito de doses de nitrogênio e alturas pré-corte sobre a produção de matéria seca, e valor nutricional de cultivares de milheto. Foram avaliadas, separadamente, duas fontes de nitrogênio: ureia ou sulfonitrato de amônio (SNA) tratado com inibidor de nitrificação. As cultivares utilizadas foram ADR 500; BRS 1501 e ADR 8010. As alturas pré-corte avaliadas foram 0,70; 0,80 e 0,90 m, com altura residual de 0,20 m. As doses de nitrogênio avaliadas foram 0; 45; 90 ou 180 kg ha⁻¹. Para cada cultivar e para cada fonte de nitrogênio, o experimento foi delineado em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 3 (4 doses de N x 3 alturas pré-corte) com três repetições (blocos). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Foi feita análise de regressão para a produção de matéria seca de cada cultivar. O experimento de campo foi conduzido no Departamento de Produção Animal da EVZ/UFG, os ensaios de degradabilidade *in situ* e as análises químico-bromatológicas foram realizadas na Faculdade de Zootecnia da PUC Goiás. Os teores de matéria seca e cinzas foram determinados em estufa e mufla, respectivamente. A proteína bruta (PB) foi determinada pelo método Kjeldhal, a fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) e lignina pelo método sequencial. O extrato etéreo (EE) foi determinado pela metodologia Soxhlet e os carboidratos totais (CHOT) pela equação de Sniffen (1992). As equações de degradabilidade utilizadas foram de Orskov e McDonald (1979), com as adaptações de Sampaio (1988). Os tempos de avaliação foram 0; 12; 24; 48 e 96 horas. Em relação à altura pré-corte conclui-se que o milheto cortado aos 0,70 e 0,80 m de altura apresentou baixos teores de matéria seca, o que prejudica o consumo de MS pelos animais, enquanto o corte aos 0,90 m ofereceu teor satisfatório deste parâmetro. Com relação ao uso da ureia como fonte de nitrogênio, observou-se que as cultivares apresentaram altos teores de carboidratos totais e de extrato etéreo, indicando alta densidade energética da forrageira, contribuindo para contrabalancear os efeitos negativos dos altos teores de FDN apresentados. A adubação nitrogenada aumentou o teor de PB e promoveu aumento de produtividade das cultivares, principalmente quando manejadas a 0,90 m. A adubação com 180 kg ha⁻¹ de nitrogênio (ureia) melhorou o valor nutricional (composição e degradabilidade) das cultivares, com exceção da cultivar ADR 500 manejada na altura pré-corte de 0,80 m. O milheto apresentou alta fração solúvel da FDN, o que compensa o efeito de inibição que esta fração exerce sobre o consumo animal. Com relação ao uso do sulfonitrato de amônio tratado com inibidor de nitrificação os resultados mostraram que houve aumento de produtividade, porém foram observados possíveis efeitos tóxicos nas doses mais baixas (45 e 90 kg N ha⁻¹), revelados pelos baixos teores de proteínas e altos de CHOT e FDN nessas doses. A adubação nitrogenada com fertilizante com inibidor de nitrificação, em altas doses elevou a degradabilidade da matéria seca, da proteína bruta e da fibra insolúvel em detergente neutro do milheto manejado a 0,90 m. A combinação de adubação com as doses de 45 e 90 kg N ha⁻¹ (SNA) com inibidor de nitrificação, com o manejo do milheto a 0,70 ou 0,80 m não favoreceu a qualidade nutricional das forrageiras indicando que, nestes tratamentos, a relação entre a disponibilidade de nitrogênio nas formas de amônio e nitrato pode ter sido prejudicial às plantas.

Palavras-Chave: Adubação nitrogenada; composição química; degradabilidade ruminal; *Pennisetum glaucum*

Dedico à Domingas Cruvinel Batista de Siqueira, não só este trabalho, como todo meu amor, respeito, admiração, a minha vida enfim. Você é minha inspiração. Te amo.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, professor Dr. Aldi Fernandes de Sousa França, agradeço por todos os ensinamentos, toda a disponibilidade, o apoio, colaboração, compreensão, paciência e comprometimento demonstrados independente da hora ou do dia. E pela amizade construída nessa caminhada.

Ao coorientador professor Dr. Emmanuel Arnhold pelo apoio e ensinamentos.

Ao coorientador professor Dr. Roberto Toledo de Magalhães pelo apoio e pela disponibilidade em ceder os laboratórios da PUC Goiás para as análises laboratoriais.

Ao colega Adesvaldo José e Silva Júnior pela imprescindível colaboração durante todas as etapas do experimento.

Aos alunos da PUC Goiás Jéssica, Yrajá, Marcelo, Bruna, pela colaboração nos experimentos.

Aos professores e funcionários da UFG que direta ou indiretamente viabilizaram a realização do curso e dos experimentos.

À coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da UFG, pela disponibilidade, empatia e interesse em sempre resolver as dificuldades encontradas no decorrer do curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pela bolsa de estudos e pelo financiamento do projeto de pesquisa.

À Domingas, por acreditar em mim, pela inspiração, pelo apoio físico, emocional, intelectual e espiritual. Pelos empurrões nas horas de desânimo e por ser a companheira perfeita que você é.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. MILHETO	3
2.1.1. Potencial produtivo, composição química e valor nutricional	5
2.2. NITROGÊNIO	8
2.2.1. Nitrogênio de liberação lenta	9
2.2.2. Os fertilizantes e o meio-ambiente	11
3. REFERÊNCIAS	14

CAPÍTULO 2: POTENCIAL PRODUTIVO E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DE CULTIVARES DE MILHETO SUBMETIDAS A DOSES DE NITROGÊNIO E ALTURAS PRÉ-CORTES

RESUMO	18
ABSTRACT	19
1. INTRODUÇÃO	20
2. MATERIAL E MÉTODOS	22
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
3.1. Potencial Produtivo	25
3.2. Composição químico-bromatológica	30
4. CONCLUSÕES	37
5. REFERÊNCIAS	38

CAPÍTULO 3: PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DE CULTIVARES DE MILHETO SUBMETIDAS A DOSES DE NITROGÊNIO COM INIBIDOR DE NITRIFICAÇÃO E ALTURAS PRÉ-CORTES

RESUMO	42
ABSTRACT	43
1. INTRODUÇÃO	44
2. MATERIAL E MÉTODOS	46

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
3.1. Potencial produtivo	49
3.2. Composição químico-bromatológica	54
4. CONCLUSÕES	61
5. REFERÊNCIAS	62

CAPÍTULO 4:

DEGRADABILIDADE IN SITU DE CULTIVARES DE MILHETO SUBMETIDAS A DOSES DE NITROGÊNIO EM TRÊS ALTURAS PRÉ-CORTE SOB REGIME DE CORTES

RESUMO	66
ABSTRACT	67
1. INTRODUÇÃO	68
2. MATERIAL E MÉTODOS	70
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	74
4. CONCLUSÕES	83
5. REFERÊNCIAS	84

CAPÍTULO 5:

DEGRADABILIDADE IN SITU DE CULTIVARES DE MILHETO SUBMETIDAS A DOSES DE NITROGÊNIO COM INIBIDOR DE NITRIFICAÇÃO EM TRÊS ALTURAS PRÉ-CORTE SOB REGIME DE CORTES

RESUMO	87
ABSTRACT	88
1. INTRODUÇÃO	89
2. MATERIAL E MÉTODOS	91
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	95
4. CONCLUSÕES	103
5. REFERÊNCIAS	104

CAPÍTULO 6:

CONSIDERAÇÕES FINAIS	107
----------------------------	-----

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

FIGURA 1 -	Temperatura e precipitação pluviométrica durante o período experimental	22
FIGURA 2 -	Desenho esquemático de uma parcela de avaliação	23
FIGURA 3 -	Produção de matéria seca da cultivar ADR 500 em função da dose de nitrogênio e altura pré-corte	26
FIGURA 4 -	Produção de matéria seca da cultivar ADR 8010 em função da dose de nitrogênio e altura pré-corte	27
FIGURA 5 -	Produção de matéria seca da cultivar ADR 8010 em função da dose de nitrogênio e altura pré-corte	29

CAPÍTULO 3

FIGURA 1 -	Temperatura e precipitação pluviométrica durante o período experimental	46
FIGURA 2 -	Desenho esquemático de uma parcela de avaliação	47
FIGURA 3 -	Produção de matéria seca da cultivar ADR 500 em função da dose de nitrogênio e altura pré-corte	50
FIGURA 4 -	Produção de matéria seca da cultivar ADR 8010 em função da dose de nitrogênio e altura pré-corte	50
FIGURA 5 -	Produção de matéria seca da cultivar ADR 8010 em função da dose de nitrogênio e altura pré-corte	52

CAPÍTULO 4

FIGURA 1 -	Temperatura e precipitação pluviométrica durante o período experimental	70
FIGURA 2 -	Desenho esquemático de uma parcela de avaliação	71

CAPÍTULO 5

FIGURA 1 -	Temperatura e precipitação pluviométrica durante o período experimental	91
FIGURA 2 -	Desenho esquemático de uma parcela de avaliação	92

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

TABELA 1 -	Efetivo de rebanhos em Goiás, no Brasil e participação dos rebanhos goianos no efetivo do rebanho brasileiro	1
------------	--	---

CAPÍTULO 2

TABELA 1 -	Número de cortes realizados em cada cultivar em função das doses de nitrogênio e alturas pré-corte	25
TABELA 2 -	Teores médios de proteína bruta (PB) determinados nos cultivares de milho sob doses de nitrogênio, em três alturas pré-corte (em % da MS)	32
TABELA 3 -	Teores médios de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) determinados nos cultivares de milho sob doses de nitrogênio, em três alturas pré-corte (em % da MS)	33
TABELA 4 -	Teores médios de fibra insolúvel em detergente e ácido (FDA), determinados nos cultivares de milho sob doses de nitrogênio, em três alturas pré-corte (em % da MS)	35

CAPÍTULO 3

TABELA 1 -	Número de cortes realizados em cada cultivar em função das doses de nitrogênio e alturas pré-corte	49
TABELA 2 -	Disponibilidade de nitrogênio (kg ha^{-1}) na forma de amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-) em função da dose de adubo utilizada	53
TABELA 3 -	Teores médios de proteína bruta (PB) determinados nos cultivares de milho submetidas a doses de nitrogênio em três alturas pré-corte (em % da MS)	55
TABELA 4 -	Teores médios de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) determinados nos cultivares de milho submetidas a doses de nitrogênio em três alturas pré-corte (em % da MS)	57
TABELA 5 -	Teores médios fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) determinados nos cultivares de milho submetidas a doses de nitrogênio em três alturas pré-corte (em % da MS)	58

TABELA 6 -	Teores médios de extrato etéreo (EE) e carboidratos totais (CHOt), determinados nos cultivares de milho submetidos a doses de nitrogênio em três alturas pré-corte (em % da MS)	59
------------	---	----

CAPÍTULO 4

TABELA 1 -	Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibras insolúveis em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) e cinzas (Cz), da cultivar BRS 1501, em função de doses de nitrogênio, em três alturas pré-corte (em % de MS)	74
TABELA 2 -	Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibras insolúveis em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) e cinzas (Cz), da cultivar ADR 500, em função de doses de nitrogênio, em três alturas pré-corte (em % de MS)	75
TABELA 3 -	Taxa de desaparecimento da matéria seca das cultivares avaliadas em função de doses de nitrogênio e alturas pré-corte	76
TABELA 4 -	Fração solúvel (A), fração potencialmente degradável (B) e taxa de degradação da fração B (c) e degradabilidade efetiva da matéria seca das cultivares BRS 1501 e ADR 500 submetidas a alturas pré-corte e doses de nitrogênio	77
TABELA 5 -	Fração solúvel (A), fração potencialmente degradável (B) e taxa de degradação da fração B (c) e degradabilidade efetiva da proteína bruta das cultivares BRS 1501 e ADR 500 submetidas a alturas pré-corte e doses de nitrogênio	79
TABELA 6 -	Fração solúvel (A), fração potencialmente degradável (B) e taxa de degradação da fração B (c) e degradabilidade efetiva da FDN das cultivares BRS 1501 e ADR 500 submetidas a alturas pré-corte e doses de nitrogênio	81

CAPÍTULO 5

TABELA 1 -	Teores médios de matéria seca (MS), de proteína bruta (PB), fibras insolúveis em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) e cinzas (Cz) da cultivar BRS 1501 em função de doses de nitrogênio e alturas pré-corte (em % de MS)	95
------------	---	----

TABELA 2 -	Teores de médios de matéria seca (MS), de proteína bruta (PB), fibras insolúveis em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) e cinzas (Cz) da cultivar ADR 500, em função de doses de nitrogênio e alturas pré-corte (em % da MS)	96
TABELA 3 -	Taxa de desaparecimento da matéria seca das cultivares avaliadas em função de doses de nitrogênio e alturas pré-corte	97
TABELA 4 -	Fração solúvel (A), fração potencialmente degradável (B) e taxa de degradação da fração B (c) e degradabilidade efetiva da matéria seca das cultivares BRS 1501 e ADR 500 submetidas a alturas pré-corte e doses de nitrogênio	98
TABELA 5 -	Disponibilidade de nitrogênio (kg ha^{-1}) na forma de amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-) em função da dose de adubo utilizada	99
TABELA 6 -	Fração solúvel (A), fração potencialmente degradável (B) e taxa de degradação da fração B (c) e degradabilidade efetiva da proteína bruta das cultivares BRS 1501 e ADR 500 submetidas a alturas pré-corte e doses de nitrogênio	100
TABELA 7 -	Frações solúvel (A), potencialmente degradável (B) e taxa de degradação da fração B (c) e degradabilidade efetiva da fibra insolúvel em detergente neutro das cultivares BRS 1501 e ADR 500 submetidas a alturas pré-corte e doses de nitrogênio	101

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO 2

QUADRO 1 -	Resultado da análise do solo da área experimental	22
------------	---	----

CAPÍTULO 3

QUADRO 1 -	Resultado da análise do solo da área experimental	46
------------	---	----

CAPÍTULO 4

QUADRO 1 -	Resultado da análise do solo da área experimental	70
------------	---	----

CAPÍTULO 5

QUADRO 1 -	Resultado da análise do solo da área experimental	91
------------	---	----

CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, ocupa uma área de 204,7 milhões de hectares¹. É ainda, por sua biodiversidade, quantidade de espécies endêmicas e alto grau de ameaça, considerado como um dos 25 *hot spots* mundiais².

Além de sua importância ecológica, o Cerrado possui imensa importância econômica e social, pois é a região mais importante para produção de alimentos no Brasil, possuindo 26,5% de seu território coberto por pastagens cultivadas e 10,5% cobertos por culturas agrícolas, além de aproximadamente 100 milhões de hectares de pastagens nativas^{2,3}.

O Estado de Goiás, de acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística⁴ (IBGE) e IBGE⁵ possui um expressivo rebanho de herbívoros (Tabela 1) com mais de 21,5 milhões de bovinos e mais de 200 mil ovinos e caprinos, além de bubalinos, equinos, asininos e muar.

TABELA 1 - Efetivo de rebanhos em Goiás, no Brasil e participação dos rebanhos goianos no efetivo do rebanho brasileiro

Rebanho	Goiás (nº de cabeças)	Brasil (nº de cabeças)	Participação de Goiás no rebanho brasileiro (%)
Bovino	21.580.398	211.764.292	10,19
Bubalino	34.443	1.332.284	2,58
Ovino	172.808	17.290.519	0,99
Caprino	33.075	8.799.213	0,37
Equino	394.799	5.312.076	7,43
Asinino	5.444	902.716	0,60
Muar	39.394	1.221.756	3,22

Fonte: Adaptado de IBGE⁴ e IBGE⁵.

A maioria desse rebanho é criada em pasto, um sistema de criação tido como de baixo custo, ambientalmente “amigável” e que promove bem-estar aos animais.

Uma característica do sistema de produção animal baseado em pastagens é a sazonalidade da produção, o que faz com que haja sobra de alimento em um período do ano e escassez durante a época seca. No Brasil, aproximadamente 80% da matéria seca produzida nas pastagens, durante o ano, está disponível na estação quente e chuvosa, enquanto a estação fria e seca se torna o período crítico, em que a produção é insuficiente⁶.

Alternativas capazes de reduzir a sazonalidade da produção de forragem e, conseqüentemente da produtividade animal, contribuiriam para a elevação dos índices zootécnicos brasileiros e, em especial, do Estado de Goiás.

Uma dessas alternativas seria o cultivo de pastagens de inverno, que seriam estabelecidas em rotação com as culturas anuais de verão.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Milheto

Para Silva⁷, existem técnicas capazes de manter o nível nutricional adequado da dieta dos animais durante os períodos de escassez de umidade. Dentre essas técnicas estão a irrigação e adubação das pastagens, a conservação de alimentos volumosos na forma de feno e silagem, a utilização de bancos forrageiros e o cultivo de espécies adaptadas a condições adversas.

Dentre as espécies adaptadas a condições adversas, encontra-se o milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), que surgiu entre 4 mil e 5 mil anos ao Sul do Deserto do Saara, e que, por volta do ano 2.000 a.C., foi levada para a Índia e gerou genótipos distintos dos originais africanos⁸. Hoje o milheto é a planta eleita por produtores pobres para produzir grãos e forragem nas regiões de condições climáticas mais severas da Ásia e África Subsaariana. Nestas regiões o clima é árido ou semiárido, as chuvas são escassas e intempestivas e ocorrem secas severas durante toda estação de plantio. As águas dos lençóis freáticos são salobras, porém é a única alternativa que os produtores têm quando a cultura está morrendo⁹. Situações como as relatadas por Sharma et al.⁹ demonstram a grande rusticidade e adaptabilidade do milheto às mais diversas situações, provando que a cultura pode ser uma alternativa para as épocas de escassez de forragem no Cerrado.

O gênero *Pennisetum* apresenta mais de 140 espécies, está distribuído por toda a faixa tropical do planeta e reúne, além do milheto, forrageiras como o capim-elefante (*P. purpureum*) e o capim-quicuí (*P. clandestinum*)¹⁰.

O milheto é uma gramínea anual de verão, cespitosa, de crescimento ereto e apresenta excelente produção de perfilhos e vigorosa rebrota após corte ou pastejo. Pode superar os 3 m de altura, requer calor para germinar e se estabelece de maneira uniforme e proveitosa. Exige um mínimo de 30 mm de água para germinação, podendo ser, desta forma, uma boa opção como planta de cobertura de outono-inverno⁸. Rostamza et al.¹¹ destacam que o milheto vem se tornando uma cultura-chave à medida em que são cada vez mais comuns restrições à irrigação de culturas em regiões áridas e semiáridas.

Avaliando a produtividade do milheto sob condições de estresse hídrico (40; 60; 80 ou 100% de déficit hídrico no solo), Rostamza et al.¹¹ verificaram, respectivamente, produções de 21,4; 19,9; 15,4 e 11,0 toneladas de matéria seca (MS) por hectare, demonstrando a rusticidade da planta.

A cultura do milho passou a se destacar no cerrado após trabalhos de seleção iniciados em 1981. Na região Centro-Oeste houve grande expansão do seu cultivo devido ao uso do grão e à utilidade como cobertura morta no sistema de plantio direto⁷. Alvarenga et al.¹² destacam como vantagens do milho, o sistema radicular altamente desenvolvido, podendo alcançar mais de 2,0 m de profundidade, o que o torna capaz de absorver nutrientes em maiores profundidades e reciclar os nutrientes não absorvidos pelas culturas anuais. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária⁸ atribui o aumento da área plantada com milho nas regiões de Cerrado, ao seu enorme potencial de cobertura do solo oferecido para a prática do plantio direto, bem como para o uso como forrageira.

De acordo com EMBRAPA⁸, a tendência da cultura é crescer cada vez mais para a região dos Cerrados devido ao desenvolvimento da atividade pecuária e, principalmente, em função da expansão do sistema de plantio direto, que utiliza a gramínea para a cobertura do solo, devido a qualidades e características intrínsecas que são reconhecidas de forma imediata pelos produtores que utilizam a cultura como opção de cobertura no Cerrado.

O uso da cultivar ADR 300 como cobertura de solo entre lavouras anuais foi avaliado por Carpin et al.¹³, os autores verificaram que, quando cortado no início do florescimento, o milho liberou 171,6 kg ha⁻¹ de N; 19,2 kg ha⁻¹ de P e 440,7 kg ha⁻¹ de K, num período de 150 dias. Teixeira et al.¹⁴ avaliaram a cobertura de solo com milho em solo arenoso e sem adubação e verificaram a liberação de 14,6 e 7,5 kg ha⁻¹ de N; 11,8 e 7,1 kg ha⁻¹ de P; 95,9 e 57,6 kg ha⁻¹ de K, respectivamente para as cultivares ENA 2 e BRS 1501.

Como planta forrageira, Kichel e Miranda¹⁵ afirmam que o milho apresenta excelente valor nutritivo (até 24% de proteína bruta (PB) quando em pastejo), boa palatabilidade e digestibilidade (60% a 78%) e é atóxica aos animais, pode alcançar até 60 toneladas de massa verde e 20 toneladas de matéria seca por hectare, quando cultivado no início da primavera, podendo proporcionar ganhos de até 600 quilos/hectare de peso vivo, funcionando como um suplemento proteico/energético, principalmente durante a seca; a intercalação desta forrageira com as pastagens perenes resulta numa melhoria considerável na dieta dos animais. É uma planta de alta resistência à seca, adaptação a solos de baixa fertilidade, alto potencial de produção de massa e de fácil estabelecimento⁷.

Kichel e Miranda¹⁵ ressaltam que, em plantio de safrinha após a cultura de soja ou milho, o milho vem sendo cultivado apenas no resíduo da adubação dessas culturas, com produção satisfatória, mas advertem para o fato que a aplicação, em cobertura, de 30 kg a 60 kg de nitrogênio/ha, contribui para aumentar a produtividade e qualidade de matéria seca, a produção de grãos e estender o período de pastejo. Ainda, segundo os mesmos autores, em

plantio de primavera/verão, o solo deve ser corrigido como se fosse para plantio de uma forrageira de média exigência e o nitrogênio deverá ser usado na base de 50 kg/ha a 100 kg/ha.

A cultivar ADR 500 foi lançada comercialmente em 2003 pela Sementes Adriana em parceria com a Bonamigo Melhoramento. É uma cultivar desenvolvida para produção de forragem, que pode atingir 2,65 m de altura, possui ciclo tardio, grande capacidade de perfilhamento e é recomendada para o plantio em todo Brasil, embora necessite de temperaturas acima de 15°C para germinar e não se desenvolva bem em temperaturas abaixo de 10°C¹⁶.

A cultivar ADR 500 foi avaliada quanto à tolerância ao estresse hídrico no Estado do Piauí e apresentou maior produção de biomassa da parte aérea e de raízes após oito dias sem irrigação que os capins Piatã e Marandu (*Brachiaria brizantha*) e que a leguminosa Mucuna Preta (*Mucuna aterrima*) Pacheco et al.¹⁷.

A cultivar BRS 1501 foi lançada pela EMBRAPA/CNPMS em 1999 como uma cultivar de duplo propósito. É uma variedade de polinização aberta, originada por seleção massal de uma população americana. Possui ciclo médio, boa capacidade de perfilhamento e tem mostrado boa recuperação na rebrota. Seu porte médio é de 1,80 m e é recomendada para as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul⁸.

A silagem de diversas cultivares foi avaliada por Pinho et al.¹⁸ e a silagem de BRS 1501 apresentou maior teor de PB (11,01%), com os teores de FDN, FDA, extrato etéreo e matéria mineral não apresentando diferenças entre esta cultivar e as demais (ADR 500; SAUNA B; CMS 1 e CMS 3).

A cultivar ADR 8010 é “granífera”, de porte médio, com ciclo médio de 95 dias, resistente ao acamamento e com produção média de 30 a 45 sacos/ha. Produz de 4 a 6 toneladas ha⁻¹ de matéria seca, podendo ser utilizado para plantio direto⁸.

Avaliando, em vasos, a produção de biomassa de gramíneas submetidas a estresse hídrico no Estado do Piauí, Pacheco et al.¹⁷ reportam que a cultivar ADR 8010, em intervalos de oito dias sem irrigação, produz mais biomassa de folhas verdes que os *B. brizantha* cvs. Piatã e Marandu.

2.1.1. Potencial produtivo, composição química e valor nutricional

Shain et al.¹⁹ avaliando a resposta produtiva do milheto à adubação nitrogenada (0, 71,43; 107,14; 142,83 ou 178,57 kg N ha⁻¹) (nitrato de amônio) e alturas de corte (0,10 ou 0,20 m de resíduo) e verificaram que a dose de 107,14 kg N ha⁻¹ e altura de 0,10 m de resíduo promoveram maior perfilhamento da cultura após os dois primeiros cortes e que a combinação de 178,57 kg N ha⁻¹ com 0,10 m de resíduo promoveram o maior perfilhamento após o terceiro

corte; a maior produção de matéria fresca foi atingida com a combinação de 178,57 kg N ha⁻¹ com 0,10 m de resíduo (71,6 t ha⁻¹, com um teor de MS de 35,3%). A maior produção de MS foi verificada com a combinação de 178,57 kg N ha⁻¹ com 0,20 m de resíduo (25,7 t ha⁻¹, com teor de MS de 43,8%). As menores produções de matéria fresca e de MS ocorreram, respectivamente, na parcela sem adubação cortada a 0,10 m (23,1 t ha⁻¹, com teor de MS de 40,6%), e na parcela sem adubação cortada a 0,20 m (8,6 t ha⁻¹, com 36,9% de MS). Estes teores de matéria seca são superiores aos normalmente verificados em outros experimentos, porém os autores não especificaram o critério usado para colheita das plantas e, no experimento, são relatadas colheitas com plantas de diferentes alturas, variando de 0,64 m a até 1,43 m.

Em trabalho conduzido para avaliar a altura de pré-corte (0,60; 0,80 e 1,00 m) do milho (cultivares ADR 500, LAB 1542 e LAB 1838) Leão et al.²⁰ não verificaram diferenças entre as cultivares. Em relação à altura pré-corte a produção de matéria seca (média entre as cultivares) aumentou à medida que esta altura se elevou; as plantas cortadas a 0,60 m produziram 31.050 kg MS ha⁻¹; enquanto o corte a 0,80 m propiciou produção de 36.864 kg MS ha⁻¹ e a 1,00 m, alcançou 46.482 kg MS ha⁻¹.

A composição bromatológica do milho também foi avaliada por Buso et al.²¹ (cultivares ADR-7010, ADR-500 e BRS 1501) em função de doses de nitrogênio (0; 50; 100 e 200 kg ha⁻¹) e os autores verificaram teores de proteína bruta variando entre 20,35% (0 kg N ha⁻¹) e 22,53% (100 kg N ha⁻¹). Os valores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) variaram de 56,33% (50 kg N ha⁻¹) a 60,11% (0 kg N ha⁻¹) e os teores de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) ficaram entre 30,23% (50 kg N ha⁻¹) e 32% (0 kg N ha⁻¹). Os autores colheram o milho quando a planta atingiu 0,70 m de altura, neste ponto, o milho apresentou teores de matéria seca, que oscilaram entre 8,90% (0 kg N ha⁻¹) e 11,14% (100 kg N ha⁻¹); a digestibilidade *in vitro* da matéria seca não foi influenciada pela dose de nitrogênio e o valor médio foi de 72,94%.

Silva et al.²² também avaliaram a adubação nitrogenada (0; 50; 100 e 150 kg ha⁻¹) e a altura de resíduo (0,20 e 0,25 m) e verificaram baixos teores de MS. Para a altura de resíduo de 0,20 m o teor médio de MS foi de 11,49% para o milho cortado aos 31 dias após a emergência e de 10,98% aos 13 dias de rebrota. Apenas no terceiro corte, que ocorreu 21 dias após o segundo, o teor de matéria seca foi influenciado pela adubação nitrogenada; os teores de MS foram de 18,15% (0 kg N ha⁻¹); 15,09% (50 kg N ha⁻¹); 15,84% (100 kg N ha⁻¹) e 15,32% (150 kg N ha⁻¹). Quando a altura residual foi de 0,25 m, os teores de MS nos dois primeiros cortes variaram entre 10,67% (100 kg N ha⁻¹) e 12,68% (0 kg N ha⁻¹). No terceiro corte o milho apresentou 17,29% (0 kg N ha⁻¹) e 15,34% (150 kg N ha⁻¹) de matéria seca. Nesse estudo os

teores de PB variaram de 14,01% (0 kg N ha⁻¹ x 0,25 m) a 24,35% (150 kg N ha⁻¹ x 0,20 m); enquanto a FDN variou de 51,50% (150 kg N ha⁻¹ x 0,20 m) a 71,99% (50 kg N ha⁻¹ x 0,25 m) e a FDA entre 25,71% (150 kg N ha⁻¹ x 0,20 m) e 42,31% (50 kg N ha⁻¹ x 0,20 m).

O fracionamento de proteínas das cultivares ADR-300 e BN-1 em diferentes idades de corte (31, 44 ou 65 dias) foi avaliado por Faria Júnior et al.²³. O teor de PB foi mais elevado aos 44 dias (14,24% para BN-1 e 14,54% para ADR-300). Na cultivar ADR-300, aos 44 dias de crescimento vegetativo foi a idade em que a planta apresentou maior concentração de nitrogênio não proteico - (Fração A), enquanto na cultivar BN-1, essa fração diminuiu com o avanço da maturidade da planta. Em ambas cultivares, as frações B₁ (proteína de rápida degradação ruminal) e C (proteína indegradável no rúmen) diminuíram com a idade, ao passo que as frações B₂ e B₃ (proteínas de média e lenta degradação, respectivamente) aumentaram à medida que a idade da planta avançou. Os resultados são importantes porque possibilitam um balanceamento mais preciso das dietas de ruminantes.

O efeito de doses de nitrogênio (0; 75; 150 e 225 kg N ha⁻¹) sobre o milho submetido ao estresse hídrico foi avaliado por Rostamza et al.¹¹ que verificaram, para as plantas colhidas com um metro de altura, as seguintes composições químico-bromatológicas: sem adubação (22,52% de MS; e 15,14% de PB); para a dose de 75 kg N ha⁻¹ (22,00% de MS e 16,43% de PB); para a dose de 150 kg N ha⁻¹ (21,41% de MS e 17,59% de PB) e para a dose de 225 kg N ha⁻¹ (21,86 de MS e 18,98% de PB). A produção de MS variou de 11,05 t ha⁻¹ (100% de déficit hídrico, sem adubação) a 21,45 t ha⁻¹ (40% de déficit hídrico, com 225 kg N ha⁻¹). Os resultados atestam que, mesmo em condições adversas de clima, a planta é capaz de responder à adubação nitrogenada.

A composição bromatológica do milho é influenciada pela altura e pela idade de corte. Leão et al.²⁰ relatam valores de PB e nutrientes digestíveis totais (NDT), respectivamente, de 15,26 e 58,77%; 13,34 e 57,84% e 10,43 e 56,95% para as alturas de 0,60; 0,80 e 1,00 m.

Kollet et al.²⁴ avaliaram o corte aos 35, 42 ou 49 dias de idade e os resultados de produção de MS, teores de PB, FDN e FDA foram: 2.574 kg MS ha⁻¹, 19,33% de PB, 53,03% de FDN e 29,07% de FDA (35 dias); 3.200 kg MS ha⁻¹, 15,42% de PB, 55,78% de FDN e 31,78% de FDA (42 dias) e 6.037 kg MS ha⁻¹, 13,62% de PB, 63,96% de FDN e 34,73% de FDA (49 dias).

2.2 NITROGÊNIO

Segundo Shaviv²⁵ a produtividade de nutrientes por área utilizada vem crescendo e que, nos próximos anos, a produção de alimentos deverá ser mais intensiva e eficiente do que nunca. Esses argumentos são reforçados por Ni et al.²⁶, que destacam o fato de que, nos últimos 40 anos, a produção mundial de cereais dobrou, principalmente devido ao maior aporte de fertilizantes e pesticidas e ao maior consumo de água.

Infelizmente, esse aumento de eficiência na produção veio acompanhado de marcantes impactos ambientais. Um desses impactos é a eutrofização de ecossistemas e contaminação de ambientes (água, solo e atmosfera) por fertilizantes, mais marcadamente fósforo e nitrogênio. O uso de nitrogênio saltou de 32 milhões de toneladas na década de 1970 para próximo de 100 milhões de toneladas em 2010²⁶, em muitos lugares o nutriente vem se acumulando em níveis muito superiores àqueles aos quais os ecossistemas estão adaptados²⁵.

Dada a sua importância para a agricultura, e a crescente demanda mundial por alimentos, a tendência é de aumento no uso de adubos nitrogenados.

De acordo com Silva et al.²⁷, uma vez supridas as necessidades básicas de todos os nutrientes, o nitrogênio é que vai determinar a velocidade de crescimento e a produção de forragem. O nitrogênio é um componente central das proteínas, ácidos nucleicos, dos hormônios e da clorofila³¹ e a adubação nitrogenada afeta o alongamento foliar, a taxa de perfilhamento e favorece a formação de gemas axilares²⁷. De acordo com IBGE²⁹ e com International Fertilizer Industry Association³⁰ (IFA), os fertilizantes nitrogenados são a classe de fertilizantes mais utilizada no Brasil e no Mundo.

Dados do censo agropecuário²⁹ mostram que no Brasil existem 2.277.211 propriedades rurais onde se pratica a pecuária, as quais possuem uma área de mais de 158 milhões de hectares de pastagem. Porém, o mesmo censo mostra que menos de 10% dessas propriedades aplicaram qualquer tipo de fertilizante nas pastagens.

A adubação nitrogenada das pastagens contribui para o aumento da produção e da qualidade da forragem atuando, assim, sobre os dois determinantes primários da produção animal, a taxa de lotação e o desempenho dos animais³².

Um dos problemas enfrentados quando da aplicação de fertilizantes nas pastagens, é a perda de nutrientes que não são aproveitados pelas plantas, diminuindo a eficiência da utilização dos produtos. Essas perdas podem ocorrer por vários processos: volatilização, lixiviação, percolação ou, ainda, pela indisponibilização do nutriente. Solo e planta são dois sistemas antagônicos que competem pelos nutrientes disponíveis ou aplicados e essa

competição é, a principal razão pela qual apenas uma proporção dos nutrientes é capturada e utilizada pelas plantas³³.

2.2.1 Nitrogênio de liberação lenta

Com o intuito de reduzir as perdas de nutrientes aplicados nas culturas, foram desenvolvidos os fertilizantes de liberação lenta e/ou controlada, que se caracterizam por não deixarem o nutriente prontamente disponível para as plantas ou solo, sendo liberado gradativamente para o sistema.

De acordo com Shaviv²⁵ fertilizantes de liberação controlada são aqueles em que a taxa, o padrão e a duração da liberação dos nutrientes são bem conhecidos, podem ser controlados durante a preparação destes fertilizantes, já os fertilizantes de liberação lenta são aqueles que liberam os nutrientes de maneira mais lenta que os seus correspondentes tradicionais, porém, a taxa, o padrão e a duração da liberação de nutrientes não é controlada. De forma geral, seja para os fertilizantes de liberação lenta, seja para os de liberação controlada, o que ocorre é a redução da taxa de solubilidade em água destes nutrientes³⁴.

Segundo Trenkel³³ fertilizantes de liberação lenta/controlada são produtos que contém um nutriente vegetal que: a) atrasa a disponibilidade de absorção e uso deste nutriente pela planta e b) fica disponível para a planta por um tempo significativamente maior do que o fertilizante referência.

Em pastagens a disponibilidade de nutrientes durante longos períodos de tempo é desejável, pois, diferente das culturas anuais, que necessitam de grandes quantidades de nutrientes em curtos espaços de tempo, as pastagens necessitam dos nutrientes durante todo o ano.

O revestimento do nitrogênio (ureia) foi desenvolvido por Ni et al.²⁶ com uma dupla camada composta por etilcelulose (camada interna) e ácido poliacrílico co-acrilamida reticulado (camada externa). Os autores chegaram a um produto final com 21,1% de N, que libera aproximadamente de 75% do N em 30 dias e que ainda é capaz de absorver 70 vezes o seu peso em água, funcionando como um reservatório para as plantas na época seca. Li et al.³⁵ revestiram ureia com poliuretano e o método de ação do fertilizante consiste na penetração da água líquida ou do vapor d'água presente no solo na camada de poliuretano, entrando em contato com a ureia, que se solubiliza e libera o nitrogênio. Nesse processo, aproximadamente 20% da ureia pode ficar retida na cápsula de poliuretano. Sem o revestimento, toda a ureia é solubilizada na água em menos de 10 minutos.

Outros materiais para o encapsulamento de fertilizantes foram testados, como o amido + PVA (álcool polivinil)³⁶, biofilmes à base de lignina³⁷, entre outros, mostrando que existem várias possibilidades e que pesquisas devem ser desenvolvidas para que o processo fique cada vez mais simplificado e de menor custo.

Uma deficiência dos trabalhos conduzidos com fertilizantes de liberação lenta e/ou controlada é que não são publicados os dados sobre o tempo necessário para que sejam liberados 100% dos nutrientes, a maior parte dos trabalhos abrange um período que varia de 30 a 60 dias.

Outra forma de retardar a liberação do nitrogênio presente nos fertilizantes é o uso de inibidores da nitrificação e de inibidores da urease. Os inibidores de nitrificação são usados para impedir a nitrificação do amônio (NH_4^+). São compostos que atrasam a oxidação bacteriana do NH_4^+ por deprimir, por certo período de tempo, a atividade das bactérias do gênero *Nitrosomas* no solo. Essas bactérias transformam o NH_4^+ em nitrito (NO_2^-), que posteriormente será transformado em nitrato (NO_3^-) pelas bactérias *Nitrobacter* e *Nitrosolobus*³³, essa segunda fase da nitrificação, de acordo com Barth³⁸, não é afetada pelos inibidores de nitrificação.

A produtividade de milho adubado com adubo convencional e adubado com adubo contendo o inibidor de nitrificação 3,4-dimetil pirazolfosfato (DMPP) foi avaliado por Lana et al.³⁹. A adubação convencional consistiu na aplicação de 500 kg ha⁻¹ da fórmula 08-28-16, na semeadura e duas coberturas com 60 kg ha⁻¹ de N (ureia), aos 25 e aos 35 dias após a emergência; o tratamento de avaliação foi aplicação de 500 kg ha⁻¹ da fórmula 08-28-16, juntamente com 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de sulfonitrato de amônio, tratado com o DMPP, de uma só vez na semeadura. A produção de grãos foi de 9.396,8 kg ha⁻¹ para o tratamento com inibidor de nitrificação e de 7.871,5 kg ha⁻¹ para o tratamento com adubação convencional. O DMPP possui as características de exercer efeito específico sobre as bactérias nitrosomonas, possuir ação bacteriostática temporária e não bactericida, e foi considerado, em testes na Europa, como sendo inofensivo para organismos aquáticos e terrestres, além de ser degradado biologicamente no solo e sem efeito residual³⁹.

A urease é uma enzima extracelular produzida por bactérias, actinomicetos e fungos do solo, que promove a hidrólise da ureia, liberando amônia que pode volatilizar. Essa enzima pode, dependendo da temperatura e umidade do solo, hidrolisar toda ureia aplicada na superfície do solo em três dias³⁸. Uma vez que essa hidrólise ocorre, é formado o carbonato de amônio $[(\text{NH}_4^+)_2\text{CO}_3]$, que é instável e se desdobra em amônia (NH_3), CO_2 e H_2O . Essa amônia formada pode volatilizar, diminuindo o aproveitamento do N aplicado, enquanto o atraso na hidrólise

reduz a concentração de N-NH_3 presente na superfície do solo, diminui o potencial de volatilização do N e permite o deslocamento da ureia para horizontes mais profundos do solo³⁸.

2.2.2 Os fertilizantes e o meio-ambiente

A aplicação de fertilizantes químicos no solo busca corrigir deficiências nutricionais para se manter ou aumentar a produtividade por área, porém, se estes fertilizantes não são utilizados pelas plantas, eles podem causar danos ambientais, como a eutrofização das águas superficiais e subterrâneas e a produção de gases de efeito estufa.

O óxido nitroso (N_2O) é um gás de efeito estufa cujo potencial de aquecimento global corresponde a 296 vezes o potencial de aquecimento do dióxido de carbono (CO_2)⁴⁰, ou seja, embora seja um gás de baixa concentração na atmosfera é, proporcionalmente, o gás que mais contribui para o aquecimento global, ademais de acordo com Snyder et al.⁴¹, o N_2O é o principal gás produzido pela agricultura devido, principalmente, ao uso de fertilizantes nitrogenados.

As emissões de N_2O resultam dos processos de nitrificação e denitrificação realizados por microorganismos do solo. A nitrificação ocorre quando bactérias oxidantes transformam o amônio (NH_4^+) em nitrito (NO_2^-), que posteriormente é transformado em nitrato (NO_3^-). Como subprodutos dessas transformações são formados o óxido nítrico (NO) e o N_2O ; já a denitrificação é o processo em que o NO_3^- é transformado em dinitrogênio (N_2), nesse processo são liberadas quantidades variáveis de N_2O ⁴¹. Em regiões tropicais esse processo é mais intenso que em regiões de clima temperado, já que a atividade dos micro-organismos nitrificantes e denitrificantes é dependente da temperatura. Outros fatores que determinam a emissão de N_2O são a textura do solo, a disponibilidade de amônio, nitrato e oxigênio no solo, a umidade, o tipo de fertilizante utilizado, a quantidade e taxa de mineralização da matéria orgânica e o pH do solo (solos de pH neutro ou alcalino favorecem o desenvolvimento de micro-organismos)^{41,42}.

De acordo com Del Grosso et al.⁴³ o nitrogênio que volatiliza das aplicações de fertilizantes se deposita em outros locais, entra no sistema planta-solo sofre transformações que resultam em emissões de N_2O , ainda, uma parte do NO_3^- escorre para os sistemas aquáticos e pode ser denitrificado, se tornando uma fonte de óxido nitroso.

Estudo conduzido em estufa por Mora Ravelo et al.⁴² quantificou as emissões de N_2O de diferentes fertilizantes. Os autores utilizaram como fertilizante comercial uma mistura de ureia e fosfato monoamônio, um fertilizante orgânico (vermicomposto) e um fertilizante de

liberação lenta, um produto denominado “GAPU” (uma matriz de argila enriquecida com nitrogênio e fósforo que, à época do estudo, estava em processo de patenteamento).

Os autores observaram que a emissão de N_2O foi, em média, 144 kg ha^{-1} menor quando foram utilizados os fertilizantes orgânico ou de liberação lenta em comparação ao fertilizante comercial.

O crescente uso de nitrogênio nos sistemas agrícolas, com a baixa eficiência de utilização do adubo, tem levado à degradação dos cursos d'água, eutrofização dos ecossistemas costeiros e ao aumento da concentração atmosférica de óxido nitroso²⁶. Yan et al.³⁴ estimam que a perda de nitrogênio chega a 45% do total aplicado, já Civardi et al.⁴⁴ relataram perdas de 78% para o nitrogênio aplicado na forma de ureia e 15% para o sulfato ou nitrato de amônio.

A utilização de fertilizantes de liberação lenta/controlada pode trazer benefícios ambientais à medida que reduz as perdas de nutrientes. A redução de perdas aumenta a produtividade das plantas, o que reduz a necessidade de aumento de área para agricultura ou pecuária, reduz a quantidade de fertilizante aplicado (a produção de fertilizantes gera impactos ambientais), e reduz a liberação de N para o ambiente, diminuindo seus impactos sobre o aquecimento global e a poluição das águas superficiais e subterrâneas.

Estudo conduzido por Barth³⁸ avaliando a adubação em cobertura da cana-de-açúcar com seis fontes de nitrogênio (ureia, nitrato de amônio, sulfato de amônio, sulfonitrato de amônio, ureia com inibidor de urease e sulfonitrato de amônio com inibidor de nitrificação) mediu a produtividade da cultura e a volatilização de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) em duas safras consecutivas. A ureia com inibidor de urease reduziu a volatilização do $N-NH_3$ em 59,8% e 58,3%, na primeira e segunda safra, respectivamente, enquanto o inibidor de nitrificação reduziu a volatilização em 16,2% e 9,3%. A produtividade da cultura não foi alterada em virtude da fonte de N.

Grant et al.⁴⁵ avaliaram a produção de trigo (*Triticum aestivum*), cevada (*Hordeum vulgare*), canola (*Brassica napus*) e milho (*Zea mays*) em cinco regiões diferentes, abarcando várias condições ambientais diferentes. Os autores avaliaram a produtividade das culturas em função do uso de ureia de liberação lenta ou ureia comum ou mistura de 50% de cada. Os resultados demonstraram que o uso da ureia de liberação lenta, na maioria dos casos, retardou o desenvolvimento inicial das culturas, promovendo menor produção de matéria seca, porém, nas regiões mais úmidas, o uso da ureia de liberação controlada ou da mistura 50% ureia + 50% ureia de liberação controlada promoveu aumento na produção de grãos do trigo e da canola.

Podemos inferir que nesses casos, provavelmente houve maior solubilização da ureia devido à umidade, e que a mistura das duas fontes promoveu melhores resultados porque

combinou a alta disponibilidade de nitrogênio proveniente da ureia no início do desenvolvimento das plantas à disponibilidade prolongada do nitrogênio proveniente da ureia de liberação controlada, que fez com que o nutriente estivesse presente no momento da formação dos grãos.

A recuperação do N-ureia foi avaliada por Martha Júnior et al.⁴⁶ em pastagens de capim-tanzânia (*Panicum maximum*), os autores concluíram que a recuperação de N-ureia tende a diminuir à medida que se aumenta a dose, o que demonstra a baixa eficiência do fertilizante. Para a dose aplicada de 120 kg ha⁻¹ a recuperação no solo ficou próxima a 20%, enquanto no sistema radicular ficou próxima de 2% e nas folhas ficou em torno de 6%.

Os dados apresentados por Martha Júnior et al.⁴⁶ reforçam a necessidade de uso de fontes mais eficientes de nitrogênio, de forma que as pastagens possam aproveitar maiores quantidades do nutriente sem que ele se perca para o ambiente e vá poluir as águas e o solo.

O efeito da adubação nitrogenada sobre a produção das plantas forrageiras é bem documentado na literatura. O efeito dos fertilizantes de liberação lenta, sobretudo quando se trabalha com altas doses de nitrogênio, deve ser mais bem investigado, para que se conheçam as vantagens e desvantagens decorrentes de sua aplicação.

3. REFERÊNCIAS

1. Sano EE, Rosa R, Brito JLS, Ferreira LG. [Semidetailed land use mapping in the Cerrado]. *Pesq Agropec Bras*. 2008;43(1):153-6. Portuguese.
2. Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, Kent J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 2000;403(24):853-8.
3. Euclides Filho K. Produção animal no bioma Cerrado: uma abordagem conceitual. 43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia; 2006; João Pessoa, Brasil. Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia; 2006. p. 89-108.
4. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da pecuária municipal 2013. Rio de Janeiro; 2014, 41:108p.
5. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da pecuária municipal 2012. Rio de Janeiro; 2013, 40:71p.
6. Fernandes AM, Queiroz AC, Pereira JC, Lana RP, Barbosa MHP, Fonseca DM, Detmann E, Cabral LS, Pereira ES, Vittori A. [Chemical composition of sugar cane varieties (*Saccharum* spp L.) with different cycles of production in three cut time]. *R Bras Zootec*. 2003;32(4):977-85. Portuguese.
7. Silva AG. Fontes de fósforo na produção e composição Bromatológica de cultivares de milho forrageiro. [Tese]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia; 2010.
8. Embrapa/CNPMS. Cultivo do Milheto. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2014. Sistemas de produção 3. [acesso 01 Fev 2015]. Disponível em: www.spo.cnptia.embrapa.br/expediente?p_p_id=expedienteportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-3&p_p_col_pos=2&p_p_col_count=7&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3833&expedienteportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet_redirect=https%3A%2F%2Fwww.spo.cnptia.embrapa.br%2Fconteudo%3Fp_p_id%3Dconteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_count%3D1%26p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId%3D3833%26p_r_p_-996514994_topicoId%3D3849.
9. Sharma PC, Singh D, Sehgal D, Singh G, Hash CT, Yadav RS. Further evidence that a terminal drought tolerance QTL of pearl millet is associated with reduced salt uptake. *Environ Exp Bot*. 2014;102(sn):48-57.
10. Pereira AV, Auad AM, Léo FJS, Barbosa S. *Pennisetum purpureum*. In: Fonseca DM, Martuscello JA, editores. Plantas Forrageiras. Viçosa (MG): UFV; 2010. p.197-219.
11. Rostamza M, Chaichi MR, Jahansouza MR, Alimadadi A. Forage quality, water use and nitrogen utilization efficiencies of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.) grown under different soil moisture and nitrogen levels. *Agr Water Manage*. 2011;98(10):1607-14.

12. Alvarenga RC, Cabezas WAL, Cruz JC, Santana DP. [Cover crops for no tillage systems]. *Inf Agropec.* 2001;22(208):25-36. Portuguese.
13. Carpim LC, Assis RL, Braz AJBP, Silva GP, Pires FR, Pereira VC, Gomes GV, Silva AG. [Nutrient release from pearl millet in different phenological stages]. *R Bras Ci Solo.* 2008;32(Num. Esp.):2813-9. Portuguese.
14. Teixeira MB, Loss A, Pereira MG, Pimentel C. [Decomposition and nutrient release from millet and sorghum biomass]. *R Bras Ci Solo.* 2011;35(3):867-76. Portuguese.
15. Kichel AN, Miranda CHB. *Uso do milheto como planta forrageira.* Campo Grande: EMBRAPA/CNPGC, 2000. Gado de Corte Divulga, n. 46. [acesso 24 Nov 2014]. Disponível em: <http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD46.html>.
16. Sementes Adriana. Manual técnico: ADR 500 super massa. [acesso em 21 Fev 2015]. Disponível em: <http://www.sementesadriana.com.br/produtos/milheto/adr-500-centro-oeste-e-sudeste>.
17. Pacheco LP, Petter FA, Lima MPD, Alixandre TF, Silva LMA, Silva RR, Ribeiro WRM. Development of cover crops under different water levels in the soil. *African J Agric Res.* 2013;8(19):2216-23.
18. Pinho RMA, Santos EM, Rodrigues JAS, Macedo CHO, Campos FS, Ramos JPF, Bezerra HFC, Perazzo AF. [Evaluation of genotypes of pearl millet for silage in semiarid]. *Rev Bras Saúde Prod Anim.* 2013;14(3):426-36. Portuguese.
19. Shain MG, Abdrabou RTh, Abdelmoemn WR, Hamada MM. Response of growth and forage yield of pearl millet (*Pennisetum galucum*) to nitrogen fertilization rates and cutting height. *Ann Agric Sci.* 2013;58(2):153-62.
20. Leão HF, Costa KAP, Dias FJS, Severiano, EC, Collao-Saenz EA, Simon GA. Production and bromatological composition of pearl millet genotypes for pasture managed in different cutting heights. *Biosci J.* 2012;28(6):903-12.
21. Buso WHD, França AFS, Miyagi ES. Bromatological composition and dry matter digestibility of millet cultivars subjected to nitrogen doses. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2014;66(3):887-93.
22. Silva AG, Faria Júnior OL, França AFS, Miyagi ES, Rios LC, Moraes Filho CG, Ferreira JL. [Forage yield and chemical composition of pearl millet under nitrogen fertilization]. *Ci Anim Bras.* 2012;13(1):67-75. Portuguese.
23. Faria Júnior OL, França AFS, Silva-Pause AG, Miyagi ES, Peron HJMC, Arnhold E, Mascarenhas AG, Corrêa DS. Proteins fractions of pearl millet submitted to different nitrogen doses and cutting ages. *J Agric Stud.* 2013;1(1):30-40.
24. Kollet JL, Diogo JMS, Leite GG. [Forage yield and chemical composition of pearl millet varieties (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.)]. *R Bras Zootec.* 2006;35(4):1308-15. Portuguese.

25. Shaviv A. Advances in controlled release fertilizers. *Adv Agron.* 2001;71:1-49.
26. Ni B, Liu M, Lü S, Xie L, Wang Y. Environmentally friendly slow-release nitrogen fertilizer. *J Agr Food Chem.* 2011;59(18):10.169-75.
27. Silva SC, Nascimento Júnior D, Euclides VBP. Pastagens: conceitos básicos, produção e manejo. Viçosa (MG): Suprema; 2008. 115p.
28. Dias-Filho MB. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 4 ed. Belém (PA): Editora do Autor; 2011. 215 p.
29. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2006. Rio de Janeiro; 2007. [acesso 13 Out 2013]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm>.
30. International Fertilizer Industry Association. Production and trade statistics covering nitrogen, phosphate, potash and sulphur products: production, exports, imports from 1999 to 2010 (calendar year) [Acesso 27 Jul 2014]. Disponível em: <http://www.fertilizer.org/ifa/HomePage/STATISTICS/Production-and-trade>.
31. Martha Júnior GB, Vilela L. Uso de fertilizantes em pastagens. In: Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG, editores. Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina (DF): Embrapa Cerrados, 2007. p.43-68.
32. Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG. Adubação nitrogenada. In: Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG, editores. Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina (DF): Embrapa Cerrados, 2007. p.117-144.
33. Trenkel ME. Improving Fertilizer use Efficiency: controlled-release and stabilized fertilizers in agriculture. Paris: I.F.A.; 1997. 156 p.
34. Yan X, Jin J, He P, Liang M. Recent advances on the technologies to increase fertilizer use efficiency. *Agr Sci China.* 2008;7(4):469-79.
35. Li Q, Wu S, Ru T, Wang L, Xing G, Wang J. Synthesis and performance of polyurethane coated urea as slow/controlled release fertilizer. *J Wuhan Univ Technol.* 2012;27(1):126-9.
36. Han X, Chen S, Hu X. Controlled-release fertilizer encapsulated by starch/polyvinyl alcohol coating. *Desalination.* 2009;240(1):21-6.
37. Mulder WJ, Gosselink RJA, Vingerhoeds MH, Harmsen PFH, Eastham D. Lignin based controlled release coatings. *Ind Crop Prod.* 2011;34(1):915-20.
38. Barth G. Inibidores de urease e de nitrificação na eficiência de uso de adubos nitrogenados. [Tese]. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”; 2009.
39. Lana RMQ, Faria MV, Lana AMQ, Bonnoto I, Pereira DM. [Application of fertilizer containing nitrification inhibitor and micronutrients in maize]. *Rev Bras Milho Sorgo.* 2008;7(2):141-51. Portuguese.

40. Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC). Climate change 2001: the scientific basis. In: Houghton JT, Ding Y, Noguer M, Van Der Linden PJ, Dai X, Maskell K, editors. Contribution of working group 1 to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press; 2001. 881p.
41. Snyder CS, Bruulsema TW, Jensen TL, Fixen PE. Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. *Agr Ecosyst Environ.* 2009;133(3-4):247-66.
42. Mora Ravelo SG, Gavi Reyes F, Peña Cabriaes JJ, Pérez Moreno J, Tijerina Chávez L, Vaquera Huerta H. Desnitrificación de um fertilizante de lenta liberación y urea+fosfato monoamónico aplicados a trigo irrigado com agua residual o de pozo. *Rev Int Contam Ambient.* 2007;23(1):25-33. Español.
43. Del Grosso SJ, Ojima DS, Parton WJ, Stehfest E, Heistemann M, Deangelo B, Rose S. Global scale DAYCENT model analysis of greenhouse gas emissions and mitigation strategies for cropped soils. *Global Planet Change.* 2009;67(1-2):44-50.
44. Civardi EA, Silveira Neto NA, Ragagnin VA, Godoy ER, Brod E. [Slow-release urea applied to surface and regular urea incorporated to soil on maize yield]. *Pesq Agropec Trop.* 2011;41(1):52-9. Portuguese.
45. Grant CA, Wu R, Selles F, Harker KN, Clayton GW, Bittman S, Zebarth BJ, Lupwayi NZ. Crop yield and nitrogen concentration with controlled release urea and split applications of nitrogen as compared to non-coated urea applied at seeding. *Field Crop Res.* 2012;127(27):170-80.
46. Martha Júnior GB, Corsi M, Trivelin PCO, Vilela L. Recovery of ¹⁵N-urea in soil-plant system of tanzania grass pasture. *Rev Bras Ci Solo.* 2009;33(1):95-101. Portuguese.

CAPÍTULO 2:
POTENCIAL PRODUTIVO E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DE
CULTIVARES DE MILHETO SUBMETIDAS A DOSES DE NITROGÊNIO E ALTURAS
PRÉ-CORTES

RESUMO

A falta de adubação, associada ao manejo incorreto são as principais causas de degradação de pastagens no Brasil. O milheto é uma alternativa de integração lavoura-pecuária e de recuperação de pastagens. Existem poucos estudos avaliando as correlações entre a adubação nitrogenada e a altura pré-corte da planta. O objetivo deste estudo foi avaliar a resposta do milheto à adubação nitrogenada (ureia) e alturas pré-corte. Avaliou-se a produção e composição bromatológica das cultivares ADR 500, ADR 8010 e BRS 1501 adubadas com nitrogênio (0; 45; 90 ou 180 kg ha⁻¹) na forma de ureia, em três alturas pré-corte (0,70; 0,80 e 0,90 m). O delineamento experimental foi de blocos casualizados em arranjo fatorial (3 alturas pré-corte x 4 doses de N) com três repetições (blocos). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas a 5% de probabilidade (Tukey), foram feitas regressões para o parâmetro produção de matéria seca. A proteína bruta (PB) foi determinada pelo método Kjeldhal, a fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) e lignina pelo método sequencial. O extrato etéreo (EE) foi determinado pela metodologia Soxhlet e os carboidratos totais (CHOT) pela equação de Sniffen (1992). A cultivar ADR 8010 apresentou baixa produção de MS, a análise de regressão mostrou que máximas produções seriam atingidas com 102 kg N ha⁻¹ para a altura de 0,70 m (3,71 Mg ha⁻¹) e 122 para a altura de 0,80 m (4,97 Mg ha⁻¹). Entre ADR 500 e BRS 1501 a produção foi semelhante até a aplicação de 90 kg N ha⁻¹, na dose de 180, ADR 500 permitiu um corte a mais, resultando em maior produção. Para ambas cultivares a máxima produção foi atingida com 180 kg N ha⁻¹. O corte aos 0,90 m proporcionou maiores teores de MS, os cortes aos 0,80 e 0,70 m apresentaram teores de MS limitantes ao consumo. Os teores de PB ficaram acima de 7% e foram máximos, na dose de 180 kg N ha⁻¹, os de FDN variaram entre 66,42% (ADR 8010, 180 N, 0,90 m) e 83,19% (ADR 500, 180 N, 0,70 m), FDA variou de 27,15% (ADR 8010, 180 N, 0,90 m) a 39,06% (ADR 500, 90 N, 0,80 m), a lignina apresentou média de 5,15% e o EE de 3,47%, não variando em função dos tratamentos. Os teores de FDN encontrados foram altos. As cultivares apresentaram altos teores de carboidratos (CHOT) e EE, indicando alta densidade energética, o que poderia compensar os efeitos dos altos FDNs. A adubação nitrogenada promoveu melhora na composição químico-bromatológica e aumento de produtividade, principalmente, para o corte aos 0,90 m.

Palavras-Chave: Forrageira tropical; nitrogênio; *Pennisetum glaucum*; produtividade; proteína bruta; ureia.

CHAPTER 2:
PRODUCTION POTENTIAL AND CHEMICAL COMPOSITION OF PEARL MILLETS'
CULTIVARS UNDER NITROGEN LEVELS AND PRE-CUTTING HEIGHTS

ABSTRACT

The lack of fertilization, associated with mismanagement are the main causes of grassland degradation in Brazil. Pearl millet is can be used in crop-livestock systems or in pasture recovery. There are few studies evaluating the correlations between the nitrogen fertilization and the plant pre-cutting heights. The objective of this study was to evaluate the pearl millet's response to nitrogen fertilization and pre-cutting heights. We evaluated the production and chemical composition of the cultivars ADR 500, ADR 8010 and BRS 1501 fertilized with nitrogen (0, 45, 90 or 180 kg ha⁻¹) as urea in three pre-cutting heights (0.70; 0.80 and 0.90 m). The experimental design was a randomized block factorial design (3 pre-cutting heights x 4 N levels) with three replications (blocks). Data were subjected to analysis of variance and means compared (Tukey) at 5% probability, regressions was made for dry matter production. The crude protein (CP) was determined by the Kjeldahl method, the insoluble neutral detergent (NDF) and acid (ADF) fiber and lignin were determined by the sequential method. The ether extract (EE) was determined by the Soxhlet method and total carbohydrates (tCHO) by the Sniffen's (1992) equation. Cultivar ADR 8010 showed low DM production, regression analysis revealed that maximum yields were achieved with 102 kg N ha⁻¹ for the height of 0.70 m (3.71 Mg ha⁻¹) and 122 kg N ha⁻¹ for the height of 0.80 m (4.97 Mg ha⁻¹). Dry matter production from ADR 500 and BRS 1501 was similar until the dose of 90 kg N ha⁻¹; at the 180dose, ADR 500 allowed a cut more, resulting in increased production. For both cultivars maximum production was achieved with 180 kg N ha⁻¹. The cut at 0.90 m provided greater DM content, the cuts at 0.80 and 0.70 m presented DM content that is limiting to feed intake. Protein levels were above 7% and were maximum with 180 kg N ha⁻¹, the NDF varied between 66.42% (ADR 8010, 180 N, 0.90 m) and 83.19% (ADR 500, 180 N, 0.70 m), FDA ranged from 27.15% (ADR 8010, 180 N, 0.90 m) to 39.06% (ADR 500 90 N, 0.80 m), the lignin averaged 5.15% and EE 3.47% which does not varied with treatments. NDF level found here were high. Cultivars showed high carbohydrates and EE, indicating high energy density, which could offset the effects of high NDF. Nitrogen fertilization promoted improvement in chemical composition and increased productivity, especially, at 0.90 m height.

Keywords: Crude protein; nitrification inhibitor; *Pennisetum glaucum*; tropical forage; urea; yield.

1. INTRODUÇÃO

A falta de adubação, associada ao manejo incorreto são as principais causas de degradação de pastagens no Brasil¹. No Brasil existem mais de dois milhões de propriedades rurais onde se pratica a pecuária, englobando uma área de aproximadamente 158 milhões de hectares de pastagens. Porém, menos de 10% dessas propriedades aplicam qualquer tipo de fertilizante nas pastagens².

Os fertilizantes nitrogenados são a classe de fertilizantes mais utilizada no Brasil e no Mundo IBGE e (IFA)^{2,3}. Isso se deve ao fato de que, por ser componente das proteínas, ácidos nucleicos, hormônios e clorofila, o nitrogênio tem a capacidade de elevar e acelerar a produtividade das culturas vegetais Silva et al.^{4,5}. A adubação nitrogenada, portanto, afeta tanto a capacidade de suporte quanto a qualidade das pastagens⁶.

O estado de Goiás, de acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística^{7,8} (IBGE) possui um rebanho de mais de 21,5 milhões de bovinos e mais de 200 mil ovinos e caprinos, além de bubalinos, equinos, asininos e muares e maioria desse rebanho é criada em pastagens. Assim, estudos direcionados ao aumento da produtividade dessas pastagens, tanto em quantidade como em qualidade, contribuiriam para uma maior sustentabilidade da produção pecuária no Estado.

Uma das alternativas, para a recuperação de pastagens e para a integração com a lavoura é o milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) uma planta surgida ao Sul do Deserto do Saara e que é utilizada para produção de grãos e forragem nas regiões de condições climáticas mais severas da Ásia e África Subsaariana Sharma et al.⁹. No Níger, Rezaei et al.¹⁰, avaliaram variações na produção de milheto durante 12 anos (1983-1995) e concluíram que variações de temperatura média entre 29 e 32°C e índices pluviométricos entre 100 e 600 mm não interferem na produtividade do milheto, o que demonstra sua rusticidade.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária¹¹ atribui o aumento da área plantada com milheto nas regiões de Cerrado, ao seu enorme potencial de cobertura do solo oferecido para a prática do plantio direto, bem como para o uso como forrageira.

Atualmente os produtores rurais tem uma gama de cultivares à sua disposição no mercado. Empresas públicas e particulares desenvolvem cultivares direcionadas à regiões ou usos específicos.

A cultivar ADR 500 foi lançada em 2003 pela empresa Sementes Adriana em parceria com a Bonamigo Melhoramento. Foi desenvolvida para produção de forragem, possui ciclo tardio, bom perfilhamento e não se desenvolve bem em temperaturas abaixo de 10°C¹².

A ADR 8010 é granífera, de porte médio, com ciclo médio de 95 dias, resistente ao acamamento e com produção média de 30 a 45 sacos/ha. Sua produção média de matéria seca gira em torno de 5 toneladas por hectares¹¹.

A cultivar BRS 1501 foi lançada pela EMBRAPA/CNPMS em 1999 como uma cultivar de duplo propósito. É uma variedade de polinização aberta, originada por seleção massal de uma população americana. Possui ciclo médio, boa capacidade de perfilhamento e é recomendada para as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul¹¹.

Na avaliação de uma planta forrageira, um dos aspectos a ser observado é a altura da planta. Esta observação é importante devido à curva de produção de matéria seca das gramíneas tropicais. A medida em que o tempo avança, a planta cresce e aumenta seu teor e sua produção de matéria seca no entanto seu valor nutricional tende a diminuir, com aumento nos teores de fibras e redução dos nutrientes digestíveis totais.

Com este trabalho objetivou-se avaliar o potencial produtivo e a composição bromatológica de três cultivares de milheto sob regime de corte em três alturas pré-corte, submetidas a quatro doses de nitrogênio na forma de ureia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi conduzido na Escola de Veterinária e Zootecnia da UFG, localizada no Campus II, em Goiânia, latitude S 16°35', longitude W 49°16' e altitude de 727 m¹³. O clima regional é do tipo Aw quente e semiúmido, com uma estação seca, que vai de maio a outubro e uma estação úmida, entre novembro e abril, com temperatura média anual de 23,2°C¹⁴. Os dados de temperatura e precipitação durante o período experimental, que foi de 21/12/12 a 29/04/13 estão apresentados na Figura 1.

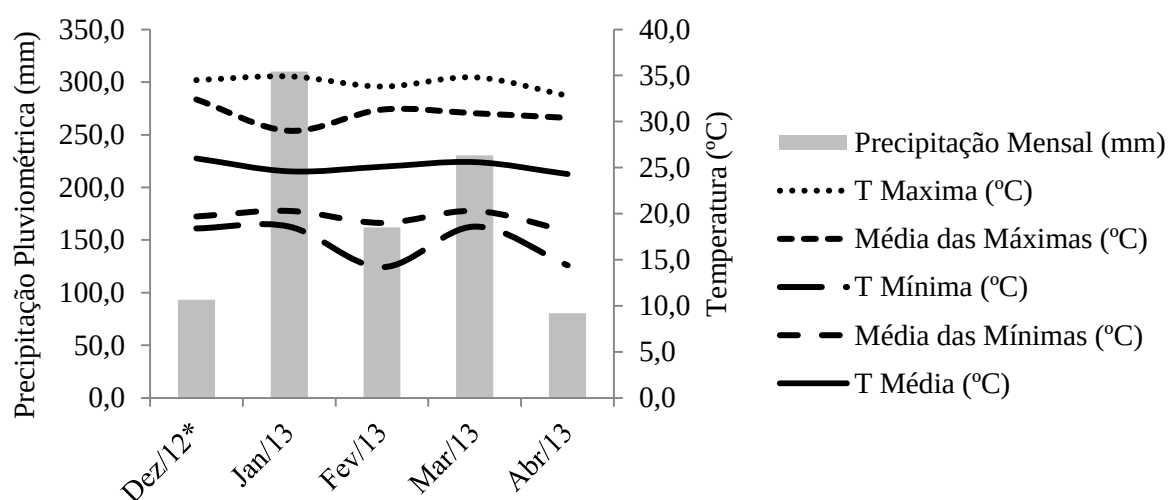


FIGURA 1 - Temperatura e precipitação pluviométrica durante o período experimental.

*Dados de Dezembro/2012 são referentes apenas ao período de 21/12/2012 a 31/12/2012.

Fonte: Estação Evaporimétrica de Primeira Classe da Escola de Agronomia-UFG.

O resultado da análise do solo da área experimental está transcrito no Quadro 1.

QUADRO 1 - Resultado da análise do solo da área experimental

Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	M. O. (%)	pH (CaCl ₂)	CTC (cmolc dm ⁻³)	V (%)
35,0	19,0	46,0	1,8	5,9	7,5	62,5
P (Mehl) (mg dm ⁻³)	K (mg dm ⁻³)	Ca (cmolc dm ⁻³)	Mg (cmolc dm ⁻³)	H + Al (cmolc dm ⁻³)	Al (cmolc dm ⁻³)	
3,8	69,0	3,4	1,1	2,8	0,0	

Os tratamentos, para cada uma das três cultivares de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) (ADR 500; ADR 8010 e BRS 1501); consistiram-se em quatro doses de nitrogênio (0; 45; 90 e 180 kg ha⁻¹), na forma de ureia e três alturas pré-corte (0,70; 0,80 e 0,90 m). A

semeadura ocorreu em 21 de dezembro de 2012. Na semeadura foram aplicados 60 kg ha^{-1} de P_2O_5 (SS), 50 kg ha^{-1} de micronutrientes (FTE Br 12) e 50 kg ha^{-1} de K_2O (KCl) de acordo com as recomendações de Sousa et al.¹⁵ e Vilela et al.¹⁶.

As doses de nitrogênio (ureia) foram aplicadas de uma só vez aos 15 dias após a emergência das plântulas. As parcelas de avaliação foram constituídas por cinco linhas de cinco metros lineares, espaçadas 0,30 m entre si, totalizando $6,0 \text{ m}^2$ ($5,00 \times 1,20$). A semeadura foi manual e se observou uma densidade de 20 sementes puras viáveis por metro linear, objetivando uma população de 666.600 plantas ha^{-1} . Os cortes de avaliação foram realizados sempre que as parcelas alcançaram as alturas médias de avaliação (0,70; 0,80 ou 0,90 m). Uma vez que a parcela atingia a altura desejada, procedia-se o corte de avaliação, deixando-se um resíduo de 0,20 m de altura. As bordaduras das parcelas (0,50 m em cada extremidade e as duas linhas externas) foram excluídas das avaliações. Portanto, a área de avaliação se constituiu de quatro metros lineares das três linhas centrais, perfazendo uma área de avaliação de $2,40 \text{ m}^2$ (Figura 2).

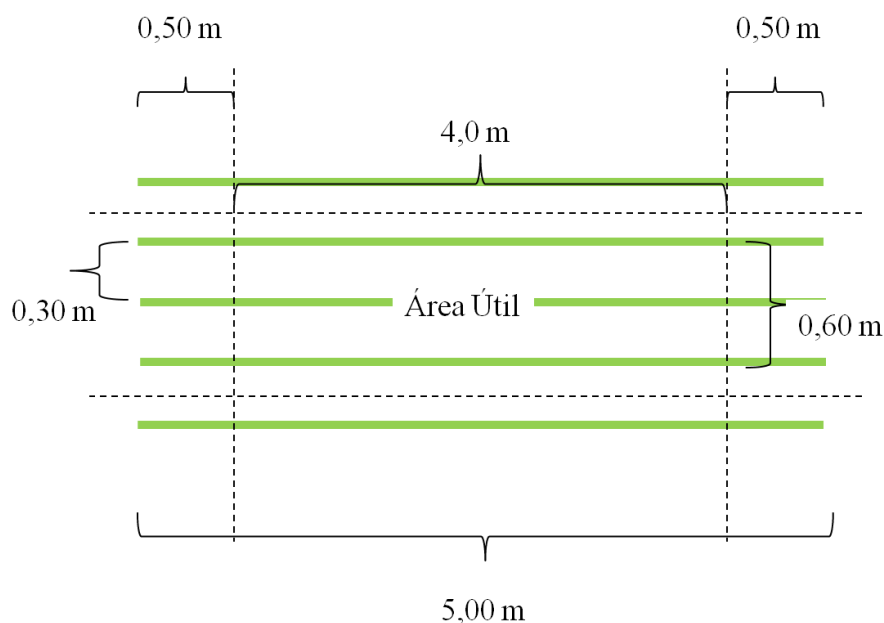


FIGURA 2. Desenho esquemático de uma parcela de avaliação.

Após o corte, todo material recolhido da área útil era pesado para a avaliação da produção de matéria fresca por área e uma parte era recolhida e levada para o laboratório para análises. As análises de matéria seca (MS) e bromatológicas foram realizadas nos laboratórios de forragicultura do Campus II da PUC Goiás. No laboratório as amostras foram pesadas e pré-secas em estufa de ventilação forçada (65°C) por 72 horas. Após a pré-secagem as amostras

foram moídas em moinho estacionário tipo “Thomas-Willey” com peneira de crivo 1,0 mm e armazenadas em potes de plástico para futuras análises bromatológicas.

As análises bromatológicas foram feitas pela secagem do material em estufa de ventilação forçada a 65° C, seguida de estufa a 105° C, determinando-se, por diferença de peso, o teor de matéria seca. A proteína bruta (PB) foi determinada pelo método micro Kjeldhal¹⁷. A fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e a fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose e lignina foram calculadas pelo método sequencial¹⁸. O extrato etéreo (EE) foi determinado em aparelho tipo Goldfish com suporte para cartuchos de vidro e tubos coletores (Soxhlet)¹⁹.

Os carboidratos totais (CHOt) foram calculados segundo Sniffen et al.²⁰, sendo:

$$\text{CHOt} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{Cinzas})$$

O potencial produtivo foi calculado pela extrapolação da produtividade de MS na área útil da parcela (2,40 m) para área de um hectare.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso num arranjo fatorial 3 x 4 (3 alturas de corte x 4 doses de N) com três repetições (blocos), utilizando-se de três cultivares. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Por regressão foi avaliado o efeito de doses de nitrogênio e alturas sobre a produção de matéria seca. As análises estatísticas foram efetuadas com auxílio do software estatístico R²¹.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Potencial Produtivo

As cultivares possibilitaram quantidades diferentes de cortes (Tabela 1), porém isso se deveu ao número de rebrotas, pois o tempo médio entre os cortes, nas alturas analisadas não diferiu entre as cultivares ou entre as doses de nitrogênio. O primeiro corte ocorreu, em média, aos 35 dias após a semeadura (DAS) nas plantas com altura pré-corte de 0,70 m; 38 DAS (0,80 m) e 49 DAS (0,90 m). Nos demais cortes, o tempo médio entre cortes foi de 16,2 dias (0,70 m); 19,0 dias (0,80 m) e 27,3 dias (0,90 m)

TABELA 1 - Número de cortes realizados em cada cultivar em função das doses de nitrogênio e alturas pré-corte

Altura	Dose de N (kg ha ⁻¹)			
	0	45	90	180
	ADR 500			
0,70	3	3	3	4
0,80	3	3	3	4
0,90	3	3	3	4
	ADR 8010			
0,70	1	2	2	2
0,80	1	2	2	2
0,90	1	1	1	2
	BRS 1501			
0,70	3	3	3	3
0,80	3	3	3	3
0,90	3	3	3	3

Na Figura 3 pode ser observada a produção de matéria seca da cultivar ADR 500 em função das doses de nitrogênio e alturas pré-cortes.

A produção de MS aumentou ($P<0,05$) em função, tanto da dose de N, quanto da altura de corte. Esse resultado é esperado, pois de acordo com Silva et al.²², uma vez supridas as necessidades básicas de todos os nutrientes, o nitrogênio é que vai determinar a velocidade de crescimento e a produção de forragem. Por ser componente central das proteínas, ácidos nucleicos, dos hormônios e da clorofila¹ a adubação nitrogenada afeta o alongamento foliar, a taxa de perfilhamento e favorece a formação de gemas axilares²².

A cultivar ADR 500 apresentou diferenças ($P<0,05$) na produção de MS entre as alturas avaliadas em todas as doses de N. Essas diferenças se deveram além, da altura da planta, ao teor de MS encontrado, que foi, em média, de 10,99% (0,70); 12,94% (0,80) e 19,63% (0,90).

Quando a cultivar foi adubada com 180 kg N ha^{-1} foram possíveis quatro cortes, o que contribuiu para a grande diferença de produção dessa dose em relação às outras.

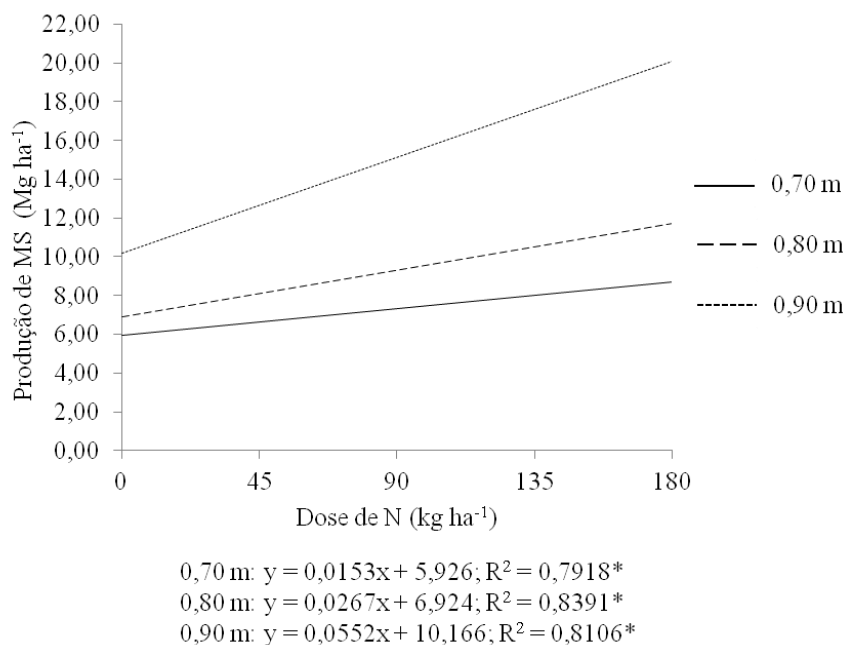


FIGURA 3 - Produção de matéria seca da cultivar ADR 500 em função da dose de nitrogênio e altura pré-corte.

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Os valores verificados neste estudo são superiores aos aferidos por Silva et al.²³ que, ao avaliarem a ADR 500 submetida a doses de nitrogênio, chegaram à máxima produção de $1.143 \text{ Mg MS ha}^{-1}$, (160 kg N ha^{-1}) após três cortes. O que pode explicar a grande diferença de produção entre os dois estudos é que no estudo de Silva et al.²³ o primeiro corte foi realizado aos 31 dias após a emergência e o segundo e terceiro com 14 dias de rebrota, com a altura de resíduo em todos os cortes sendo de 0,30 m, enquanto neste estudo optou-se por altura de resíduo de 0,20 m.

Na Figura 4 pode ser observada a produção de matéria seca da cultivar ADR 8010 em função das doses de nitrogênio e alturas pré-cortes.

A cultivar ADR 8010 apresentou baixa produção de matéria seca em todas as alturas e doses de nitrogênio avaliadas, esta cultivar foi a que possibilitou menor número de cortes (Tabela 1).

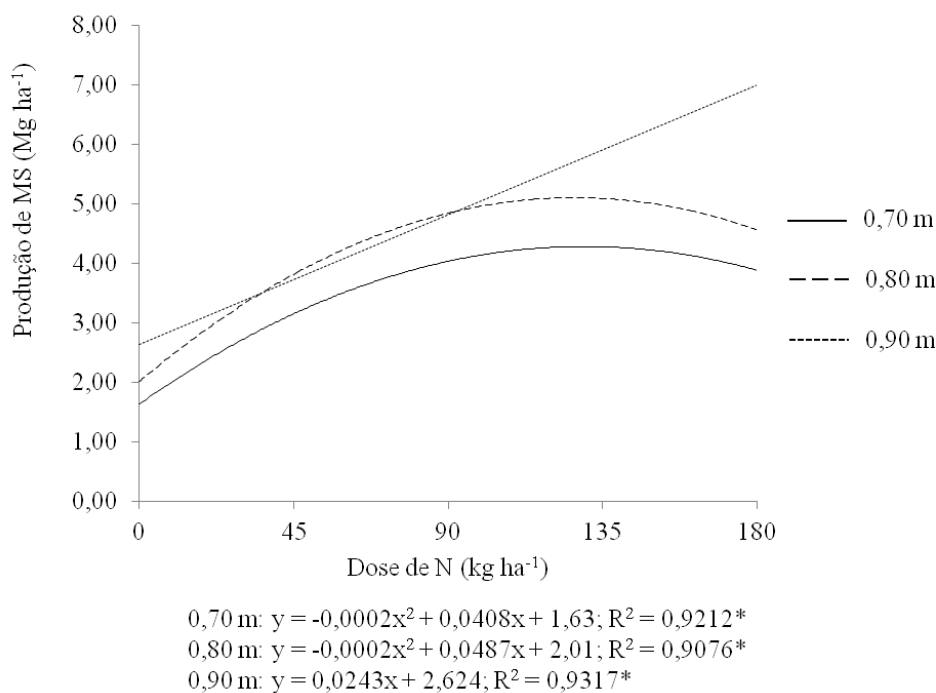


FIGURA 4 - Produção de matéria seca da cultivar ADR 8010 em função da dose de nitrogênio e altura pré-corte.

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

A produtividade média por corte da cultivar variou de 1,63 Mg ha⁻¹ (0 kg N ha⁻¹ e 0,70 m) a 3,65 Mg ha⁻¹ (180 kg N ha⁻¹ e 0,90 m). A ADR 8010 é um híbrido destinado à produção de grãos, com isso, seu vigor de rebrota tende a ser menor. Além disso, a área experimental sofreu com infestação de plantas invasoras, especialmente *Cyperus rotundus*, que passaram apenas por capinas manuais esporádicas, o que pode ter prejudicado seu rendimento.

A cultivar ADR 8010 apresentou diferenças ($P < 0,05$) na produção de MS entre as alturas de 0,70 e 0,80 m em todas as doses de N. Essas diferenças se deveram, principalmente, aos teores de MS encontrados: 10,99% (0,70) e 12,94% (0,80), uma vez que produção de matéria fresca não apresentou diferenças ($P > 0,05$) entre estas duas alturas para a mesma dose de N.

Observando a equação de regressão nas alturas pré-corte de 0,70 e 0,80 m (Figura 4) pode-se notar resposta quadrática, típica das forrageiras tropicais, à adubação nitrogenada. As máximas produções de MS seriam atingidas utilizando-se 120 kg N ha⁻¹ para a altura de 0,70 e 122 kg N ha⁻¹ para a altura de 0,80. Essas doses de N renderiam, respectivamente, 4,65 e 4,97 Mg MS ha⁻¹ para as alturas de 0,70 e 0,80.

De acordo com Rodrigues e Pereira Filho²⁴ a cultivar ADR 8010 foi desenvolvida para a produção de grãos, possui porte médio, tem um ciclo médio de 95 dias e produz, em média, de 30 a 45 sacos de sementes por hectare. Ainda segundo os autores a produção de MS

da cultivar gira em torno de 4 a 6 toneladas ha^{-1} . Valores dentro desse intervalo foram atingidos nas parcelas cortadas com 0,80 m e adubadas com 45 ou 90 kg N ha^{-1} e nas parcelas adubadas com 180 kg N ha^{-1} , cortadas aos 0,80 e 0,90 m.

Em relação às parcelas colhidas aos 0,90 m a equação de regressão apresentou comportamento linear. Alguns fatos contribuem para este fato: nas doses 0, 45 e 90 kg N ha^{-1} só foi possível uma colheita, enquanto a dose de 180 kg N ha^{-1} proporcionou duas colheitas; a produção em todas as parcelas foi prejudicada pela baixa germinação das sementes dessa cultivar, provocada pela alta infestação de plantas invasoras.

Por ser uma cultivar desenvolvida para a produção de grãos, pode-se conjecturar que a cultivar ADR 8010 direciona seus nutrientes para o desenvolvimento da panícula. Segundo Durães et al.²⁵ a fase de desenvolvimento da panícula se inicia aos 21 dias após a emergência e tem, como consequência, o alongamento dos entrenós, com cada entrenó sendo mais comprido que seu antecessor. Assim em cultivares “graníferas” é esperado que haja menor teor de MS e, conseqüentemente, menor produção de MS, uma vez que o colmo possui menor teor de matéria seca que as folhas.

Híbridas desenvolvidas para a produção de grãos foram avaliadas por Blümmel et al.²⁹ no noroeste da Índia. Os acessos avaliados foram Pusa 23, ICMH 356, ICMH 451, HHB 60 e BJ 104. A produtividade média de MS aferida em uma colheita foi de 2.996 kg ha^{-1} , com máxima de 3.760 kg ha^{-1} (ICMH 451) e mínima de 2.230 kg ha^{-1} (BJ 40). Para a cultivar ADR 8010 analisada neste estudo, a menor produção de matéria seca em um único corte foi de 1,63 Mg ha^{-1} (0 kg N ha^{-1} , 0,70 m) e a maior foi de 3,65 Mg ha^{-1} (180 kg N ha^{-1} , 0,90 m).

Na Figura 5 pode ser observada a produção de matéria seca da cultivar BRS 1501 em função das doses de nitrogênio e alturas pré-cortes.

Para esta cultivar, o efeito da altura pré-corte foi mais pronunciado na dose 180 kg N ha^{-1} . A diferença de produção de matéria seca, nesta dose de N, entre as alturas 0,80 m e 0,70 m foi de 7,4%, enquanto a diferença da altura 0,90 m para a altura 0,80 m foi de 12,9%. Comparando as alturas 0,90 m e 0,70 m, a diferença foi de 19,3%.

Para as plantas com altura pré-corte de 0,70 e 0,80 m, a resposta à adubação nitrogenada foi discreta. A diferença de produtividade entre a dose 180 kg N ha^{-1} e o tratamento controle, para as plantas à 0,70 m foi de 8,6% e para as plantas com altura pré-corte de 0,80 m essa diferença foi de 16,1%. As plantas com altura pré-corte de 0,90 m apresentaram resposta mais pronunciada ao N. Neste caso a diferença de produtividade entre a parcela adubada com 180 a parcela sem adubação foi de 23,6%.

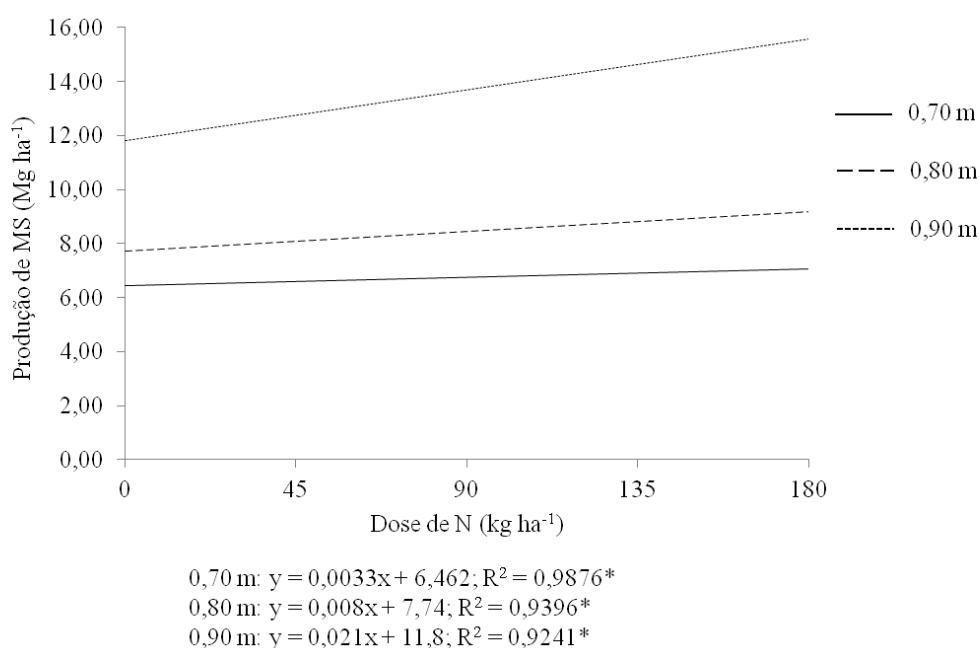


FIGURA 5 - Produção de matéria seca da cultivar ADR 8010 em função da dose de nitrogênio e altura pré-corte.

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

As equações de regressão lineares mostram alta capacidade responsiva desta cultivar à fertilização nitrogenada. Resposta lineares da cultivar BRS-1501 também foram relatadas por Silva et al.²³, que avaliaram as doses de 0; 40; 80 e 160 kg N ha⁻¹.

As cultivares ADR 500 e BRS 1501 apresentaram produção semelhante em todas as alturas até a dose de 90 kg N ha⁻¹. Na dose de 180 kg N ha⁻¹ a cultivar ADR 500 apresentou maior produção total. Isto ocorreu devido ao fato de ADR 500 possibilitar quatro cortes, em todas as alturas, quando adubada com 180 kg N ha⁻¹ e a cultivar BRS 1501 permitir apenas três cortes em todos os tratamentos. A produção média por corte das duas cultivares na dose de 180 kg N ha⁻¹, respectivamente nas alturas 0,70; 0,80 e 0,90 m, foram: 2,28; 3,09 e 5,39 Mg ha⁻¹ para ADR-500 e 2,36; 3,09 e 5,31 Mg ha⁻¹ para BRS-1501, respectivamente.

Avaliando a resposta produtiva do milho à adubação nitrogenada (0, 71,43; 107,14; 142,83 ou 178,57 kg N ha⁻¹) (Nitrato de Amônio) e alturas pós-corte (0,10 ou 0,20 m de resíduo) Shain et al.²⁶ verificaram que a dose de 107,14 kg N ha⁻¹ e altura de 0,10 m de resíduo promoveram maior perfilhamento da cultura após os dois primeiros cortes e que a combinação de 178,57 kg N ha⁻¹ com 0,10 m de resíduo promoveram o maior perfilhamento após o terceiro corte; a maior produção de matéria fresca foi atingida com a combinação de 178,57 kg N ha⁻¹ com 0,10 m de resíduo (71,6 Mg ha⁻¹, com um teor de MS de 35,3%); enquanto a maior produção de MS foi verificada com a combinação de 178,57 kg N ha⁻¹ com 0,20 m de

resíduo ($25,7 \text{ Mg ha}^{-1}$, com teor de MS de 43,8%). Os autores verificaram que as menores produções de matéria fresca e de MS ocorreram, respectivamente, na parcela sem adubação cortada a 0,10 m ($23,1 \text{ Mg ha}^{-1}$, com teor de MS de 40,6%), e na parcela sem adubação cortada a 0,20 m ($8,6 \text{ Mg ha}^{-1}$, com 36,9% de MS). Estes teores de matéria seca são superiores aos normalmente verificados em outros experimentos, porém os autores não especificaram o critério usado para colheita das plantas e, no experimento, são relatadas colheitas com plantas de diferentes alturas, variando de 0,64 m a até 1,43 m.

Os resultados obtidos neste estudo são bem superiores aos de Guideli et al.²⁷, que com 225 kg N ha^{-1} verificaram produções de MS de 6.995 kg ha^{-1} para a cultivar Comum e 6.177 para CMS 02.

Produções acima das aferidas neste estudo foram averiguadas por Leão et al.²⁸ que avaliaram alturas pré-corte (0,60; 0,80 e 1,00 m) e a produção de MS foi, respectivamente, de 31.050; 36.864 e $46.482 \text{ kg ha}^{-1}$, em quatro cortes com 45 kg N ha^{-1} (15 kg após cada um dos três primeiros cortes).

Avaliando 16 cultivares de milheto no noroeste da Índia, Blümmel et al.²⁹ relatam produtividade média de MS, em um único corte, de $3,04 \text{ Mg ha}^{-1}$, com a máxima produtividade sendo alcançada com a híbrida ICMH 451 ($3,76 \text{ Mg ha}^{-1}$), no entanto, os cortes foram realizados após a colheita dos grãos quando as plantas se encontravam com teores de matéria seca acima de 50%. O estudo de Blümmel et al.²⁹ considerou a média de produtividade obtida entre sistemas com alto nível de tecnificação (65 kg N ha^{-1} e densidade de $11 \text{ plantas m}^{-2}$) e sistemas com baixo nível de tecnificação (21 kg N ha^{-1} e densidade de 5 plantas m^{-2}). No presente estudo a menor produtividade média por corte da cultivar BRS 1501 foi de $2,16 \text{ Mg ha}^{-1}$ (0 N, 0,70 m) com 10,99% de MS, utilizando-se uma densidade de $66,6 \text{ plantas m}^{-2}$, o que mostra a facilidade de adaptação do milheto ao Cerrado goiano, aliado ao bom trabalho de melhoramento e seleção de cultivares das instituições de pesquisa do Brasil.

Estudo conduzido por Queiroz et al.³⁰ avaliou a produtividade da cultivar BRS 1501 semeada em várias épocas (fevereiro, março, abril, agosto e setembro) e a produtividade média de MS foi de 3.545 kg ha^{-1} .

3.2 Composição químico-bromatológica

Os teores de matéria seca foram influenciados ($P < 0,05$), apenas pela altura pré-corte, não sendo observados ($P > 0,05$) efeitos de doses de nitrogênio. Os teores médios de MS, para as cultivares, foram de 10,99% para as plantas cortadas aos 0,70 m; 12,94% para as plantas cortadas aos 0,80 m e, quando o corte foi realizado aos 0,90 m, o teor médio de MS foi de

19,63%. Os teores de cinzas (média de 7,33%) e matéria orgânica (92,67%) não foram afetados pelos tratamentos.

O milho cultivado sob estresse hídrico e submetido a doses de N (0; 75; 150 e 225 kg N ha⁻¹) foi avaliado por Rostamza et al.³¹ e o teor de MS observado pelos autores foi, respectivamente de 22,5; 22,0; 21,41 e 21,86%.

Alturas de resíduo (altura pós-corte) (0,20 e 0,25 m) e doses de nitrogênio (0; 50; 100 e 150 kg N ha⁻¹) foram avaliadas por Silva et al.²³. Os teores de MS foram, para o pós-corte a 0,20 m, 12,64; 10,52; 11,61 e 11,20%, respectivamente, para as parcelas adubadas com 0; 50; 100 e 150 kg N ha⁻¹. Para as parcelas com pós-corte a 0,25 m, os teores de matéria seca foram 12,68; 11,44; 10,67 e 11,19%, para as parcelas adubadas com 0; 50; 100 e 150 kg N ha⁻¹, respectivamente.

Avaliando as cultivares ADR 7010, ADR 500 e BRS 1501 colhidas aos 0,70 m Buso et al.³² verificaram valores entre 8,90 e 11,14% de MS. Resultados semelhantes aos encontrados por Silva et al.²³ em estudo em que o milho foi cortado aos 31 dias após a emergência (altura não informada), com alturas de resíduo de 0,20 e 0,25 m e apresentou teores de matéria seca de 11,49% (0,20 m de resíduo), de 12,68 (0,25 m de resíduo sem adubação) e de 11,10% (0,25 m de resíduo com adubação nitrogenada). Para o milho colhido com 1,65 m de altura e 54 dias de idade, Brunette et al.³³ descrevem valor de MS de 30%. Bortolassi et al.³⁴ colhendo o milho antes da emissão da panícula (não informaram a altura ou idade da planta) verificaram teor de 21,88% de MS.

Teores muito baixos de matéria seca prejudicam o consumo pelos ruminantes, uma vez que fazem com que o alimento se torne extremamente volumoso, trazendo, como consequência, a necessidade da suplementação da dieta com alimentos concentrados.

De acordo com National Research Council³⁵, um bovino de corte macho, de 400 kg de peso vivo deveria ingerir entre 8,8 e 10,4 kg MS dia⁻¹. Com um alimento com teor de 10,99% de MS este animal deveria ser capaz de consumir entre 80,07 (20,0% do PV) e 94,63 (23,6% do PV) kg de matéria natural por dia, enquanto se o teor de MS do alimento for de 12,94, o consumo tem de ser entre 68,01 (17,0% do PV) e 80,37 (20,1% do PV) kg MN dia⁻¹. Esses níveis de consumo de matéria natural não são atingidos pelos bovinos. Já para uma pastagem com 19,63% de MS, o consumo necessário desse animal variaria entre 44,85 (11,2% do PV) e 53,01 (13,2% do PV) kg MN dia⁻¹.

Avaliando o milho, o capim-Mombaça (*Panicum maximum*) e o capim-Braquiária (*Brachiaria decumbens*), Braz et al.³⁶ concluíram que o milho foi a gramínea que mais acumulou nutrientes no limbo foliar e a que alcançou uma quantidade máxima de

acumulação de nutrientes em menor período de tempo. Para o milho colhido com 1,65 m de altura e 54 dias de idade, Brunette et al.³³ verificaram teor de cinzas de 12,1%, enquanto Bortolassi et al.³⁴ chegaram a 5,82%.

Ocorreram interações significativas ($P < 0,05$) entre doses de N e alturas pré-corte para os teores de proteína bruta (Tabela 2).

TABELA 2 - Teores médios de proteína bruta (PB) determinados nos cultivares de milho sob doses de nitrogênio, em três alturas pré-corte (em % da MS)

Altura (m)	Dose de N (kg ha ⁻¹)				CV (%)
	0	45	90	180	
ADR 500					
0,70	12,04 Ba	12,20 Ba	14,03 Aa	16,67 Aa	1,02
0,80	13,63 Aa	13,16 Aa	12,93 Aa	14,74 Aa	
0,90	12,86 Aa	13,68 Aa	13,98 Aa	15,93 Aa	
ADR 8010					
0,70	13,90 Ba	9,97 Ca	9,99 Ca	18,47 Aa	2,97
0,80	9,53 Bb	8,15 Ba	9,58 Ba	17,09 Aa	
0,90	9,02 Bb	8,21 Ba	10,14 Ba	21,69 Aa	
BRS 1501					
0,70	10,63 Ca	11,23 Ca	13,69 Ba	17,24 Aa	1,67
0,80	10,73 Ba	10,42 Ba	9,70 Bb	15,62 Ab	
0,90	9,80 Ba	9,88 Ba	12,99 Aa	15,43 Ab	

Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha e de letras minúsculas na mesma coluna não são diferentes entre si de acordo com o teste Tukey a 5% de probabilidade.

Todas as cultivares, em todos os tratamentos, apresentaram teores de PB acima do limite mínimo de 7,0% preconizado por Van Soest³⁷ que seria limitante ao desenvolvimento dos micro-organismos ruminais.

Ao se comparar doses de nitrogênio, pode-se verificar que as cultivares apresentaram maiores teores de PB quando adubadas com 180 kg N ha^{-1} . A adubação nitrogenada, além de promover maiores produções tende a elevar os teores de PB das forrageiras C4⁶. Estes dados são corroborados por estudos como o de Buso et al.³², em que o milho adubado com 50; 100; e 200 kg N ha^{-1} apresentou maior teor de proteína (média de 22,1% de PB) que o milho sem adubação (20,3% de PB); e o de Silva et al.²³ que avaliaram doses de 0; 50; 100 e 150 kg N ha^{-1} em três cortes e duas alturas de resíduo (0,20 e 0,25 m) e

em todos os cortes e para as duas alturas de resíduo os teores de proteína aumentaram com a dose de nitrogênio.

Avaliando o milho cortado aos 54 dias e com 1,65 m, Brunette et al.³³ aferiram teores de PB de 12,8% para o milho comum e de 13,4% para uma cultivar com altos teores de carboidratos solúveis.

Com as cultivares ADR 500, LAB 1542 e LAB 1838, Leão et al.²⁸ verificaram teores médios de PB variando entre 17,55% (plantas com 0,60 m de altura pré-corte, no primeiro corte) a até 8,38% para plantas com 1,00 m no quarto corte.

Os teores de proteína verificados neste trabalho se encontram dentro da média aferida em outros estudos.

Ocorreram interações significativas ($P < 0,05$) entre as doses de N e as alturas pré-corte para os teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) (Tabela 3).

TABELA 3 - Teores médios de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) determinados nos cultivares de milho sob doses de nitrogênio, em três alturas pré-corte (em % da MS)

Altura (m)	Dose de N (kg ha ⁻¹)				CV (%)
	0	45	90	180	
ADR 500					
0,70	79,25 Aa	74,68 Bb	78,89 Aa	83,19 Aa	5,43
0,80	75,22 ABb	73,65 Bb	78,55 Aa	71,44 Bb	
0,90	69,05 Bc	77,95 Aa	82,03 Aa	78,60 Aa	
ADR 8010					
0,70	72,54 Ba	79,34 Aa	77,00 Aa	69,75 Bb	5,25
0,80	72,57 Ba	75,07 ABa	74,44 ABa	79,65 Aa	
0,90	71,83 Ba	76,09 ABa	76,94 Aa	66,42 Cb	
BRS 1501					
0,70	75,11 ABa	80,74 Aa	74,42 ABa	71,03 Ba	4,52
0,80	76,61 Aa	71,54 Bb	78,48 Aa	69,08 Ba	
0,90	72,69 Bb	76,66 Aa	74,81 Aa	71,87 Ba	

Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha e de letras minúsculas na mesma coluna não são diferentes entre si de acordo com o teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os teores de FDN variaram de 66,42% (ADR 8010 180 N, 0,90 cm) a 83,19% (ADR 500 180 N, 0,70 m).

A cultivar ADR-8010, em alguns tratamentos permitiu dois cortes e em outros apenas um, enquanto ADR-500 permitiu quatro cortes nos tratamentos com 180 kg N ha⁻¹ e três nos com 90 kg N ha⁻¹ e BRS 1501 foi cortada três vezes em todos os tratamentos (Tabela 1). Os estudos conduzidos por Silva et al.²³ com três cortes e Leão et al.²⁸ com quatro cortes mostram que os teores de FDN, FDA e Lignina aumentam com os sucessivos cortes. No estudo de Leão et al.²⁸ o teor FDN da cultivar ADR 500 passou de 66,65% no primeiro corte, para 72,16% no quarto.

Os altos teores de FDN apresentados pelas cultivares nas condições deste estudo indicam que podem ser um fator limitante ao consumo voluntário dos animais. A concentração de FDN na planta, de acordo com Mertens³⁸, está associada ao espessamento da parede celular e à menor fragilidade à ruptura mecânica e maior resistência à penetração microbiana, o que reduz a área superficial para o ataque microbiano. Mertens³⁹ cita que o bovino consome cerca de 1,2% do seu peso corporal em FDN, acima disso ocorre limitação por mecanismos físicos. No entanto, Costa et al.⁴⁰ avaliando novilhas nelore em pastejo de milho verificaram consumo de 1,57% e 1,80% do peso vivo para as novilhas quando as plantas se encontravam nos estágios vegetativo e reprodutivo, respectivamente e Montagner et al.⁴¹ relataram consumo de FDN de 1,37% do PV com novilhas Charolês e Charolês x Nelore com idade média de 15 meses e peso médio de 230 kg.

Ocorreram interações significativas ($P < 0,05$) entre as doses de N e as alturas pré-corte para os teores de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) (Tabela 4).

Os teores de FDA ficaram entre 27,15% (ADR 8010 180 N, 0,90 cm) e 39,06% (ADR 500 90 N, 0,80 m). O teor de Lignina médio foi de 5,15%, variando entre 3,15% (ADR 8010 180 N, 0,80 cm) a 7,79% (ADR 500 90 N, 0,90 m) e não sendo influenciado pelas doses de N ou alturas pré-corte.

Nos estudos de Leão et al.²⁸ o teor médio de FDA da cultivar ADR 500 foi de 38,79% para altura pré-corte de 0,60 m; 39,67% para 0,80 m e 42,73% para altura de 1,00 m.

Os teores de FDA e Lignina encontrados neste estudo estão muito próximos dos encontrados por outros autores. Para o milho colhido com 1,65 m de altura e 54 dias de idade, Brunette et al.³³ verificaram valor de 37,7% de FDA e de 2,5% de Lignina. Para as cultivares ADR 500, LAB 1542 e LAB 1838 avaliadas por Leão et al.²⁸ o menor valor de FDA foi 38,84% (LAB 1542, primeiro corte) e o maior foi 43,07 (LAB 1838, quarto corte). Para a cultivar ADR 300 Silva et al.²³ observaram valores indo desde 25,71% (primeiro corte, adubado com 150 kg N ha⁻¹ e resíduo de 0,20 m) até 42,31% (terceiro corte, adubado com 50 kg N ha⁻¹ e resíduo de 0,20 m).

TABELA 4 - Teores médios de fibra insolúvel em detergente e ácido (FDA), determinados nas cultivares de milho sob doses de nitrogênio, em três alturas pré-corte (em % da MS)

Altura (m)	Dose de N (kg ha ⁻¹)				CV (%)
	0	45	90	180	
ADR 500					
0,70	34,84 Aa	37,93 Aa	38,66 Aa	38,06 Aa	6,84
0,80	35,34 Aa	32,96 Aa	39,06 Aa	32,13 Ba	
0,90	32,86 Aa	35,92 Aa	38,26 Aa	37,39 Aa	
ADR 8010					
0,70	30,98 Aa	36,96 Aa	33,94 ABa	29,20 Ba	7,87
0,80	31,16 Aa	33,73 Aa	31,45 Ba	33,02 Aa	
0,90	31,83 Aa	33,42 Aa	30,67 Ba	27,15 Ba	
BRS 1501					
0,70	30,92 Aa	35,91 Aa	32,86 Ba	32,63 ABa	7,74
0,80	32,74 Aa	27,38 Aa	34,66 ABa	32,54 ABa	
0,90	27,86 Aa	33,72 Aa	32,06 Ba	33,47 ABa	

Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha e de letras minúsculas na mesma coluna não são diferentes entre si de acordo com o teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os teores de extrato etéreo não foram influenciados pelas doses de N ou pelas alturas de corte, apresentando valor médio de 3,47%.

Para o milho colhido com 1,65 m de altura e 54 dias de idade, Brunette et al.³³ verificaram teor de 2,0%. Colhendo o milho (ADR 300 e ADR 7010) com 64 dias de idade, com o objetivo de produzir silagem, Pinho et al.⁴² chegaram aos teores médios de 2,55% (sem adubação nitrogenada); 2,61% (20 kg N ha⁻¹); 2,60% (40 kg N ha⁻¹); 2,55% (60 kg N ha⁻¹) e 2,56% de EE (80 kg N ha⁻¹). Tritan et al.⁴³ aferiram o teor médio de 2,21% de EE para o milho colhido aos 60 e 90 dias de idade. Teor de EE de 1,57% foi verificado por Bortolassi et al.³⁴.

Embora apareça em baixas concentrações nas plantas forrageiras, o extrato etéreo é, de acordo com Detmann et al.⁴⁴, um componente que apresenta posição central na obtenção de estimativas do teor energético, em razão de sua elevada concentração calórica.

Os teores de carboidratos totais não se alteraram em função da altura de corte, mas foram influenciados pela dose de nitrogênio, apresentando seus menores teores nas parcelas adubadas com 180 kg N ha⁻¹. Nessas parcelas a média de carboidratos totais foi de 69,16% da MS. Nas demais doses de N o teor de CHOts, em porcentagem da matéria seca foi 79,20%, não apresentando diferenças entre as doses e alturas pré-corte.

A adubação com ureia promoveu a melhor composição químico-bromatológica para a cultivar ADR 8010 adubada com 180 kg N ha⁻¹, cortada aos 0,90 m: 21,69% de PB; 66,42% de FDN; 27,15% de FDA; 3,92% de EE e 63,29% de CHOt.

4. CONCLUSÕES

O milheto cortado aos 0,70 e 0,80 m de altura apresenta baixos teores de matéria seca, o que prejudica o consumo de MS pelos animais, enquanto o corte aos 0,90 m oferece teor satisfatório deste parâmetro.

As cultivares apresentaram altos teores de carboidratos totais e de extrato etéreo, o que indica alta densidade energética da forrageira, contribuindo para contrabalancear os efeitos negativos dos altos teores de FDN.

A adubação nitrogenada aumentou o teor de proteína do milheto e promoveu aumento de produtividade das cultivares, principalmente quando manejadas a 0,90 m.

5. REFERÊNCIAS

1. Dias-Filho MB. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 4 ed. Belém (PA): Editora do Autor; 2011. 215 p.
2. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2006. Rio de Janeiro; 2007. [acesso 13 Out 2013]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm>
3. International Fertilizer Industry Association. Production and trade statistics covering nitrogen, phosphate, potash and sulphur products: production, exports, imports from 1999 to 2010 (calendar year) [Acesso 27 Jul 2014]. Disponível em: <http://www.fertilizer.org/ifa/HomePage/STATISTICS/Production-and-trade>.
4. Silva SC, Nascimento Júnior D, Euclides VBP. Pastagens: conceitos básicos, produção e manejo. Viçosa (MG): Suprema; 2008. 115p.
5. Martha Júnior GB, Vilela L. Uso de fertilizantes em pastagens. In: Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG, editores. Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina (DF): Embrapa Cerrados, 2007. p.43-68.
6. Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG. Adubação nitrogenada. In: Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG, editores. Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina (DF): Embrapa Cerrados, 2007. p.117-144.
7. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da pecuária municipal 2013. Rio de Janeiro; 2014, 41:108p.
8. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da pecuária municipal 2012. Rio de Janeiro; 2013, 40:71p.
9. Sharma PC, Singh D, Sehgal D, Singh G, Hash CT, Yadav RS. Further evidence that a terminal drought tolerance QTL of pearl millet is associated with reduced salt uptake. Environ Exp Bot. 2014;102(sn):48-57.
10. Rezaei EE, Gaiser T, Siebert S, Sultan B, Ewert F. Combined impacts of climate and nutrient fertilization on yields of pearl millet in Niger. Eur J Agron. 2014;55:77-88.
11. Embrapa/CNPMS. Cultivo do Milheto. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2014. Sistemas de produção 3. [acesso 01 Fev 2015]. Disponível em: www.spo.cnptia.embrapa.br/expediente?p_p_id=expedienteportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-3&p_p_col_pos=2&p_p_col_count=7&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3833&expedienteportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet_redirect=https%3A%2F%2Fwww.spo.cnptia.embrapa.br%2Fconteudo%3Fp_p_id%3Dconteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_count%3D1%26p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId%3D3833%26p_r_p_-996514994_topicoId%3D3849.

12. Sementes Adriana. Manual técnico: ADR 500 super massa. [acesso em 21 Feb 2015]. Disponível em: <http://www.sementesadriana.com.br/produtos/milheto/adr-500-centro-oeste-e-sudeste>.
13. Silva AG. Fontes de fósforo na produção e composição Bromatológica de cultivares de milho forrageiro. [Tese]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia; 2010.
14. Brasil. Ministerio da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas: 1961-1990. Brasília: MAPA; 1992. 84p.
15. Sousa DMG, Martha Júnior GB, Vilela L. Adubação fosfatada. In: Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG, editores. Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina (DF): Embrapa Cerrados, 2007. p.145-77.
16. Vilela L, Martha Júnior GB, Sousa DMG. Adubação potássica e com micronutrientes. In: Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG, editores. Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina (DF): Embrapa Cerrados, 2007. p.179-87.
17. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 15th ed. Washington: AOAC; 1990. 1141p.
18. Robertson JB, Van Soest PJ. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: James WPT, Theander O, editors. The analysis of dietary fiber in food. New York: Marcel Dekker; 1981. p.123-58.
19. Silva DJ, Queiroz AC. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3a ed. Viçosa (MG): UFV; 2002. 235p.
20. Sniffen CJ, Connor JD, Van Soest P, Fox DG, Russel JB. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. carbohydrate and protein availability. J Anim Sci. 1992;70(11):3562-77.
21. R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Viena: R Foundation for Statistical Computing; 2012. [Acesso 13 fev 2013]. Disponível em: <http://www.R-project.org/>.
22. Silva SC, Nascimento Júnior D, Euclides VBP. Pastagens: conceitos básicos, produção e manejo. Viçosa (MG): Suprema; 2008. 115p.
23. Silva AG, Faria Júnior OL, França AFS, Miyagi ES, Rios LC, Moraes Filho CG, Ferreira JL. [Forage yield and chemical composition of pearl millet under nitrogen fertilization]. Ci Anim Bras. 2012;13(1):67-75. Portuguese.
24. Rodrigues JAS, Pereira Filho IA. Cultivares In: Pereira Filho IA, editor técnico. Sistema de produção 3: cultivo do milho. [online]. 4a ed. Sete Lagoas (MG): EMBRAPA-CNPMS; 2012. [acesso 6 fev 2015]. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milheto_4_ed/index.htm. ISSN 1679-012X.

25. Durães FOM, Magalhães PC, Santos FG. Circular Técnica 28: fisiologia da planta de milheto. [online]. Sete Lagoas (MG); EMBRAPA-CNPMS; 2003. [acesso 6 fev 2015]. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2003/circular/Circ_28.pdf. ISSN 1518-4269.
26. Shain MG, Abdrabou RTh, Abdelmoemn WR, Hamada MM. Response of growth and forage yield of pearl millet (*Pennisetum galucum*) to nitrogen fertilization rates and cutting height. Ann Agric Sci. 2013;58(2):153-62.
27. Guideli C, Favoretto V, Malheiros EB. [Production and quality of pearl millet sowed in two times and fertilized with nitrogen]. Pesq Agropec Bras. 2000;35(10):2093-8. Portuguese.
28. Leão HF, Costa KAP, Dias FJS, Severiano, EC, Collao-Saenz EA, Simon GA. Production and bromatological composition of pearl millet genotypes for pasture managed in different cutting heights. Biosci J. 2012;28(6):903-12.
29. Blümmel M, Bidinger FR, Hash CT. Management and cultivar effects on ruminant nutritional quality of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) stover II: effects of cultivar choice on stover quality and productivity. Field Crop Res. 2007;103:129-38.
30. Queiroz DS, Santana SS, Murça TB, Silva EA, Viana MCM, Ruas JRM. [Cultivars and sowing dates of pearl millet for forage production]. R Bras Saúde Prod Anim. 2012;13(2):318-29. Portuguese.
31. Rostamza M, Chaichi MR, Jahansouza MR, Alimadadi A. Forage quality, water use and nitrogen utilization efficiencies of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.) grown under different soil moisture and nitrogen levels. Agr Water Manage. 2011;98(10):1607-14.
32. Buso WHD, França AFS, Miyagi ES. Bromatological composition and dry matter digestibility of millet cultivars subjected to nitrogen doses. Arq Bras Med Vet Zootec. 2014;66(3):887-93.
33. Brunette T, Baurhoo B, Mustafa AF. Replacing corn silage with different forage millet silage cultivars: effects on milk yield, nutrient digestion, and ruminal fermentation of lactating dairy cows. J Dairy Sci. 2014;97(10):6440-9.
34. Bortolassi JR, Santos GT, Alcalde CR, Gonçalves GD, Zambom MA, Furlan AC. [Comparison of conventional and Ankom's filter bag technique (FBT) methodologies for determining neutral detergent fiber and acid detergent fiber.]. Acta Sci. 2000;22(3):807-11. Portuguese.
35. National Research Council. Nutrient requirements of beef cattle. 7th ed. Washington: National Academic Press; 2000. 248p.
36. Braz AJBP, Silveira PM, Kliemann HJ, Zimmermann JP. [Nutrient accumulation in leaves of millet, brachiaria and guineagrass]. Pesq Agropec Trop. 2004;34(2):83-7. Portuguese.

37. Van Soest PJ, Nutritional ecology of the ruminants. Ithaca: Cornell University Press; 1994. 476p.
38. Mertens DR. Kinetics of cell wall digestion and passage in ruminant. In: Jung HG, Buxton DR, Hatfield RD, Mertens DR, Ralph J, Weimer PJ, editors. Forage cell wall structure and digestibility. Madison: America Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society America, 1993. p.535-570.
39. Mertens DR. Regulation of forage intake. In: Fahey Jr GC, editor. Forage quality evaluation and utilization. Madison: America Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society America, 1994. p.450-493.
40. Costa VG, Rocha MG, Pötter L, Roso D, Rosa ATN, Reis J. [Grazing behavior and forage ingestion by beef heifers on pearl millet and alexander grass pastures]. R Bras Zootec. 2011;40(2):251-59. Portuguese.
41. Montagner DB, Rocha MG, Genro TCM, Bremm C, Santos DT, Roman J, Roso D. [Dry matter intake by beef heifers in a pearl millet pasture]. Cienc Rural. 2011;41(4):686-91. Portuguese.
42. Pinho RMA, Santos EM, Campos FS, Ramos JPF, Macedo CHO, Bezerra HFC, Perazzo AF. Silages of pearl millet submitted to nitrogen fertilization. Cienc Rural. 2014;44(5):918-24.
43. Tritan CS, Santos DH, Minutti CR, Foloni JSS, Calonego JC. Bromatological composition of sorghum, millet plant and midget guandu at different cut times in intercropping and monoculture. Acta Sci Agron. 2013;35(2):183-90.
44. Detmann E, Valadares Filho SC, Pina DS, Campos JMS, Paulino MF, Oliveira AS, Silva PA. [Estimation of ether extract digestibility in diets of ruminants: a model under Brazilian conditions]. R Bras Zootec. 2006;35(4):1469-78. Portuguese.

CAPÍTULO 3:
PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DE CULTIVARES DE
MILHETO SUBMETIDAS A DOSES DE NITROGÊNIO COM INIBIDOR DE
NITRIFICAÇÃO E ALTURAS PRÉ-CORTES

RESUMO

A adubação nitrogenada pode elevar a produção animal em pastagens, no entanto, grandes perdas de nitrogênio ocorrem no processo, o que onera o processo e gera contaminação ambiental. O uso de fertilizantes capazes de reduzir as perdas de N trariam benefícios econômicos e ambientais. Avaliou-se a produção e composição químico-bromatológica das cultivares de milheto ADR 500, ADR 8010 e BRS 1501 adubadas com quatro doses (0; 45; 90 ou 180 kg ha⁻¹) de nitrogênio (sulfonitrato de amônio tratado com inibidor de nitrificação), sob cortes, com três alturas pré-corte (0,70; 0,80 e 0,90 m). O delineamento experimental foi de blocos casualizados em arranjo fatorial (3 alturas de corte x 4 doses de N) e três repetições (blocos). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas a 5% de probabilidade (Tukey). A proteína bruta (PB) foi determinada pelo método Kjeldhal, a fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) e lignina pelo método sequencial. O extrato etéreo (EE) foi determinado pela metodologia Soxhlet. Os carboidratos totais (CHOt) foram calculados pela fórmula de Sniffen (1992). A cultivar ADR 8010 apresentou baixa produção de MS, a análise de regressão mostrou que as máximas produções seriam atingidas com 103 kg N ha⁻¹ para a altura de 0,70 (3,61 Mg ha⁻¹) e 111 kg N ha⁻¹ para a altura de 0,80 m (4,62 Mg ha⁻¹). Entre ADR 500 e BRS 1501 a produção foi semelhante até 90 kg N ha⁻¹, na dose de 180, ADR 500 permitiu um corte a mais, resultando em maior produção. Para as duas cultivares a máxima produção de matéria seca foi atingida com 180 kg N ha⁻¹. O corte aos 0,90 m proporcionou maiores teores de MS, os cortes aos 0,80 e 0,70 m apresentaram teores de MS limitantes ao consumo. A PB variou de 7,74% (ADR 500, 45 N, 0,80 m) a 21,52% (ADR 8010, 180 N, 0,70 m), a FDN ficou entre 65,62% (ADR 8010, 180 N, 0,70 m) e 81,60% (ADR 500, 45 N, 0,90 m), a FDA variou de 26,37% (ADR 8010, 180 N, 0,70 m) a 38,31% (BRS 1501, 90 N, 0,90 m), a lignina apresentou média de 5,07% e o EE de 3,51%, não variando com os tratamentos. As cultivares apresentaram teores de PB acima de 7,0%, com os maiores ocorrendo com 180 kg N ha⁻¹. As FDNs encontradas foram altas, indicativo de inibição do consumo. As cultivares apresentaram altos teores de carboidratos (CHOt) e EE, indicando alta densidade energética, o que poderia contrabalancear os efeitos dos altos FDNs. O nitrogênio na forma de sulfonitrato de amônio, tratado com inibidor de nitrificação, promoveu aumento de produtividade, principalmente, nas plantas com altura pré-corte de 0,90 m. A adubação com sulfonitrato de amônio, tratado com inibidor de nitrificação, revelou possíveis efeitos tóxicos nas doses mais baixas, revelados pelos baixos teores de proteínas e altos de CHOt e FDN.

Palavras-Chave: Altura pré-corte; forrageira tropical; inibidor de nitrificação; *Pennisetum glaucum*; proteína bruta.

CHAPTER 3:

PRODUCTION POTENTIAL AND CHEMICAL COMPOSITION OF PEARL MILLET CULTIVARS UNDER NITROGEN LEVELS AND SOURCES IN CUTTING REGIME

ABSTRACT

Nitrogen fertilization can increase the animal performance when in pastures, however, large nitrogen losses occur in the process, which burdens the process and generates environmental contamination. The use of fertilizers which are capable to reduce N losses would bring economic and environmental benefits. We evaluated the yield and chemical composition of millets' cultivars ADR 500, ADR 8010 and BRS 1501 fertilized with four doses (0, 45, 90 or 180 kg ha⁻¹) of nitrogen (ammonium sulfonitrate treated with nitrification inhibitor) in cutting regime, with three pre-cutting heights (0.70, 0.80 and 0.90 m). The experimental design was a randomized block factorial design (3 pre-cutting heights x 4 N doses) with three replications (blocks). Data were subjected to analysis of variance and means compared by Tukey's test at 5% probability. Regressions were made to dry matter yield. The crude protein (CP) was determined by the Kjeldahl method, the insoluble neutral detergent (NDF) and acid (ADF) fiber and lignin were determined by the sequential method. The ether extract (EE) was determined by the Soxhlet method. The total carbohydrates (tCHO) were calculated by the Sniffen's formula (1992). Cultivar ADR 8010 showed low DM production, regression analysis showed that the maximum yields were achieved with 103 kg N ha⁻¹ for the height of 0.70 (3.61 Mg ha⁻¹) and with 111 kg N ha⁻¹ for the height of 0.80 m (4.62 Mg ha⁻¹). Dry matter yield from ADR 500 and BRS 1501 was similar until the use of 90 kg N ha⁻¹ at the of 180 kg ha⁻¹ dose 500 ADR allowed a cut more, resulting in increased production. For both cultivars the maximum dry matter production was achieved with 180 kg N ha⁻¹. The pre-cutting at 0.90 m provided greater DM content, the cuts at 0.80 and 0.70 m presented DM contents that were limiting to feed intake. CP ranged from 7.74% (ADR 500 45 N 0,80 m) to 21.52% (ADR 8010, 180 N, 0.70 m), the NDF was between 65.62% (ADR 8010, 180 N, 0.70 m) and 81.60% (ADR 500 45 N, 0.90 m), the ADF ranged from 26.37% (ADR 8010, 180 N, 0.70 m) to 38.31 % (BRS 1501, N 90, 0.90 m), lignin averaged 5.07% and EE mean was 3.51% which does not varied with treatments. The cultivars exhibited CP content above 7.0%, with the highest occurring with 180 kg N ha⁻¹. The NDF contents found were high, indicating inhibition of feed intake. The cultivars showed high carbohydrates (tCHO) and EE, indicating high energy density, which could offset the effects of the high NDF. Nitrogen as ammonium sulfonitrate treated with nitrification inhibitor, promoted increased productivity, especially in plants with pre-cutting height at 0.90 m. The fertilization with ammonium sulfonitrate, treated with nitrification inhibitor, revealed possible toxic effects at lower doses, revealed by low protein levels and high tCHO and NDF.

Keywords: Crude protein; nitrification inhibitor; *Pennisetum glaucum*; pre-cutting height; tropical forage.

1. INTRODUÇÃO

O nitrogênio é o nutriente mais limitante à produção agropecuária no mundo. Em pastagens, a adubação nitrogenada atua diretamente sobre dois componentes determinantes da produção animal. Eleva a taxa de lotação por aumentar a produção primária (pasto) e eleva o desempenho individual dos animais por melhorar a qualidade da pastagem.

O uso do nitrogênio adubo vem acompanhado de perdas inerentes ao seu uso, a volatilização, a indisponibilização pelo solo, a percolação e a lixiviação.

Os inibidores de nitrificação são utilizados com o intuito de se evitar as perdas por volatilização de óxido nítrico (NO) e nitroso (N₂O) que são formados durante a nitrificação do amônio NH₄⁺ em nitrato NO₃⁻ e por lixiviação e percolação, uma vez que o amônio se adere às partículas do solo, enquanto o nitrato permanece na solução do solo sujeito ao arraste pela água¹.

O 3,4-dimetil pirazolfosfato (DMPP) é um inibidor de nitrificação que atua sobre as bactérias *Nitrossomonas* que transformam o amônio em nitrito (NO₂⁻) que posteriormente será enriquecido a nitrato. O DMPP possui efeito específico sobre as bactérias *Nitrosomonas*, sendo inofensivo aos demais micro-organismos do solo, possui ação bacteriostática temporária e não-bactericida, foi considerado inofensivo para organismos aquáticos e terrestres e é degradado biologicamente no solo e sem efeito residual².

Outra vantagem da inibição da nitrificação é a não liberação para o ambiente do óxido nitroso, um gás de efeito estufa cujo potencial de aquecimento global corresponde a 296 vezes o potencial de aquecimento do dióxido de carbono (CO₂)³.

O Estado de Goiás detém mais de 10% do rebanho bovino brasileiro⁴, com sua maioria sendo criada em pasto. Forrageiras capazes manter bons níveis de produção e de valor nutricional por mais tempo que as gramíneas geralmente usadas contribuem para a redução da sazonalidade da produção animal no Estado.

O milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), é utilizado para produzir grãos e forragem por produtores das regiões áridas e semiárida da Ásia e África Subsaariana⁵. No Cerrado a cultura passou a se destacar a partir da década de 1980 pelo uso do grão e como cobertura morta no sistema de plantio direto⁶.

Por possuir alto potencial de produção e bom valor nutricional, o milheto é uma alternativa para pastejo nos sistemas de integração lavoura-pecuária e na recuperação/reforma de pastagens.

Com este trabalho objetivou-se avaliar o potencial produtivo e a composição bromatológica de três cultivares de milheto sob regime de corte em três alturas pré-corte, submetidas a quatro doses de nitrogênio (sulfonitrato de amônio) tratado com o inibidor de nitrificação 3,4-dimetil pirazolfosfato (DMPP).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi conduzido no Departamento de Produção Animal da EVZ/UFG-Campus II, em Goiânia, latitude S 16°35', longitude W 49°16' e altitude de 727 m⁷. O clima regional é do tipo Aw quente e semiúmido, com uma estação seca, que vai de maio a outubro e uma estação úmida, entre novembro e abril, com temperatura média anual de 23,2°C⁸. Os dados de temperatura e precipitação durante o período experimental, que foi de 21/12/12 a 29/04/13 estão apresentados na Figura 1.

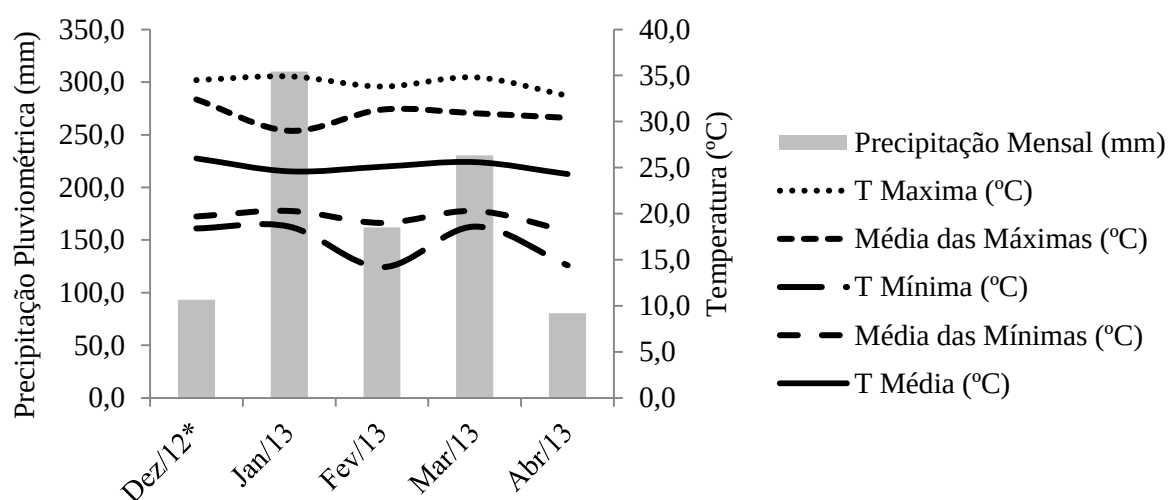


FIGURA 1 - Temperatura e precipitação pluviométrica durante o período experimental.

*Dados de Dezembro/2012 são referentes apenas ao período de 21/12/2012 a 31/12/2012.

Fonte: Estação Evaporimétrica de Primeira Classe da Escola de Agronomia-UFG.

O resultado da análise de terra da área experimental está transcrito no Quadro 1.

QUADRO 1 - Resultado da análise de terra da área experimental

Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	M. O. (%)	pH (CaCl ₂)	CTC (cmolc dm ⁻³)	V (%)
35,0	19,0	46,0	1,8	5,9	7,5	62,5
P (Mehl) (mg dm ⁻³)	K (mg dm ⁻³)	Ca (cmolc dm ⁻³)	Mg (cmolc dm ⁻³)	H + Al (cmolc dm ⁻³)	Al (cmolc dm ⁻³)	
3,8	69,0	3,4	1,1	2,8	0,0	

Os tratamentos, para cada uma das três cultivares de milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) (ADR 500; ADR 8010 e BRS 1501); consistiram-se em quatro doses de nitrogênio (0; 45; 90 e 180 kg ha⁻¹) e três alturas pré-corte (0,70; 0,80 e 0,90 m). A semeadura ocorreu em

21 de dezembro de 2012. Na ocasião foram aplicados 60 kg ha^{-1} de P_2O_5 (SS), 50 kg ha^{-1} de micronutrientes (FTE Br 12) e 50 kg ha^{-1} de K_2O (KCl) de acordo com as recomendações de Sousa et al.⁹ e Vilela et al.¹⁰.

As doses de nitrogênio (sulfonitrato de amônio com inibidor de nitrificação) foram aplicadas de uma só vez aos 15 dias após a emergência das plântulas. As parcelas de avaliação foram constituídas por cinco linhas de cinco metros lineares, espaçadas 0,30 m entre si, totalizando $6,0 \text{ m}^2$ ($5,00 \times 1,20$). A semeadura foi manual e se observou uma densidade de 20 sementes puras viáveis por metro linear, objetivando uma população de 666.600 plantas ha^{-1} . Os cortes de avaliação foram realizados sempre que as parcelas alcançaram as alturas médias de avaliação (0,70; 0,80 ou 0,90 m). Uma vez que a parcela atingia a altura desejada, procedia-se o corte de avaliação, deixando-se um resíduo de 0,20 m de altura. As bordaduras das parcelas (0,50 m em cada extremidade e as duas linhas externas) foram excluídas das avaliações. Portanto, a área de avaliação se constituiu de quatro metros lineares das três linhas centrais, perfazendo uma área de avaliação de $2,40 \text{ m}^2$ (Figura 2).

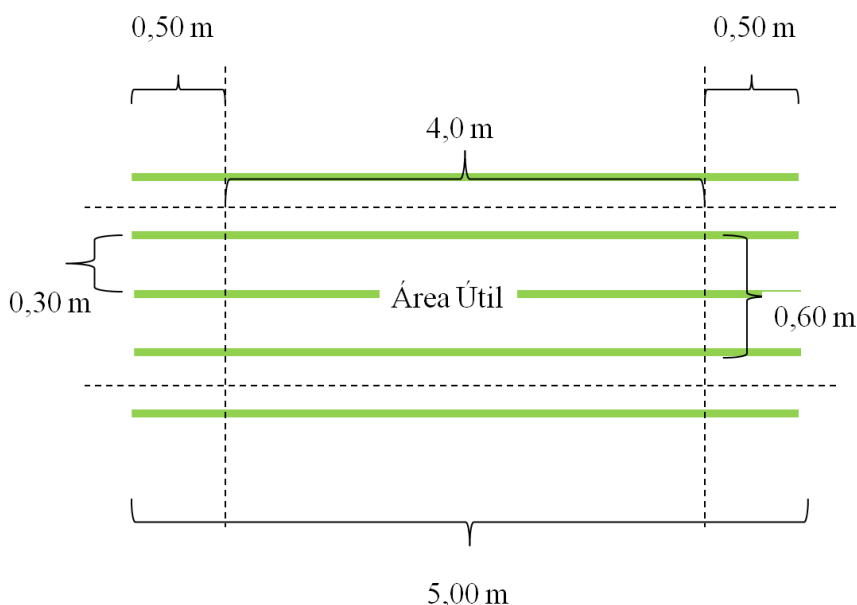


FIGURA 2. Desenho esquemático de uma parcela de avaliação.

Após o corte, todo material recolhido da área útil era pesado para a avaliação da produção por área e uma parte era recolhida e levada para o laboratório para análises. As análises de matéria seca (MS) e químico-bromatológicas foram realizadas nos laboratórios de forragicultura do Campus II da PUC Goiás. No laboratório as amostras foram pesadas e pré-secas em estufa de ventilação forçada (65°C) por 72 horas. Após a pré-secagem as amostras foram moídas em moinho estacionário tipo “Thomas-Willey” com peneira de crivo 1,0 mm e

armazenadas em potes de plástico para futuras análises bromatológicas. Uma parte do material foi seco em estufa a 105° C, determinando-se, por diferença de peso, o teor de matéria seca.

Em outra parte foram feitas químico-bromatológicas. O teor de proteína bruta (PB) foi determinado pelo método de Kjeldhal¹¹. A fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e a fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose e lignina foram calculadas pelo método sequencial¹². O extrato etéreo (EE) foi determinado em aparelho tipo Goldfisch com suporte para cartuchos de vidro e tubos coletores (Soxhlet)¹³.

Os carboidratos totais (CHOt) foram calculados segundo Sniffen et al.¹⁴, sendo:

$$\text{CHOt} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{Cinzas})$$

O potencial produtivo foi calculado pela extrapolação da produtividade de MS na área útil da parcela (2,40 m) para área de um hectare.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso num arranjo fatorial 3 x 4 (3 alturas de corte x 4 doses de N) com três repetições (blocos). As variáveis foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Por regressão foi determinada a dosagem de nitrogênio que proporcionou a melhor resposta das cultivares. As análises estatísticas foram efetuadas com auxílio do software estatístico R¹⁵.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Potencial produtivo

Foram realizados números diferentes de cortes nas cultivares (Tabela 1), porém isso se deveu ao número de rebrotas, pois o tempo médio entre os cortes, nas alturas analisadas não diferiu entre as cultivares ou entre as doses de nitrogênio. O primeiro corte ocorreu, em média, aos 35 dias após a semeadura (DAS) nas plantas com altura pré-corte de 0,70 m; 38 DAS (0,80 m) e 49 DAS (0,90 m). Nos demais cortes, o tempo médio entre cortes foi de 16,2 dias (0,70 m); 19,0 dias (0,80 m) e 27,3 dias (0,90 m)

TABELA 1 - Número de cortes realizados em cada cultivar em função das doses de nitrogênio e alturas pré-corte

Altura	Dose de N (kg ha ⁻¹)			
	0	45	90	180
	ADR 500			
0,70	3	3	3	4
0,80	3	3	3	4
0,90	3	3	3	4
	ADR 8010			
0,70	1	2	2	2
0,80	1	2	2	2
0,90	1	1	1	2
	BRS 1501			
0,70	3	3	3	3
0,80	3	3	3	3
0,90	3	3	3	3

Na Figura 3 está apresentada a produção de matéria seca da cultivar ADR 500 em função das alturas pré-corte e da adubação nitrogenada.

Todas as alturas avaliadas da cultivar ADR 500 apresentaram resposta linear até a dose de nitrogênio avaliada. No entanto, esta resposta se deve, principalmente, ao fato de ter ocorrido um corte a mais quando se utilizou 180 kg N ha⁻¹. Isto fez com que a diferença entre as parcelas não adubadas e as parcelas adubadas com 180 kg N ha⁻¹ fosse de 62,7% para as plantas cortadas aos 0,70 m; 82,1% para a altura pré-corte de 0,80 m e de 106,7% para as plantas cortadas aos 0,90 m.

Analisando-se a produção média por corte, essa diferença seria de 14,9% para o pré-corte aos 0,70 m; 27,2% para as plantas cortadas aos 0,80 m e de 40,9% para a altura de 0,90 m.

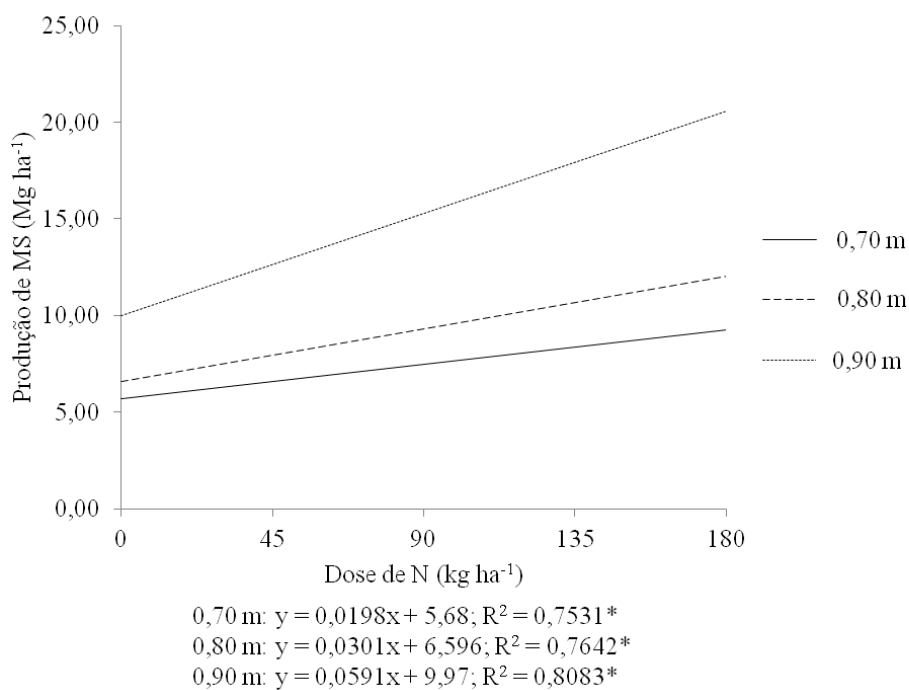


FIGURA 3 - Produção de matéria seca da cultivar ADR 500 em função da dose de nitrogênio e altura pré-corte

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

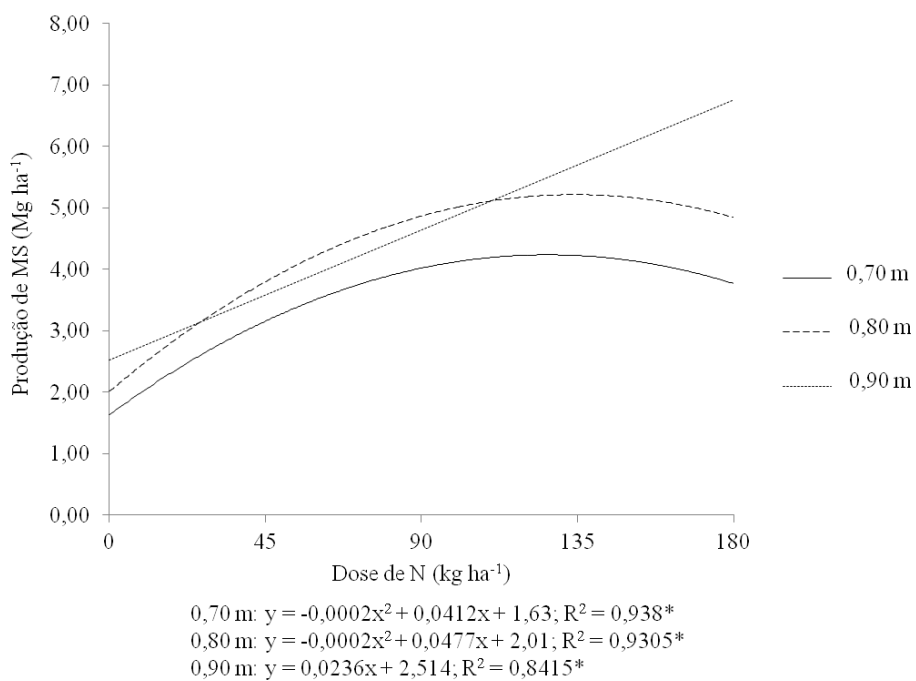


FIGURA 4 - Produção de matéria seca da cultivar ADR 8010 em função da dose de nitrogênio e altura pré-corte

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

A cultivar ADR 8010 foi a que possibilitou menor número de colheitas. A produtividade média por corte da cultivar variou de 1,63 Mg ha⁻¹ (0 kg N ha⁻¹ e 0,70 m) a 3,66 Mg ha⁻¹ (180 kg N ha⁻¹ e 0,90 m) (Figura 4). Por ser um híbrido destinado à produção de grãos²⁵, o vigor de rebrota da cultivar ADR 8010 tende a ser menor, soma-se a isto, o fato de, durante a implantação do experimento, a área experimental ter passado por grande infestação de plantas invasoras, especialmente tiririca (*Cyperus rotundus*), o que prejudicou a rebrota da cultivar (Tabela 1).

Nas parcelas não adubadas, as diferenças de produção de MS da ADR 8010 se deveram ao teor de matéria seca em cada altura. Nas plantas colhidas aos 0,70 m, o teor de MS foi de 10,88%; nas plantas com 0,80 m, o teor de MS foi de 12,70% e nas plantas com 0,90 m, o teor de MS foi de 19,51%.

As maiores produções das plantas colhidas aos 0,70 e 0,80 m, em relação às plantas colhidas aos 0,90 m, nas doses 45 e 90 kg N ha⁻¹, se devem ao número de cortes. Ao se analisar a produção de MS por corte, os resultados são: para as plantas adubadas com 45 kg N ha⁻¹, 1,75 Mg ha⁻¹ (0,70 m); 2,13 Mg ha⁻¹ (0,80 m) e 3,39 Mg ha⁻¹ (0,90 m). Para as parcelas adubadas com 90 kg N ha⁻¹, 1,87 Mg ha⁻¹ (0,70 m); 2,25 Mg ha⁻¹ (0,80 m) e 3,6 Mg ha⁻¹ (0,90 m).

A maior produção nas doses 45 e 90 kg N ha⁻¹ para as plantas de 0,70 e 0,80 m quando comparadas às parcelas sem adubação, se deve ao número de cortes. Para estas duas alturas não houve diferença de produção por corte entre as doses 45 e 90 kg N ha⁻¹.

Entre 90 e 180 kg N ha⁻¹, a ADR 8010 cortada nas alturas 0,70 e 0,80 m apresentou resposta típica das forrageiras tropicais, com a maior produção sendo atingida, no caso do pré-corte aos 0,70 m com a aplicação de 105 kg N ha⁻¹ (3,84 Mg MS ha⁻¹) e para o pré-corte aos 0,80 m, com a aplicação de 122 kg N ha⁻¹ (4,97 Mg MS ha⁻¹).

As parcelas colhidas aos 0,90 m foram colhidas apenas uma vez quando adubadas com 0; 45 e 90 kg N ha⁻¹ e duas vezes quando adubadas com 180 kg N ha⁻¹, o que resultou na grande diferença na produção total. Ao se analisar a produção por corte, os resultados são: 3,17 Mg MS ha⁻¹ (0 N); 3,39 Mg MS ha⁻¹ (45 kg N ha⁻¹); 3,60 Mg MS ha⁻¹ (90 kg N ha⁻¹) e 3,66 Mg MS ha⁻¹ (180 kg N ha⁻¹), demonstrando que a diferença, por corte, entre a maior e a menor dose de nitrogênio foi de 13,4%.

Em relação à BRS 1501 não houve diferença de produção ($P>0,05$) entre as parcelas adubadas e não adubadas quando a altura pré-corte foi de 0,70 e 0,80 m (Figura 5). Mostrando que, nessas alturas, a cultivar não se beneficiou do produto aplicado. Provavelmente, isto ocorreu devido ao período de atividade do produto, que é de quatro a dez semanas¹⁶, e as plantas atingem a altura de corte antes desse período. Ademais quando ocorre o corte ou pastejo, há

uma diminuição da superfície radicular, o que prejudica a absorção de nutrientes. Essa diminuição tende a ser proporcional à parte aérea removida¹⁷⁻¹⁹.

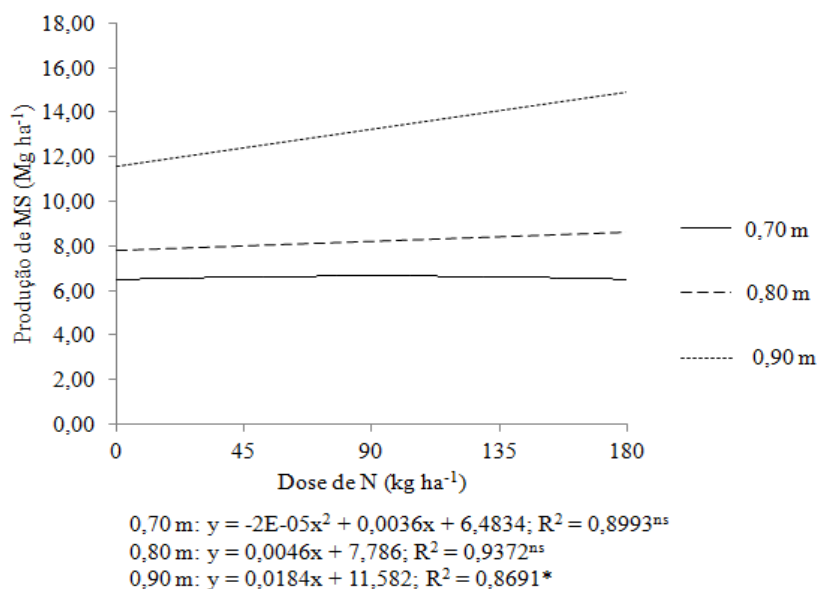


FIGURA 5 - Produção de matéria seca da cultivar BRS 1501 em função da dose de nitrogênio e altura pré-corte

^{ns}Não significativo pelo teste t.

^{*}Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

As três cultivares apresentaram baixa resposta às doses de nitrogênio de 45 e 90 kg ha⁻¹, quando manejadas em alturas pré-corte de 0,70 e 0,80 m.

O adubo usado (sulfonitrato de amônio) foi um produto com 24% de N, sendo 13% (54,17% do total) na forma de amônio (NH₄⁺) e 11% (45,83% do total) na forma de nitrato (NO₃⁻), tratado com o inibidor de nitrificação 3,4-dimetil pirazolfosfato – DMPP¹⁶. Dessa forma as plantas tinham mais amônio que nitrato disponível. O nitrogênio do amônio é de mais fácil absorção do que o N-NO₃⁻ Bloom et al.²⁰ sendo assim, as plantas podem ter dado preferência ao NH₄⁺ em detrimento do NO₃⁻. A absorção de grandes quantidades de amônio pode levar ao desbalanço iônico na planta, com excesso de íons H⁺ e consequente redução do pH nas células e tecidos vegetais, levando ao que segundo Britto e Kronzucker²¹ é o primeiro dos sintomas de intoxicação, a redução na produção de MS.

O efeito de inibição da nitrificação dura de quatro a dez semanas, dependendo das condições climáticas¹⁶. Na Tabela 2 estão apresentadas as disponibilidades em kg ha⁻¹ de nitrogênio em forma de amônio e de nitrato provenientes do adubo.

TABELA 2 - Disponibilidade de nitrogênio (kg ha^{-1}) na forma de amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-) em função da dose de adubo utilizada

Dose de N (kg ha^{-1})	Forma disponível do N	
	N- NH_4^+ (kg ha^{-1})	N- NO_3^- (kg ha^{-1})
45	24,37	20,63
90	48,74	41,26
180	97,48	85,52

Fonte: Adaptado de Compo Experts¹⁶

A relação amônio:nitrato obtida (54,17:45,83) pode ser prejudicial à absorção de nutrientes pelas raízes na medida em que tem o poder de reduzir o pH do solo. Utilizando solução nutritiva, Silva et al.²² verificaram que o uso de amônio, em proporções próximas às obtidas neste trabalho reduzem o pH do solo. Os autores aferiram, na proporção 50:50 pH de 4,52, enquanto o pH da solução contendo 100% de nitrato foi de 6,29 e o da solução com 100% de amônio foi de 4,16. Isto implicou em redução da produção de massa seca da parte aérea (folha e haste) e das raízes do girassol (*Helianthus annuus*); para a solução 100% NO_3^- as produções foram de 108 g MS vaso⁻¹ de parte aérea e 41 g MS vaso⁻¹ de raízes; para a solução 50:50 as parte aérea produziu 67 e as raízes 24 g MS vaso⁻¹; para a solução 100% NH_4^+ a produção de parte aérea foi de 31 e a de raízes de 10 g MS vaso⁻¹.

Estudo conduzido por Santos et al.²³ com *Panicum maximum* revelou que a proporção de nitrato deve ser superior à de amônio para que haja máxima produtividade. Os autores concluíram que as relações, em porcentagem, nitrato:amônio ideais para diversas características seriam respectivamente: 69:31 para o perfilhamento; 71:29 para o número de folhas; 72:28 para área foliar; 72:28 para produção de matéria seca da parte aérea; 64:36 para o comprimento das raízes; 60:40 para área de raízes e 68:32 para a matéria seca de raízes.

Devido ao período de ação do DMPP, infere-se que as plantas, nas alturas pré-corte de 0,70 e 0,80 m, que foram colhidas mais jovens do que as plantas com 0,90 m tivessem muito pouco N- NO_3^- disponível (menos de 50 kg N ha^{-1}) quando foram usadas as menores doses de N (0,45 e 90 kg N ha^{-1}). De acordo com Martha Júnior et al.²⁴, doses de N entre 40 e 50 kg N ha^{-1} são suficientes apenas para repor o nitrogênio exportado pelas pastagens, mas não são suficientes para trazer aumentos de produção. As parcelas colhidas aos 0,90 m, por demandarem mais tempo, têm chance de se beneficiarem da nitrificação do NH_4^+ , absorvendo maiores quantidades de nitrogênio na forma de nitrato. Nos demais cortes, apesar de o nutriente já estar disponibilizado às plantas, elas tiveram seu sistema de absorção prejudicado, pois as raízes ainda estavam se regenerando e, portanto, sua capacidade de absorção estava limitada, o que levou ao resultado observado.

A produção de matéria seca da BRS 1501 cortada aos 0,70 m não foi afetada pela adubação nitrogenada. A diferença entre a maior produção de MS ($6,64 \text{ Mg ha}^{-1}$), obtida com 90 kg N ha^{-1} e a menor produção de MS ($6,48 \text{ kg ha}^{-1}$) foi de 2,44% (Figura 5). Isto mostra que a adubação com sulfonitrato de amônio tratado com inibidor de nitrificação não é adequada quando se maneja a cultivar BRS 1501 com 0,70 m de altura, pois a planta não se beneficia dessa adubação. Este fato ocorre devido à falta de tempo hábil para que a planta possa se beneficiar do amônio transformado em nitrato após o período de ação do fertilizante e pela diminuição na superfície radicular que ocorre a cada corte ou pastejo, como foi discutido anteriormente.

Fazendo uma meta-análise da eficácia dos inibidores de nitrificação, Abalos et al.²⁵ verificaram que eles são pouco eficientes quando a dose de nitrogênio utilizada é inferior a 150 kg ha^{-1} , e que a maior eficiência destes produtos ocorre quando são utilizadas doses acima de 300 kg N ha^{-1} .

Analizando a BRS 1501 colhida aos 0,80 m, vê-se que a cultivar apresentou resposta à adubação apenas a partir da dose de 90 kg N ha^{-1} , quando houve uma diferença de produção de MS de 5,05% entre esta dose e a de 180 kg N ha^{-1} . Provavelmente, devido ao fato de a planta demandar mais tempo para atingir os 0,80 m do que para atingir os 0,70, a cultivar chegou a se beneficiar do N aplicado.

As parcelas colhidas aos 0,90 m não responderam ($P > 0,05$) à adubação com 45 kg N ha^{-1} , porém apresentaram resposta positiva à adubação com doses superiores. A diferença de produção de MS entre as doses 180 e 45 kg N ha^{-1} foi de 21,51%.

3.2 Composição químico-bromatológica

Os teores de matéria seca foram influenciados apenas pela altura pré-corte, ao passo que os de matéria orgânica e cinzas não foram influenciados por nenhuma das variáveis. Para o pré-corte aos 0,70 m o teor médio de matéria seca foi 11,07%, no pré-corte aos 0,80 m, foi de 13,13% e no pré-corte aos 0,90 m o teor de MS foi de 19,76%. O teor médio de matéria orgânica foi de 92,99% e o de cinzas foi de 7,01%.

Teores de MS muito baixos não são desejáveis devido à sua influência negativa no consumo. Assim, baseados nos valores apresentados pelas cultivares para este parâmetro, pode-se inferir que se o pastejo for realizado nas alturas de 0,70 e 0,80 m será necessária suplementação dos animais para que eles consigam ingerir a quantidade de MS necessária, seja para manutenção ou para produção.

Os teores de cinzas variaram de 4,07% (BRS 1501, 0 N, 0,90 m) a 11,96% (ADR 500 180 N, 0,90 m). Para o milheto colhido com 1,65 m de altura e 54 dias de idade, Brunette et al.²⁶ verificaram teor de cinzas de 12,1%, enquanto Bortolassi et al.²⁷ chegaram a 5,82%. Braz et al.²⁸ compararam a acumulação de nutrientes no limbo foliar do milheto, capim-Mombaça (*Panicum maximum*) e capim-Braquiária (*Brachiaria decumbens*), e constataram que o milheto acumulou maior quantidade de minerais e em menor período de tempo que as demais.

De acordo com Lana et al.²⁹ o uso de inibidores de nitrificação não alterou a absorção de nutrientes pela cultura do milho (*Zea mays*). Os autores verificaram que a composição mineral das folhas da cultura na época do florescimento foi a mesma para as parcelas adubadas com adubos convencionais (sulfonitrato de amônio) e para aquelas adubadas com adubos contendo o 3,4-dimetil pirazolfosfato (DMPP), o mesmo usado neste estudo.

Na Tabela 3 estão apresentados os dados de proteína bruta das cultivares.

TABELA 3 - Teores médios de proteína bruta (PB) determinados nas cultivares de milheto submetidas a doses de nitrogênio em três alturas pré-corte (em % da MS)

Altura (m)	Dose de N (kg ha ⁻¹)				CV (%)
	0	45	90	180	
ADR 500					
0,70	12,04 Aa	7,78 Ba	12,16 Aa	9,79 ABb	4,84
0,80	13,63 Aa	7,74 Ba	8,23 Bb	15,70 Aa	
0,90	12,86 Ba	9,15 Ba	11,23 Ba	17,32 Aa	
ADR 8010					
0,70	13,90 Ba	10,12 Ba	7,98 Ca	21,52 Aa	3,75
0,80	9,53 Bb	10,54 Ba	7,92 Ba	19,29 Aa	
0,90	9,02 Bb	10,27 Ba	8,04 Ba	20,86 Aa	
BRS 1501					
0,70	10,63 Ba	8,69 Bb	8,24 Bb	16,14 Aa	1,88
0,80	10,73 Ba	10,95 Ba	8,68 Bb	19,51 Aa	
0,90	9,80 Ba	10,24 Ba	12,61 Ba	18,23 Aa	

Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha e de letras minúsculas na mesma coluna não são diferentes entre si de acordo com o teste Tukey a 5% de probabilidade.

Todos os tratamentos apresentaram teor de proteína bruta acima de 7,0%, valor abaixo do qual o consumo por ruminantes seria limitado³⁰.

A dose de 180 kg N ha⁻¹ promoveu os maiores teores de PB em todas as alturas.

A cultivar ADR 8010 apresentou seus menores valores de proteína na dose de 90 kg N ha⁻¹. Ao se analisar a produção de MS (Figura 4) e o teor de PB pode-se ver que houve uma espécie de compensação ou de priorização do nitrogênio. A dose em que os teores de PB foram menores foram justamente os pontos em que a produção de MS foi maior.

Analisando a cultivar ADR 500 pode-se verificar que, para a dose 180 kg N ha⁻¹, as alturas de 0,80 e 0,90 m apresentaram os maiores teores de PB. Isto provavelmente ocorreu pelo fato de que a planta colhida aos 0,70 m não se beneficiou do nitrogênio de liberação lenta, fato reforçado pela baixa produção de MS por corte, 23,7% menor do que das plantas colhidas aos 0,80 m e 55,5% menor que das plantas cortadas aos 0,90 m.

O nitrogênio de liberação lenta se mostrou eficiente, do ponto de vista da elevação dos teores de PB, apenas na dose mais alta (180 kg N ha⁻¹).

A entrada de nitrato e amônio nas raízes ocorre através de transportadores específicos para essas formas de nitrogênio, o nitrato pode ser reduzido a nitrito (NO₂⁻) através da enzima redutase do nitrato e convertido a amônio através da enzima redutase do nitrito. O amônio é incorporado em aminoácidos pelas enzimas sintetase da glutamina e sintase do glutamato formando aminoácidos e seus metabólitos. O amônio não precisa passar por esses processos que despendem energia³¹. Além disso, o processo de absorção de nitrogênio na forma de NO₃⁻ demanda mais energia, consumindo até 23% de toda energia produzida na raiz, enquanto a assimilação do NH₄⁺ consome apenas 14%¹⁴. No entanto, Silva et al.²² e Britto e Kronzucker²¹ mostraram que a absorção exclusiva de NH₄⁺ pode ser prejudicial às plantas. A absorção de altas quantidades do amônio faz com que as células produzam o íon H⁺, que diminui o pH citoplasmático e estimula o bombeamento deste íon para fora da célula, gerando acidez nos tecidos e provocando sintomas de intoxicação. Assim, há a necessidade de utilização dos carboidratos produzidos para a assimilação do amônio absorvido, com vistas a evitar-se sua acumulação e consequentes problemas de toxicidade relacionados a alterações no pH celular e desbalanço iônico²¹.

Com base nos estudos citados e nos dados da Tabela 2, vê-se que, quando aplicados 45 ou 90 kg N ha⁻¹ havia baixas concentrações de nitrogênio, tanto na forma de amônio (forma mais facilmente assimilável), quanto na forma de nitrato (forma menos tóxica) para as plantas. No entanto houve maior concentração de NH₄⁺. Assim, pode-se conjecturar que as plantas deram preferência ao amônio e que foi necessária uma alta mobilização de carboidratos para se evitar seus efeitos tóxicos. Isso pode ser corroborado pelos altos teores de FDN (Tabela 4) e carboidratos totais (Tabela 6) verificados para essas doses, pois tanto as proteínas, quanto os carboidratos demandam carbono, hidrogênio e oxigênio para sua construção. Na dose de 180

kg N ha⁻¹ isso não foi observado devido à disponibilidade relativamente alta (85,52 kg ha⁻¹) de nitrogênio na forma de nitrato. Nas parcelas sem adubação, espera-se o mesmo fenômeno, pois o nitrogênio natural do solo, nas formas absorvíveis pelas plantas, se encontra mais na forma de nitrato, devido aos processos de nitrificação, que transformam o amônio em nitrato e de denitrificação, que vão transformar esse nitrato em formas voláteis (N₂ e N₂O)^{32,33}.

Na Tabela 4 estão apresentados os teores de FDN das cultivares.

TABELA 4 - Teores médios de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) determinados nas cultivares de milho submetidas a doses de nitrogênio em três alturas pré-corte (em % da MS)

Altura (m)	Dose de N (kg ha ⁻¹)				CV (%)
	0	45	90	180	
ADR 500					
0,70	79,25 Aa	78,52 Aa	71,41 Ba	71,38 Ba	4,99
0,80	75,22 Ab	76,62 Aa	73,41 Aa	75,15 Aa	
0,90	69,05 Bb	81,60 Aa	75,62 Aa	72,99 Ba	
ADR 8010					
0,70	72,54 Aa	76,17 Aa	73,28 Aa	65,62 Ba	4,73
0,80	72,57 Ba	78,17 Aa	71,58 Ba	68,81 Ba	
0,90	71,83 Aa	74,94 Aa	70,75 ABa	68,00 Ba	
BRS 1501					
0,70	75,11 Aa	75,74 Aa	77,58 Aa	76,33 Aa	3,29
0,80	76,61 Aa	69,78 Ba	77,44 Aa	75,20 Aa	
0,90	72,69 Ba	76,59 Aa	78,65 Aa	67,39 Bb	

Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha e de letras minúsculas na mesma coluna não são diferentes entre si de acordo com o teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os teores de FDN verificados neste trabalho são, em média, superiores aos encontrados por Leão et al.³⁴, que avaliando as cultivares ADR 500, LAB 1542 e LAB 1838 submetidas à alturas pré-corte de 0,60; 0,80 e 1,00 m encontraram variação entre 68,17% (LAB 1838, 0,60 m) e 71,21% (LAB 1838, 1,00 m).

Avaliando as cultivares ADR 500, ADR 7010 e BRS 1501 submetidas à adubação nitrogenada, Buso et al.³⁵ constataram teores de FDN variando de 57,13% (100 kg N ha⁻¹) a 60,11% (0 kg N ha⁻¹), no estudo a altura pré-corte foi de 0,70 m.

Colhendo o milho aos 54 dias, com 1,65 m de altura, Brunette et al.²⁶ verificaram 58,4% de FDN para o milho comum e 60,1% para o milho “doce” (cultivar rica em carboidratos solúveis).

Os altos teores de FDN encontrados podem ser limitantes ao consumo^{36,37} entretanto, os tratamentos que apresentaram os maiores valores de FDN, foram, também, os que apresentaram maiores teores de carboidratos totais (Tabela 6). Isto quer dizer que, se por um lado existe uma restrição física ao consumo, essa restrição poderia ser compensada com uma maior densidade de energia da forrageira.

Na Tabela 5 estão apresentados os teores médios de fibra insolúvel em detergente ácido.

TABELA 5 - Teores médios fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) determinados nas cultivares de milho submetidas a doses de nitrogênio em três alturas pré-corte (em % da MS)

Altura (m)	Dose de N (kg ha ⁻¹)				CV (%)
	0	45	90	180	
ADR 500					
0,70	34,84 ABa	37,28 Aa	30,32 Ba	31,69 Ba	6,81
0,80	35,34 Aa	33,47 Aa	30,91 Ba	36,81 Aa	
0,90	32,86 Aa	35,52 Aa	34,13 Aa	31,22 Aa	
ADR 8010					
0,70	30,98 ABa	34,67 Aa	34,60 Aa	26,37 Ba	8,28
0,80	31,16 ABa	35,40 Aa	34,18 Aa	29,92 Ba	
0,90	31,83 Aa	33,54 Aa	33,90 Aa	27,53 Ba	
BRS 1501					
0,70	30,92 Aa	30,13 Aa	34,72 Aa	32,90 Aa	9,91
0,80	32,74 Aa	27,15 Ba	34,46 Aa	33,54 Aa	
0,90	27,86 Ba	31,67 Ba	38,31 Aa	29,67 Ba	

Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha e de letras minúsculas na mesma coluna não são diferentes entre si de acordo com o teste Tukey a 5% de probabilidade.

O valor médio de lignina encontrado foi de 5,07%, variando entre 2,44% (ADR 8010, 180 N, 0,90 m) e 8,56% (ADR 500, 90 N, 0,70 m). Este valor é intermediário aos aferidos por Brunette et al.²⁶ (2,55%) e Leão et al.³⁴, que variou entre 11,12% (cultivar LAB 1838 cortada aos 0,60 m) e 14,78% (ADR 500 cortada com 1,00 m).

Os teores de FDA ficaram próximos dos encontrados por Buso et al.³⁵, que variaram de 30,23 a 32,00%, e foram mais baixos que os verificados Brunette et al.²⁶ (média de 37,7%) e por Leão et al.³⁴, que oscilaram entre 38,43 e 43,29%.

O extrato etéreo não foi influenciado pelas doses de N ou pelas alturas de corte, também não apresentou diferenças entre cultivares. O teor de carboidratos totais sofreu influência ($P < 0,05$) das doses de N (Tabela 6).

TABELA 6 - Teores médios de extrato etéreo (EE) e carboidratos totais (CHOt), determinados nos cultivares de milheto submetidos a doses de nitrogênio em três alturas pré-corte (em % da MS)

Dose de N (kg ha ⁻¹)	Altura (m)	Cultivar			Média 2*
		ADR-500	ADR-8010	BRS-1501	
		EE (% da MS)			
0	0,70	3,53	3,04	3,79	3,49
	0,80	3,89	3,20	3,56	
	0,90	3,92	2,86	3,61	
45	0,70	2,73	2,89	2,96	3,05
	0,80	2,80	2,84	3,14	
	0,90	3,74	3,21	3,11	
90	0,70	3,80	3,54	2,89	3,13
	0,80	3,08	2,53	3,03	
	0,90	3,58	2,78	2,93	
180	0,70	3,06	4,88	4,63	4,37
	0,80	3,69	4,28	4,63	
	0,90	4,20	5,51	4,47	
CHOt (% da MS)					
0	0,70	77,76	75,95	81,51	78,71 a
	0,80	76,28	80,81	80,92	
	0,90	71,84	81,26	82,07	
45	0,70	84,01	80,54	81,17	81,09 a
	0,80	84,09	80,50	79,49	
	0,90	81,65	80,43	77,94	
90	0,70	78,96	82,77	81,65	81,61 a
	0,80	83,43	84,64	82,29	
	0,90	80,16	82,57	78,05	
180	0,70	76,82	63,70	70,71	68,61 b
	0,80	69,95	67,26	67,82	
	0,90	66,52	64,14	70,60	

*Média 2 = média das três cultivares nas três alturas na mesma dose de N.

Letras minúsculas diferentes significam que a média entre doses de N difere pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. CV dos CHOts = 7,82%.

Muito semelhante ao teor de PB, o que provavelmente ocorreu, foi uma mobilização das moléculas de C, H e O para produção de carboidratos, a fim de se combater os efeitos tóxicos do NH_4^+ nas doses de 45 e 90 kg N ha⁻¹. Como na dose 0 a concentração de nitrato é

normalmente mais alta que a de amônio, e na dose de 180 kg N ha⁻¹ havia quantidade relativamente alta de nitrato, as concentrações de CHOt foram menores porém, as de proteína foram maiores (Tabelas 3 e 6).

Para o milheto adubado com sulfonitrato de amônio tratado com inibidor de nitrificação, a melhor composição químico-bromatológica foi apresentada pela cultivar ADR 8010 adubada com 180 kg N ha⁻¹ e cortada aos 0,70 m: 21,52% de PB; 65,62% de FDN; 26,37% de FDA; 4,88% de EE e 63,70% de CHOt.

4. CONCLUSÕES

O milheto cortado aos 0,70 e 0,80 m de altura apresenta baixos teores de matéria seca, o que prejudica o consumo de MS pelos animais, enquanto o corte aos 0,90 m oferece teor satisfatório deste parâmetro.

As cultivares apresentaram altos teores de carboidratos totais e de extrato etéreo, o que indica alta densidade energética da forrageira, contribuindo para contrabalancear os efeitos negativos dos altos teores de FDN.

A adubação com fertilizante tratado com inibidor de nitrificação contribuiu para o aumento da produtividade, porém revelou possíveis efeitos tóxicos nas doses mais baixas (45 e 90 kg N ha⁻¹), revelados pelos baixos teores de proteínas e altos de CHOt e FDN nessas doses.

5. REFERÊNCIAS

1. Trenkel ME. Improving Fertilizer use Efficiency: controlled-release and stabilized fertilizers in agriculture. Paris: IFA; 1997. 156p.
2. Zerulla W, Barth T, Dressel J, Erhardt K, von Locquunghien KH, Pasda G, Rädle M, Wissemeier AH. 3,4-Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) – a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture: an introduction. *Biol Fertil Soils*. 2001;34(2):79-84.
3. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate change 2001: the scientific basis. In: Houghton JT, Ding Y, Noguer M, Van Der Linden PJ, Dai X, Maskell K, editors. Contribution of working group I to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge: Cambridge University Press; 2001. p.1-83.
4. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da pecuária municipal 2013. Rio de Janeiro; 2014, 41:108p.
5. Sharma PC, Singh D, Sehgal D, Singh G, Hash CT, Yadav RS. Further evidence that a terminal drought tolerance QTL of pearl millet is associated with reduced salt uptake. *Environ Exp Bot*. 2014;102(sn):48-57.
6. Embrapa/CNPMS. Cultivo do Milheto. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2014. Sistemas de produção 3. [acesso 01 Fev 2015]. Disponível em: www.spo.cnptia.embrapa.br/expediente?p_p_id=expedienteportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-3&p_p_col_pos=2&p_p_col_count=7&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3833&expedienteportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet_redirect=https%3A%2F%2Fwww.spo.cnptia.embrapa.br%2Fconteudo%3Fp_p_id%3Dconteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_count%3D1%26p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId%3D3833%26p_r_p_-996514994_topicoId%3D3849.
7. Silva AG. Fontes de fósforo na produção e composição Bromatológica de cultivares de milho forrageiro. [Tese]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia; 2010.
8. Brasil. Ministerio da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas: 1961-1990. Brasília: MAPA; 1992. 84p.
9. Sousa DMG, Martha Júnior GB, Vilela L. Adubação fosfatada. In: Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG, editores. Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina (DF): Embrapa Cerrados, 2007. p.145-77.
10. Vilela L, Martha Júnior GB, Sousa DMG. Adubação potássica e com micronutrientes. In: Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG, editores. Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina (DF): Embrapa Cerrados, 2007. p.179-87.

11. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 15th ed. Washington: AOAC; 1990. 1141p.
12. Robertson JB, Van Soest PJ. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: James WPT, Theander O, editors. The analysis of dietary fiber in food. New York: Marcel Dekker; 1981. p.123-58.
13. Silva DJ, Queiroz AC. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3a ed. Viçosa (MG): UFV; 2002. 235p.
14. Sniffen CJ, Connor JD, Van Soest P, Fox DG, Russel JB. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. carbohydrate and protein availability. J Anim Sci. 1992;70(11):3562-77.
15. R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Viena: R Foundation for Statistical Computing; 2012. [Acesso 13 fev 2013]. Disponível em: <http://www.R-project.org/>.
16. Compo Expert. Technical Information on NovaTec® N-Max 24-5-5. Münster (Germany): 2013. [acesso 08 fev 2015]. Disponível em: http://www.compo-expert.com/fileadmin/user_upload/compo_expert/en/documents/pdf/product-information_2014/TI_NovaTec_N-Max_24-5-5.pdf.
17. Santos PM, Thornton B, Corsi M. Adaptation of the C4 grass *Panicum maximum* to defoliation is related to plasticity of N uptake, mobilization and allocation patterns. Sci Agric. 2012;69(5):293-9.
18. Rodrigues LRA, Rodrigues TJD. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: Castro PRC, Ferreira SO, Yamada T, editores. Ecofisiologia da produção agrícola. Piracicaba (SP): Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1987. p.203-30.
19. Davidson LR. Root system:the forgotten component of pastures. In: Wilson JR, editor. Plant relations in pastures. Brisbane: CSIRO. 1978. p.86-94.
20. Bloom AJ, Sukrapanna SS, Warner RL. Root respiration associated with ammonium and nitrate absorption and assimilation by barley. Plant Physiol. 1992;99(4):1294-301.
21. Britto DT, Kronzucker HJ. NH_4^+ toxicity in higher plants: a critical review. J Plant Physiol. 2002;159(6):567-84.
22. Silva PCC, Couto JL, Santos AR. [Absorption of nitrate and ammonium ions and its effects on the development of sunflower in nutrient solution]. Rev Biol Cienc Terra. 2010;10(2):97-104. Portuguese.
23. Santos JHS, De Bona FD, Monteiro FA. Growth and productive responses of tropical grass *Panicum maximum* to nitrate and ammonium supply. R Bras Zootec. 2013;42(9):622-8.

24. Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG. Adubação nitrogenada. In: Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG, editores. Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina (DF): Embrapa Cerrados, 2007. p.117-44.
25. Abalos D, Jeffrey S, Sanz-Cobena A, Guardia G, Vallejo A. Meta-analysis of the effect of urease and nitrification inhibitors on crop productivity and nitrogen use efficiency. *Agr Ecosyst Environ.* 2014;189:136-44.
26. Brunette T, Baurhoo B, Mustafa AF. Replacing corn silage with different forage millet silage cultivars: effects on milk yield, nutrient digestion, and ruminal fermentation of lactating dairy cows. *J Dairy Sci.* 2014;97(10):6440-9.
27. Bortolassi JR, Santos GT, Alcalde CR, Gonçalves GD, Zambom MA, Furlan AC. [Comparison of conventional and Ankom's filter bag technique (FBT) methodologies for determining neutral detergent fiber and acid detergent fiber.]. *Acta Sci.* 2000;22(3):807-11. Portuguese.
28. Braz AJBP, Silveira PM, Kliemann HJ, Zimmermann JP. [Nutrient accumulation in leaves of millet, brachiaria and guineagrass]. *Pesq Agropec Trop.* 2004;34(2):83-7. Portuguese.
29. Lana RMQ, Faria MV, Lana AMQ, Bonnoto I, Pereira DM. [Application of fertilizer containing nitrification inhibitor and micronutrients in maize]. *Rev Bras Milho Sorgo.* 2008;7(2):141-51. Portuguese.
30. Van Soest PJ, Nutritional ecology of the ruminants. Ithaca: Cornell University Press; 1994. 476p.
31. Bredemeier C, Mundstock CM. [Regulation of nitrogen absorption and assimilation in plants]. *Cienc Rural.* 2000;30(2):365-72. Portuguese.
32. Snyder CS, Bruulsema TW, Jensen TL, Fixen PE. Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. *Agr Ecosyst Environ.* 2009;133(3-4):247-66.
33. Mora Ravelo SG, Gavi Reyes F, Peña Cabriaes JJ, Pérez Moreno J, Tijerina Chávez L, Vaquera Huerta H. Desnitrificación de um fertilizante de lenta liberación y urea+fosfato monoamónico aplicados a trigo irrigado com agua residual o de pozo. *Rev Int Contam Ambient.* 2007;23(1):25-33. Español.
34. Leão HF, Costa KAP, Dias FJS, Severiano, EC, Collao-Saenz EA, Simon GA. Production and bromatological composition of pearl millet genotypes for pasture managed in different cutting heights. *Biosci J.* 2012;28(6):903-12.
35. Buso WHD, França AFS, Miyagi ES. Bromatological composition and dry matter digestibility of millet cultivars subjected to nitrogen doses. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2014;66(3):887-93.

36. Mertens DR. Kinetics of cell wall digestion and passage in ruminant. In: Jung HG, Buxton DR, Hatfield RD, Mertens DR, Ralph J, Weimer PJ, editors. Forage cell wall structure and digestibility. Madison: America Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society America, 1993. p.535-570.
37. Mertens DR. Regulation of forage intake. In: Fahey Jr GC, editor. Forage quality evaluation and utilization. Madison: America Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society America, 1994. p.450-493.

CAPÍTULO 4:
DEGRADABILIDADE IN SITU DE CULTIVARES DE MILHETO SUBMETIDAS A
DOSES DE NITROGÊNIO EM TRÊS ALTURAS PRÉ-CORTE SOB REGIME DE
CORTES

RESUMO

Dentre as técnicas capazes de aumentar a produtividade animal por área encontram-se a adubação de pastagens, principalmente a nitrogenada, e o cultivo de espécies forrageiras em áreas ociosas no período de entressafra das culturas anuais. O milheto (*Pennisetum glaucum*) já vem sendo usado como planta de cobertura entre culturas anuais e possui grande potencial forrageiro, além de ser uma planta recicladora de nutrientes, devido ao seu sistema radicular capaz de alcançar profundidades que as outras culturas normalmente não alcançam. Este estudo foi desenvolvido no Departamento de Produção Animal da Universidade Federal de Goiás-Goiânia, com o objetivo de avaliar o valor nutricional do milheto a fim de fornecer uma ferramenta de tomada de decisão ao produtor rural. Avaliou-se a degradabilidade ruminal *in situ* de duas cultivares de milheto, BRS 1501 e ADR 500, submetidas à adubação nitrogenada (0; 45; 90 e 180 kg ha⁻¹) sob forma de ureia e alturas pré-corte (0,70; 0,80 e 0,90 m). As análises químico-bromatológicas foram realizadas na Faculdade de Zootecnia da PUC Goiás-Goiânia. A proteína bruta (PB) foi determinada pelo método de Kjeldhal. As fibras insolúveis em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) foram calculadas pelo método sequencial. As equações de degradabilidade utilizadas foram determinadas a partir do modelo proposto por Orskov e McDonald (1979), com as adaptações de Sampaio (1988). Foram usados dois bovinos machos canulados no rúmen e em cada animal foram incubadas três sacos contendo 5,00 g de cada tratamento. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso num arranjo fatorial 3 x 4 (3 alturas de corte x 4 doses de N) com três repetições (blocos). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. A adubação nitrogenada, em altas doses, melhorou o valor nutricional do milheto, exceto para ADR 500 manejada a 0,80 m pré-corte, que teve sua composição químico-bromatológica melhorada, mas não a degradabilidade. Apesar de a adubação nitrogenada ter elevado a degradabilidade efetiva da proteína bruta, os resultados encontrados foram inferiores aos relatados por outros autores, sugerindo que pode ter ocorrido contaminação por proteína de origem microbiana das amostras. A alta fração FDN revelada na composição químico-bromatológica não seria um limitante ao consumo pelos animais, uma vez que apresentou alta fração solúvel, indicando rápido desaparecimento ruminal.

Palavras-Chave: Adubação nitrogenada; altura de manejo; degradação ruminal; *Pennisetum glaucum*; valor nutritivo

CHAPTER 4:
IN SITU DEGRADABILITY OF PEARL MILLET CULTIVARS SUBMITTED TO
NITROGEN DOSES AT THREE DIFFERENT HEIGHTS IN CUTTING REGIME

ABSTRACT

Amongst the techniques to increase animal productivity per area are the fertilization of pastures, mainly nitrogen, and the cultivation of forage species in idle areas in the off-season of annual crops. Pearl millet (*Pennisetum glaucum*) is already being used as cover crop between annual crops and has great potential as forage; besides it is a nutrient recycling plant due to its root system capable of reaching depths that other cultures do not normally reach. This study was developed at Departamento de Produção Animal from Universidade Federal de Goiás, Goiânia, in order to assess the pearl millet nutritional value to provide a decision-making tool for farmers. We evaluated the *in situ* ruminal degradability of two pearl millets' cultivars, BRS 1501 and ADR 500, under nitrogen (urea) fertilization levels (0, 45, 90 and 180 kg ha⁻¹) and pre-cutting heights (0.70, 0.80 and 0.90 m). The chemical analyzes were performed in the Faculdade de Zootecnia of PUC Goiás, Goiânia. The crude protein (CP) was determined by the Kjeldahl method. Insoluble neutral (NDF) and acid (ADF) detergent fiber were calculated using the sequential method. The degradability equations used were determined from the model proposed by Orskov and McDonald (1979), with the adaptations made by Sampaio (1988). Two rumen cannulated male bovine were used and three bags containing 5.00 g of each treatment were incubated in each animal. The experimental design was a randomized block design in a factorial 3 x 4 (3 cutting heights x 4 nitrogen doses) with three replications (blocks). Data were subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5% probability. High nitrogen doses improved pearl millet's nutritional value; except for ADR 500 handled at 0.90 m, which had the chemical composition improved but not the degradability. Although nitrogen fertilization has raised the effective degradability of crude protein, the results were lower than those reported by other authors, suggesting that microbial protein contamination may have occurred. The high NDF content revealed in chemical composition would not be a feed intake limiting factor since it presented a high soluble fraction, which indicates a rapid ruminal disappearance.

Keywords: Cutting height; nitrogen fertilization; nutritive value; *Pennisetum glaucum*; ruminal degradation.

1. INTRODUÇÃO

A atividade pecuária tem grande importância para o Brasil, especialmente para estado de Goiás, que detêm mais de 10% do rebanho bovino brasileiro¹, com a grade maioria deste rebanho sendo criado em regime de pasto.

Tecnologias capazes de aumentar a produção e qualidade da forragem produzida e, consequentemente, a produtividade animal vem de encontro aos anseios dos produtores e da crescente população que demanda alimentos de qualidade a preços acessíveis.

Uma dessas tecnologias é a adubação de pastagens, tecnologia usada apenas por pequena parcela dos pecuaristas de Goiás e do Brasil².

A adubação nitrogenada contribui para o aumento da produção e da qualidade da forragem atuando, assim, sobre os dois determinantes primários da produção animal, a taxa de lotação e o desempenho animal³.

Outra alternativa é a integração lavoura-pecuária, com o aproveitamento de áreas ociosas entre as lavouras anuais com o estabelecimento de forrageiras que mantém o solo protegido durante o período entre safras e aproveitam áreas ociosas para a manutenção de animais.

O milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) já vem sendo usado com este propósito e sua área de plantio tem aumentado nos últimos anos nas regiões do Cerrado brasileiro devido à características como rusticidade, alta produção de massa capacidade de reciclar nutrientes devido às raízes profundas que alcançam e trazem à superfície nutrientes que estariam fora do alcance da maioria das culturas anuais⁴.

Atualmente várias cultivares estão disponíveis ao produtor, existem cultivares voltadas para a produção de grãos, para a produção de forragem e de duplo propósito.

A cultivar BRS 1501 foi lançada pela EMBRAPA/CNPMS em 1999 como uma cultivar de duplo propósito. É uma variedade de polinização aberta, originada por seleção massal de uma população americana. Possui ciclo médio, boa capacidade de perfilhamento e tem mostrado boa recuperação na rebrota⁴. Seu porte médio é de 1,80 m e é recomendada para as regiões Centr-Oeste, Sudeste e Sul.

A cultivar ADR 500 foi desenvolvida para produção de forragem e lançada no mercado em 2003, pode atingir 2,65 m de altura, possui ciclo tardio, grande capacidade de perfilhamento e é recomendada para o plantio em todo Brasil, embora necessite de temperaturas acima de 15°C para germinar e não se desenvolva bem em temperaturas abaixo de 10°C⁵.

Para que se alcance altos níveis de produtividade com custos competitivos, é de fundamental importância a precisão e eficiência do manejo alimentar. A análise química é o

ponto de partida na determinação do valor nutritivo dos alimentos, mas a utilização destes nutrientes depende do uso que o organismo seja capaz de fazer deles. Várias técnicas podem ser utilizadas para se determinar a qualidade dos alimentos, desde a medição da produção animal, a técnicas diretas ou indiretas, como a digestibilidade *in vitro*, *in vivo* e *in situ*. Dentre essas três, a técnica *in situ* é a que permite avaliação de vários alimentos ao mesmo tempo, ou o mesmo alimento submetido a diferentes tratamentos, não demanda grande quantidade de animais e não necessita de equipamentos especiais como gaiolas metabólicas ou câmaras de gases.

Segundo Brito et al.⁶, a técnica da degradabilidade *in situ* tem sido aperfeiçoada, empregada e estudada intensivamente nos últimos 25 anos, com os objetivos de comparar alimentos e melhor compreender o processo fermentativo.

Com este trabalho objetivou-se avaliar a degradabilidade ruminal *in situ* das cultivares de milho BRS 1501 e ADR 500 sob regime de cortes em três alturas pré-cortes, submetidas a quatro doses de nitrogênio na forma de ureia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA-UFG) e está protocolado sob o nº 116/14.

O experimento de campo foi conduzido no Departamento de Produção Animal da EVZ-UFG, localizada no Campus II, em Goiânia, latitude S 16°35', longitude W 49°16' e altitude de 727 m⁷. O clima regional é do tipo Aw quente e semiúmido, com uma estação seca, que vai de maio a outubro e uma estação úmida, entre novembro e abril, com temperatura média anual de 23,2°C⁸. Os dados de temperatura e precipitação durante o período experimental que foi de 21/12/12 a 29/04/13 estão apresentados na Figura 1.

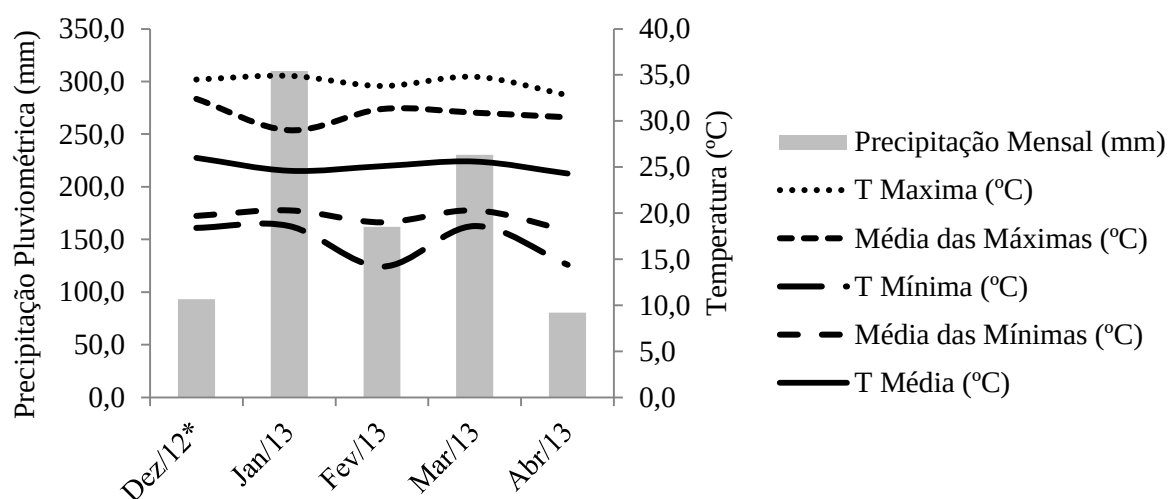


FIGURA 1 - Temperatura e precipitação pluviométrica durante o período experimental.

*Dados de Dezembro/2012 são referentes apenas ao período de 21/12/2012 a 31/12/2012.

Fonte: Estação Evaporimétrica de Primeira Classe da Escola de Agronomia-UFG.

A semeadura ocorreu em 21 de dezembro de 2012. O resultado da análise da composição e da fertilidade do solo da área experimental está transcrito no Quadro 1.

QUADRO 1 - Resultado da análise do solo da área experimental

Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	M. O. (%)	pH (CaCl ₂)	CTC (cmolc dm ⁻³)	V (%)
35,0	19,0	46,0	1,8	5,9	7,5	62,5
P (Mehl) (mg dm ⁻³)	K (mg dm ⁻³)	Ca (cmolc dm ⁻³)	Mg (cmolc dm ⁻³)	H + Al (cmolc dm ⁻³)	Al (cmolc dm ⁻³)	
3,8	69,0	3,4	1,1	2,8	0,0	

Os tratamentos, para cada uma das duas cultivares de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) (ADR-500 e BRS-1501); consistiram de quatro doses de nitrogênio (0; 45; 90 e 180 kg ha⁻¹) na forma de ureia e três alturas pré-corte (0,70; 0,80 e 0,90 m). Na ocasião da semeadura foram aplicados, como adubação de formação, 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (SS), 50 kg ha⁻¹ de micronutrientes (FTE Br 12) e 50 kg ha⁻¹ de K₂O (KCl) de acordo com as recomendações de Sousa et al.⁹ e Vilela et al.¹⁰.

As doses de nitrogênio (ureia) foram aplicadas de uma só vez aos 15 dias após a emergência das plântulas. As parcelas de avaliação foram constituídas por cinco linhas de cinco metros lineares, espaçadas 0,30 m entre si, totalizando 6,0 m² (5,00 x 1,20). A semeadura foi manual e se observou uma densidade de 20 sementes puras viáveis por metro linear, objetivando uma população de 666.600 plantas ha⁻¹. Os cortes de avaliação foram realizados sempre que as parcelas alcançaram as alturas médias de avaliação (0,70; 0,80 ou 0,90 m). Uma vez que a parcela atingia a altura desejada, procedia-se o corte de avaliação, deixando-se um resíduo de 0,20 m de altura. As bordaduras das parcelas (0,50 m em cada extremidade e as duas linhas externas) foram excluídas das avaliações. Portanto, a área de avaliação se constituiu de quatro metros lineares das três linhas centrais, perfazendo uma área de avaliação de 2,40 m² (Figura 2).

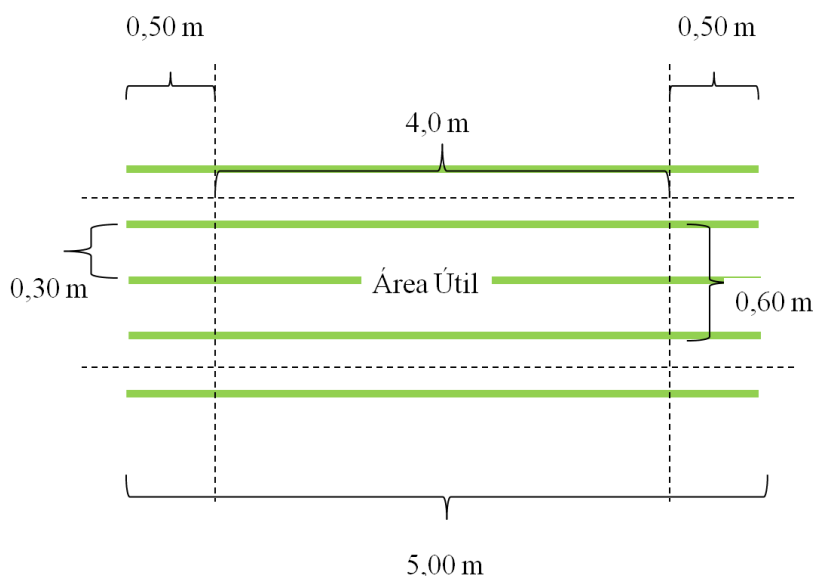


FIGURA 2. Desenho esquemático de uma parcela de avaliação.

Após o corte, todo material recolhido da área útil era pesado para a avaliação da produção por área e uma amostra era recolhida e levada para o laboratório para determinação da matéria pré-seca. As análises bromatológicas foram realizadas nos laboratórios de

forragicultura do Campus II da PUC Goiás. No laboratório as amostras foram pesadas e pré-secas em estufa de ventilação forçada (65°C) por 72 horas. Após a pré-secagem as amostras foram moídas em moinho estacionário tipo “Thomas-Willey” com peneira de crivo 1,0 mm e armazenadas em potes de plástico para futuras análises bromatológicas. Outra parte do material foi moída em peneira de 5,0 mm para a realização da análise da degradabilidade *in situ*.

As análises bromatológicas foram feitas pela secagem do material em estufa de ventilação forçada a 65° C, seguida de estufa a 105° C, determinando-se, por diferença de peso, o teor de matéria seca. A proteína bruta (PB) foi determinada pelo método de Kjeldhal¹¹. A fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e a fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) foram calculadas pelo método sequencial¹². O extrato etéreo (EE) foi determinado pela metodologia Soxhlet¹³.

Os carboidratos totais (CHOt) foram calculados segundo Sniffen et al.¹⁴ de acordo com a equação:

$$\text{CHOt} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{Cinzas})$$

A degradabilidade ruminal foi determinada com a utilização de dois bovinos machos (holandês x zebu), castrados, manejados em piquetes, canulados no rúmen com acesso a água, mistura mineral e forragem *ad libitum*.

As amostras foram acondicionadas em sacos de náilon com poros de 50 µm de diâmetro, com dimensões de 5x14 cm, selados nas bordas e devidamente identificados. Foram incubados, de cada tratamento, três sacos com 5,00 g de amostra cada, em cada um dos animais. Os tempos de incubação foram 0; 12; 24; 48 e 96 horas. As amostras foram incubadas em ordem decrescente de tempo para que pudessem ser retiradas todas de uma vez e a lavagem fosse uniformizada. Depois de retiradas do animal, as amostras foram lavadas em água corrente até que a água escorresse límpida e então secas em estufa a 65° C até atingirem peso constante. A seguir determinou-se a degradabilidade ruminal dos constituintes.

As equações de degradabilidade utilizadas foram determinadas a partir do modelo proposto por Orskov e McDonald¹⁵, com as adaptações propostas por Sampaio¹⁶, da seguinte forma:

$$\text{Dg} = \text{A} - \text{B} \cdot e^{-ct} \quad (1)$$

Em que: “A” é a percentagem máxima de degradação do material contido em saquinho de náilon; “B” é um parâmetro sem valor biológico de interesse. Se não houvesse tempo de colonização ele corresponderia ao total a ser degradado pela ação dos microrganismos; “c” é a taxa fracional constante de degradação da fração que permanece no saco de náilon e “t” é o tempo de incubação no rúmen.

As degradabilidades efetivas (DE) foram calculadas, segundo modelo¹⁵:

$$DE = S + (B * c) / (c + K)$$

Em que: “K” é a taxa fracional de passagem de pequenas partículas obtida após o uso de diferentes níveis de alimentação e dietas, “B” e “c” são os mesmos parâmetros da equação (1).

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso num arranjo fatorial 3 x 4 (3 alturas de corte x 4 doses de N) com três repetições (blocos). As variáveis foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram efetuadas com auxílio do software estatístico R¹⁷.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As composições químico-bromatológicas das cultivares BRS 1501 e ADR 500 adubadas com nitrogênio na forma de ureia estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

TABELA 1 - Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) e cinzas (Cz), da cultivar BRS 1501, em função de doses de nitrogênio, em três alturas pré-corte (em % de MS)

Dose de N (kg ha ⁻¹)	Altura de corte (m)			CV (%)
	0,70	0,80	0,90	
MS				
0	11,02 Ab	12,95 Ab	19,86 Aa	7,36
45	11,05 Ab	13,17 Ab	19,91 Aa	
90	10,97 Ab	12,63 Ab	19,71 Aa	
180	11,33 Ab	13,73 Ab	20,55 Aa	
PB				
0	10,63Ca	10,73 Ba	9,80 Ba	4,61
45	11,23 Ba	10,42 Bab	9,88 Bab	
90	13,69 ABa	9,70 Bb	12,99 Aa	
180	17,24 Aa	15,62 Aa	15,43 Aa	
FDN				
0	75,11 Aa	76,61 Aa	72,69 Aa	4,22
45	80,74 Aa	71,54 Aa	76,66 Aa	
90	74,42 Aa	78,48 Aa	74,81 Aa	
180	71,03 Aa	69,08 Aa	71,87 Aa	
FDA				
0	30,92 Aa	32,74 Aa	27,86 Aa	7,70
45	35,91 Aa	27,38 Aa	33,72 Aa	
90	32,86 Aa	34,66 Aa	32,06 Aa	
180	32,63 Aa	32,54 Aa	33,47 Aa	
Cz				
0	4,07 Ba	4,79 Ba	4,53 Ba	11,89
45	7,05 Aa	5,28 Ba	5,40 Ba	
90	5,88 Aba	6,43 Ba	5,84 Ba	
180	9,62 Aa	9,70 Aa	11,13 Aa	

Para cada parâmetro analisado, médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas em uma mesma coluna e minúsculas em uma mesma linha são diferentes de acordo com o teste Tukey (P<0,05).

As doses de nitrogênio não interferiram nos teores de matéria seca das cultivares. Estes teores foram influenciados pelas alturas, com as plantas cortadas aos 0,90 m apresentando os valores mais elevados. Os teores de FDN e FDA da BRS 1501 não foram influenciados pela dose de nitrogênio ou pela altura de corte. Para esta cultivar, a média de FDN foi de 74,42% e a de FDA 32,23%. Altos teores de FDN, como os encontrados neste trabalho, podem ser um limitante à degradação ruminal da forrageira, pois estão associados ao espessamento da parede

celular e à maior resistência à ruptura mecânica e à penetração microbiana, reduzindo a eficiência do ataque microbiano¹⁸.

TABELA 2 - Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibras insolúveis em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) e cinzas (Cz), da cultivar ADR 500, em função de doses de nitrogênio, em três alturas pré-corte (em % de MS)

Dose de N (kg ha ⁻¹)	Altura de corte (m)			CV (%)
	0,70	0,80	0,90	
MS				
0	10,96 Ab	12,68 Ab	19,30 Aa	6,92
45	10,86 Ab	12,95 Ab	19,26 Aa	
90	10,54 Ab	12,37 Ab	18,68 Aa	
180	10,93 Ab	12,59 Ab	19,32 Aa	
PB				
0	12,04 Cb	13,63 ABa	12,86 Bab	1,02
45	12,20 Cb	13,16 Bab	13,68 Ba	
90	14,03 Ba	12,93 Ba	13,98 Ba	
180	16,67 Aa	14,74 Ab	15,93 Aa	
FDN				
0	79,25 Aa	75,22 ABa	69,05 Bb	5,43
45	74,68 Aab	73,65 Bb	77,95 Aa	
90	78,89 Aa	78,55 Aa	82,03 Aa	
180	83,19 Aa	71,44 Bb	78,60 Aa	
FDA				
0	34,84 Bab	35,34 Ba	32,86 Bb	6,84
45	37,93 Aa	32,96 BCb	35,92 Aa	
90	38,66 Aa	39,06 Aa	38,26 Aa	
180	38,06 Aa	32,13 Cb	37,39 Aa	
Cz				
0	6,67 BCb	6,19 Bb	11,38 Aa	9,18
45	10,12 Aa	9,83 Aa	10,69 Aa	
90	4,93 Ca	4,95 Ba	5,14 Ba	
180	8,02 ABa	10,78 Aa	8,77 Aa	

Para cada parâmetro analisado, médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas em uma mesma coluna e minúsculas em uma mesma linha são diferentes de acordo com o teste Tukey (P<0,05).

A cultivar ADR 500 apresentou variações nos teores de FDN e FDA, para as diferentes doses de N e alturas de corte, no entanto não apresentou um padrão de variação em função das variáveis. O que se pode dizer é que, na altura de 0,90 m a adubação levou a um maior acúmulo de fibras.

A adubação influenciou nos teores de proteína e de cinzas das duas cultivares, com os valores destes dois parâmetros sendo elevados com a dose de nitrogênio.

Se por um lado a quantidade de FDN tende a reduzir a degradabilidade ruminal dos alimentos, a elevação das concentrações de nitrogênio tem o efeito oposto, pois o nitrogênio

vai participar na formação de hormônios, ácidos nucleicos e proteínas, que são mais facilmente degradados que a parede celular.

Foram observadas interações significativas para a taxa de desaparecimento de matéria seca das cultivares BRS 1501, e ADR 500 em função dos tempos de incubação, doses de N e as alturas de corte avaliadas, exceto no tratamento controle (Tabela 3).

TABELA 3 - Taxa de desaparecimento da matéria seca das cultivares avaliadas em função de doses de nitrogênio e alturas pré-corte

BRS 1501												
Tempo (h)	Dose de N (kg ha ⁻¹)											
	0			45			90			180		
	Altura de corte (m)											
	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90
	Desaparecimento de matéria seca (%)											
0	27,67	26,42	26,95	25,08	27,49	25,65	29,85	27,91	29,00	31,12	30,14	30,04
	Ca	Ca	Ca	Da	Da	Ba	Ca	Ca	Ba	Ca	Ca	Ba
12	30,33	34,10	29,60	27,10	29,68	30,41	36,82	30,35	30,26	31,20	30,94	30,11
	Cb	BCa	BCbc	CDc	CDbc	Bb	Ca	BCb	Bbc	BCb	BCb	Bbc
24	34,12	38,91	35,60	38,32	33,96	35,99	39,75	39,27	35,86	46,06	48,14	39,32
	BCb	BCb	BCb	BCb	BCDb	ABb	BCab	BCab	ABb	Ba	Ba	Bab
48	44,49	50,06	45,21	41,60	38,77	43,31	46,99	47,61	47,35	52,65	48,77	45,17
	ABb	ABa	ABb	Bbc	ABcc	ABb	ABab	ABab	Aab	Ba	Bab	ABb
96	56,27	62,20	56,59	55,33	61,89	50,24	59,20	52,80	48,93	84,44	74,46	59,08
	Abc	Ab	Abc	Ac	Ab	Ac	Ab	Ac	Ac	Aa	Aa	Abc
ADR 500												
Tempo (h)	Dose de N (kg ha ⁻¹)											
	0			45			90			180		
	Altura de corte (m)											
	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90
	Desaparecimento de matéria seca (%)											
0	24,23	31,41	26,79	27,46	28,83	30,85	30,69	29,81	29,52	28,07	29,06	26,28
	Ca	Ba	Ca	Ca	Ca	Ca	Ba	Ca	Ca	Ca	Ba	Ca
12	33,07	37,99	34,18	33,28	35,51	34,96	34,60	32,39	32,36	33,19	31,25	31,87
	Ba	Ba	BCa	BCa	Ca	Ca	Ba	Ca	Ca	Ba	Ba	BCa
24	34,43	38,96	36,01	40,81	40,10	41,24	37,83	36,13	37,13	37,40	32,77	41,85
	Ba	Ba	Ba	Ba	Ca	BCa	Ba	BCa	BCa	Ba	Ba	Ba
48	42,81	60,35	44,60	46,06	53,03	46,18	54,19	46,51	45,75	52,38	49,44	46,79
	Bb	Aa	ABb	Bb	Bb	ABb	Ab	ABb	ABb	Ab	Ab	Bb
96	67,84	71,83	64,06	60,74	72,88	65,69	67,52	60,87	55,18	68,65	62,76	65,71
	Aab	Aa	Aab	Aab	Aa	Aab	Aab	Aab	Ab	Aab	Aab	Aab

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas nas colunas e de letras minúsculas nas linhas diferem entre si de acordo com o teste Tukey (P<0,05). CV igual a 31,79%.

No tempo zero não houve diferença ($P>0,05$) de desaparecimento de MS entre as doses de N e alturas de corte, revelando que essas variáveis não influenciaram a solubilidade da MS da BRS 1501. O desaparecimento médio da matéria seca, após 96 horas de incubação, foi mais alto para as alturas de 0,70 e 0,80 m, adubadas com 180 kg N ha^{-1} , chegando a 74,46 e 84,44%, respectivamente. Estes também foram os tratamentos que apresentaram, em geral, os maiores teores de proteína bruta - com 17,24%, para a altura de 0,70 e 15,62% para 0,80 m.

Nos demais tratamentos, os desaparecimentos da MS ao final do período de incubação foram mais altos que os encontrados por Cavalcante et al.¹⁹, que foram de 47,86% para o milho *in natura* e 33,37% para a silagem; os valores encontrados neste estudo foram próximos aos de Guimarães Júnior et al.²⁰, que avaliaram silagens de milho (BRS 1501; NPM 1 e CMS 3) em ovinos e o desaparecimento após 96 horas foi, respectivamente, de 63,2; 60,8 e 59,9%.

Na Tabela 4, estão apresentados os parâmetros de degradação ruminal da matéria seca, na taxa de passagem de $5\% \text{ h}^{-1}$, das cultivares BRS 1501 e ADR 500.

TABELA 4 - Fração solúvel (A), fração potencialmente degradável (B) e taxa de degradação da fração B (c) e degradabilidade efetiva da matéria seca das cultivares BRS 1501 e ADR 500 submetidas a alturas pré-corte e doses de nitrogênio

Dose N (kg ha^{-1})	BRS 1501											
	A (%)			B (%)			c ($\% \text{ h}^{-1}$)			DE ($5\% \text{ h}^{-1}$)		
	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90
0	27,67	26,42	26,95	28,60	35,78	29,65	1,92	2,77	2,11	35,57 BCa	38,08 Aa	35,63 ABa
45	25,08	27,49	25,65	30,25	34,25	24,60	1,78	0,84	2,93	33,01 Ca	32,53 Ba	34,35 Ba
90	29,85	27,91	30,26	29,50	24,89	28,66	1,82	4,07	1,78	37,61 Ba	38,49 Aa	37,77 Aa
180	31,20	30,94	30,04	53,24	43,53	29,04	1,82	1,91	1,83	42,00 Aa	40,12 Aab	37,36 Ab
	ADR 500											
	A (%)			B (%)			c ($\% \text{ h}^{-1}$)			DE ($5\% \text{ h}^{-1}$)		
	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90
0	24,23	31,41	26,79	43,61	40,42	37,26	1,12	3,06	1,37	32,06 Cb	45,78 Aa	34,55 Bb
45	27,46	28,83	30,85	33,28	44,05	34,84	1,81	1,72	1,29	36,04 Bb	39,88 Ba	37,78 Aab
90	30,69	29,80	29,52	38,83	31,05	25,66	2,42	1,67	3,68	42,34 Aa	37,60 Bb	38,37 Ab
180	28,07	29,06	26,28	40,58	33,70	39,43	3,50	1,99	1,61	41,05 Aa	38,60 Bab	35,77 ABb

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas nas colunas e de letras minúsculas nas linhas, para a mesma cultivar, diferem entre si de acordo com o teste Tukey ($P<0,05$).

A fração “A” corresponde ao desaparecimento no tempo 0h ou fração solúvel, “B” é a fração insolúvel potencialmente degradável. A taxa de passagem de $5\% \text{ h}^{-1}$ corresponde ao nível médio de ingestão do alimento^{21,22}. Embora a degradabilidade efetiva diminua enquanto a taxa de passagem aumenta, à medida que o alimento passa de um compartimento ao outro, o animal pode ingerir mais alimento.

A degradabilidade da BRS 1501, na taxa de passagem de $5\% \text{ h}^{-1}$, ficou entre 32,53% e 42,00%. Estes valores são intermediários a outros estudos que avaliaram o milho *in natura* ou ensilado.

A silagem avaliada por Cavalcante et al.¹⁹ apresentou degradabilidade efetiva de 19,07%, enquanto a média aferida por Guimarães Júnior et al.²⁰ para as cultivares BRS 1501, CMS 3 e NPM 1 foi de 39,3%.

A aplicação de 180 kg N ha^{-1} elevou a degradabilidade da matéria seca de ambas cultivares. A exceção da ADR 500, cortada a 0,80 m, que teve sua degradabilidade diminuída com a adubação nitrogenada.

Ao relacionarmos os dados da Tabela 4, aos das Tabelas 1 e 2, (composição bromatológica), observa-se um resultado altamente positivo. Houve, de fato, elevação do valor nutritivo do alimento com a adubação com 180 kg N ha^{-1} , pois ocorreu elevação dos níveis de proteína e da degradabilidade ruminal do alimento. Por outro lado, ao analisarmos, isoladamente a cultivar BRS 1501, os resultados nos levam a crer que baixas doses de nitrogênio prejudicariam o seu valor nutricional, pois a DE foi mais baixa quando foram aplicados 45 kg N ha^{-1} quando comparado ao tratamento sem adubação.

Prado et al.²³ relatam degradabilidade, na taxa de passagem de $5\% \text{ h}^{-1}$, 47,7% para a pastagem de milho com 28 dias, enquanto Brunette et al.²⁴, para a silagem do milho colhido aos 54 dias, com 1,65 m de altura, chegaram ao valor de 53,7%, na taxa de passagem de $6,25\% \text{ h}^{-1}$. A silagem de milho foi avaliada em ovinos e o resultado, para as cultivares BRS 1501, NPM 1 e CMS 3, na taxa de passagem de 5% por hora foi de 39,6% (BRS 1501), 38,1% (NPM 1) e 40,2 (CMS 3)²⁰.

Na Tabela 5, são apresentados os parâmetros de degradação frações A e B, a taxa de degradação da fração B e a degradabilidade efetiva (DE) na taxa de passagem de $5\% \text{ h}^{-1}$ da proteína bruta das cultivares avaliadas.

A exemplo do que aconteceu com a MS, degradabilidade da PB foi positivamente afetada pela aplicação de 180 kg N ha^{-1} na forma de ureia. Novamente a exceção ficou com ADR 500, na altura de 0,80 m, que teve a degradabilidade de sua proteína diminuída pela adubação nitrogenada.

TABELA 5 - Fração solúvel (A), fração potencialmente degradável (B) e taxa de degradação da fração B (c) e degradabilidade efetiva da proteína bruta das cultivares BRS 1501 e ADR 500 submetidas a alturas pré-corte e doses de nitrogênio

Dose N (kg ha ⁻¹)	BRS 1501											
	A (%)			B (%)			c (% h ⁻¹)			DE (5% h ⁻¹)		
	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90
0	32,20	1,72	7,94	24,87	52,16	13,3	2,27	3,52	3,05	39,24 Ba	34,94 Ba	35,76 ABa
45	16,73	12,37	22,71	44,93	39,06	32,31	1,02	1,76	1,23	30,07 Cb	35,90 Ba	32,4 Bab
90	19,59	26,93	29,58	36,51	35,58	39,46	3,16	2,11	4,06	36,97 Bab	33,22 Bb	40,32 Aa
180	45,19	41,61	35,90	39,81	32,69	29,55	3,07	3,08	1,99	53,23 Aa	51,70 Aa	40,65 Ab
	ADR 500											
	A (%)			B (%)			c (% h ⁻¹)			DE (5% h ⁻¹)		
	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90
0	21,57	34,01	39,41	51,90	35,28	38,73	1,37	2,68	1,85	31,40 Bb	45,86 Aa	48,90 Aa
45	15,84	20,89	23,60	51,61	45,12	49,84	1,00	1,41	1,73	24,16 Cb	31,03 Ba	34,66 Ba
90	33,85	33,22	29,05	37,77	35,21	47,66	2,41	0,55	1,29	46,36 Aa	37,10 Ba	38,73 Ba
180	21,64	23,77	34,44	55,09	57,61	42,98	2,96	0,72	1,39	42,33 Aa	31,01 Bb	43,76 Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas nas colunas e de letras minúsculas nas linhas, para a mesma cultivar, diferem entre si de acordo com o teste Tukey (P<0,05).

Apesar de a adubação nitrogenada ter elevado a taxa de degradabilidade efetiva da proteína das cultivares avaliadas, os valores encontrados neste estudo são baixos, quando comparados com outras pesquisas, uma vez que a proteína é tida como um nutriente de alta degradabilidade ruminal. Isto é mostrado em trabalhos como o de Prado et al.²³ que avaliando o milho sob pastejo chegaram ao valor de 64%, enquanto Guimarães Júnior et al.²⁰ verificaram degradabilidade efetiva de PB da silagem de três cultivares de milho em torno de 72,8% e Goes et al.³² aferiram o valor de 72,6%.

Um dos fatores que pode explicar os baixos valores encontrados neste estudo é a contaminação microbiana. Prado et al.²³ verificaram diferenças de até 24,2% na degradabilidade da proteína de forrageiras com e sem correção para a contaminação microbiana, sendo que no milho essa diferença foi de 14,8%.

A contaminação ocorre devido ao contato íntimo (aderência) dos micro-organismos ruminais com os alimentos. A fração de proteína microbiana encontrada no alimento depois de incubado tende a ser maior nos alimentos com menores teores de proteína, e com maiores teores de fibras, essa fração aumenta, de forma não linear, com o tempo de incubação Nocek²⁵.

Avaliando alimentos concentrados e volumosos, em ovinos, Rodríguez et al.²⁶ verificaram que a proteína de origem microbiana nos resíduos da incubação *in situ* do feno de aveia-ervilhaca variou de 8,78% após duas horas de incubação até 67,2% após 72 horas. Na palhada de lentilha os valores ficaram entre 8,20% e 53,3% nos mesmos tempos de incubação.

A contaminação por proteína de origem microbiana nos resíduos de amostras incubadas pode levar à subestimação do valor proteico dos alimentos, Gonzáles et al.²⁷ afirmam que 58,6% da proteína tida como indegradável no rúmen ($100 - (A + B)$) dos alimentos volumosos é, na verdade, contaminação de origem microbiana.

Outro fator que pode ter contribuído para as baixas degradabilidade da proteína bruta é o fato de que as amostras incubadas eram formadas de um “pool” de amostras de diferentes cortes, a saber: a cultivar BRS 1501 proporcionou três cortes em todos os tratamentos; a cultivar ADR 500 proporcionou quatro cortes para os tratamentos adubados com 180 kg N ha⁻¹ e três para os demais tratamentos. Faria Júnior et al.²⁸ avaliou o fracionamento da proteína das cultivares ADR 300 e BN 1 adubadas com doses de nitrogênio e em três cortes. Os autores verificaram que as frações proteicas B₂ e B₃ que são as frações insolúveis e de média e lenta degradação ruminal aumentavam com os sucessivos cortes, independente da adubação nitrogenada.

A degradabilidade efetiva da FDN variou, na cultivar ADR 500, entre 29,16% (45 N, 0,70 m) e 44,49% (180 N, 0,90 m) e na BRS 1501, ficou entre 29,17% (45 N, 0,80 m) e 41,34% (90 N, 0,80 m).

Quando cortada aos 0,70 m, a cultivar BRS 1501 não teve a degradabilidade da FDN afetada pela adubação, o que não ocorreu com os demais tratamentos. A cultivar ADR 500, adubada com 90 kg N ha⁻¹ manteve a mesma degradabilidade em todas as alturas. Com o uso de 180 kg N ha⁻¹ a degradabilidade da FDN tende a diminuir à medida que a altura da planta aumenta. Nas alturas de 0,70 e 0,90 m, a degradabilidade da FDN da cultivar ADR 500 respondeu positivamente à adubação nitrogenada.

Na Tabela 6 estão apresentados os parâmetros de degradação ruminal da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) das cultivares.

TABELA 6 - Fração solúvel (A), fração potencialmente degradável (B) e taxa de degradação da fração B (c) e degradabilidade efetiva da FDN das cultivares BRS 1501 e ADR 500 submetidas a alturas pré-corte e doses de nitrogênio

Dose N (kg ha ⁻¹)	BRS 1501											
	A (%)			B (%)			c (% h ⁻¹)			DE (5% h ⁻¹)		
	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90
0	35,02	32,69	27,21	18,10	27,66	26,04	1,67	2,66	2,43	39,52 Aa	41,17 Aa	35,74 ABb
45	33,05	25,30	27,15	22,04	31,19	23,96	1,73	0,72	4,85	38,78 Aa	29,17 Cb	36,23 ABa
90	30,14	33,99	34,03	26,13	19,97	17,36	1,93	3,16	1,82	37,14 Ab	41,34 Aa	38,49 Aab
180	28,30	24,50	28,04	53,99	48,05	28,27	1,92	1,99	1,51	39,31 Aa	36,70 Bab	34,21 Bb
	ADR 500											
	A (%)			B (%)			c (% h ⁻¹)			DE (5% h ⁻¹)		
	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90
0	26,02	22,55	8,20	42,30	49,04	52,55	0,86	2,91	1,79	31,80 Bb	40,30 Aa	29,85 Bb
45	19,16	16,50	28,95	40,67	56,19	35,85	1,66	1,68	1,34	29,16 Bb	30,34 Bb	36,37 Aa
90	29,75	28,23	30,26	36,58	31,64	25,36	2,52	2,11	3,82	41,50 Aa	37,63 Aa	39,29 Aa
180	35,12	24,25	30,33	20,23	32,64	35,17	3,73	1,65	1,10	44,49 Aa	32,32 Bb	36,62 Ab

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas nas colunas e de letras minúsculas nas linhas, para a mesma cultivar, diferem entre si de acordo com o teste Tukey (P<0,05).

A degradabilidade da FDN do milho relatada por Prado et al.²³ foi de 34,8%, valor semelhante aos encontrados neste estudo. Valores próximos também foram encontrados por Brunette et al.²⁴ para a silagem do milho (32,5%), enquanto Guimarães Júnior²⁰, para as silagens das cultivares BRS 1501; CMS 3 e NPM 1, constataram degradação de apenas 14,7%.

Baixas degradabilidades de FDN são esperadas, uma vez que o ambiente ruminal tem um pH próximo à neutralidade, mais notadamente em animais mantidos a pasto Mota et al.²⁹, como foi o caso deste experimento, a fim de manter condições ideais para o desenvolvimento da microbiota celulolítica³⁰.

Para a cultivar BRS 1501, a maior degradabilidade potencial (DP) foi estimada para o tratamento 180 kg N ha⁻¹, com altura pré-corte de 0,70 m (82,29%), enquanto para ADR 500 a maior DP ocorreu no tratamento 45 kg N ha⁻¹, com altura pré-corte de 0,80 m (72,69%).

A maior fração de FDN indegradável da cultivar BRS 1501 foi aferida para o tratamento 45 kg N ha⁻¹, com altura pré-corte de 0,90 m (48,89%). No entanto, este tratamento apresentou a mais alta taxa de degradação (4,85% h⁻¹) o que levou, ao final do período de incubação a apresentar degradabilidade efetiva superior ao tratamento com a mesma dose de N

e alturas pré-corte de 0,80 m, e compatível com os demais tratamentos na mesma altura. Outro ponto positivo da alta taxa de degradação é o efeito de esvaziamento ruminal, o que estimula o consumo pelos animais.

A maior fração indegradável da cultivar ADR 500 ocorreu no tratamento 180 kg N ha⁻¹, com altura pré-corte de 0,70 m (44,65%). Este tratamento também apresentou alta taxa de degradação (3,73% h⁻¹) o que contribuiu para a alta degradabilidade efetiva da FDN (44,49%) quando comparada aos outros tratamentos.

4. CONCLUSÕES

A adubação com 180 kg ha^{-1} de nitrogênio melhora o valor nutricional (composição e degradabilidade) das cultivares, com exceção da cultivar ADR 500 manejada na altura pré-corte de 0,80 m. Para esta cultivar, nesta altura, a adubação nitrogenada melhorou a composição químico-bromatológica, mas não causou efeitos positivos na degradabilidade.

O milheto apresentou altos teores de fibra insolúvel em detergente neutro em sua composição, porém também apresentou alta fração solúvel deste componente, o que compensa o efeito de inibição que esta fração exerce sobre o consumo animal.

5. REFERÊNCIAS

1. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da pecuária municipal 2013. Rio de Janeiro; 2014, 41:108p.
2. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2006. Rio de Janeiro; 2007. [acesso 13 Out 2013]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm>.
3. Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG. Adubação nitrogenada. In: Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG, editores. Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina (DF): Embrapa Cerrados, 2007. p.117-144.
4. Embrapa/CNPMS. Cultivo do Milheto. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2014. Sistemas de produção 3. [acesso 01 Fev 2015]. Disponível em: www.spo.cnptia.embrapa.br/expediente?p_p_id=expedienteportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-3&p_p_col_pos=2&p_p_col_count=7&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3833&_expedienteportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet_redirect=https%3A%2F%2Fwww.spo.cnptia.embrapa.br%2Fconteudo%3Fp_p_id%3Dconteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_count%3D1%26p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId%3D3833%26p_r_p_-996514994_topicoId%3D3849.
5. Sementes Adriana. Manual técnico: ADR 500 super massa. [acesso em 21 Fev 2015]. Disponível em: <http://www.sementesadriana.com.br/produtos/milheto/adr-500-centro-oeste-e-sudeste>.
6. Brito RM, Sampaio AAM, Fernandes ARM, Henrique W, Cattelan JW, Routman KS. [In situ degradability and ruminal parameters by bovines fed diets balanced for different weight gains and potential of microbial fermentation]. R Bras Zootec. 2007;36(5supl.):1639-50. Portuguese.
7. Silva AG. Fontes de fósforo na produção e composição Bromatológica de cultivares de milho forrageiro. [Tese]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia; 2010.
8. Brasil. Ministerio da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas: 1961-1990. Brasília: MAPA; 1992. 84p.
9. Sousa DMG, Martha Júnior GB, Vilela L. Adubação fosfatada. In: Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG, editores. Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina (DF): Embrapa Cerrados, 2007. p.145-77.

10. Vilela L, Martha Júnior GB, Sousa DMG. Adubação potássica e com micronutrientes. In: Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG, editores. Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina (DF): Embrapa Cerrados, 2007. p.179-87.
11. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 15th ed. Washington: AOAC; 1990. 1141p.
12. Robertson JB, Van Soest PJ. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: James WPT, Theander O, editors. The analysis of dietary fiber in food. New York: Marcel Dekker; 1981. p.123-58.
13. Silva DJ, Queiroz AC. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3a ed. Viçosa (MG): UFV; 2002. 235p.
14. Sniffen CJ, Connor JD, Van Soest P, Fox DG, Russel JB. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. carbohydrate and protein availability. J Anim Sci. 1992;70(11):3562-77.
15. Orskov ER, McDonald I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate passage. J Agric Sci. 1979;92(2):499-503.
16. Sampaio IBM. Experimental designs and modeling techniques in the study of roughage degradation in rumen and growth of ruminants. [Tese]. Reading: University of Reading;1988.
17. R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Viena: R Foundation for Statistical Computing; 2012. [Acesso 13 fev 2013]. Disponível em: <http://www.R-project.org/>.
18. Mertens DR. Kinetics of cell wall digestion and passage in ruminant. In: Jung HG, Buxton DR, Hatfield RD, Mertens DR, Ralph J, Weimer PJ, editors. Forage cell wall structure and digestibility. Madison: America Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society America, 1993. p.535-570.
19. Cavalcante DR, Perin FB, Benedetti E. [In situ dry matter degradability of three tropical forages of green chopped and ensiled forms]. Arq Bras Med Vet Zootec. 2012;64(1):163-8. Portuguese.
20. Guimarães Júnior R, Gonçalves LC, Jayme DG, Pires DAA, Rodrigues JAS, Tomich TR. [In situ degradabilities of pearl millet silages in sheep]. Ci Anim Bras. 2010;11(2):334-43. Portuguese.
21. Oliveira MVM, Vargas Junior FM, Sanchez LMB, Paris W, Frizzo A, Haygert IP, Montagner D, Weber A, Cerdótes L. [Ruminal degradability and intestinal digestibility of feeds by means of associated technical in situ and mobile nylon bag]. R Bras Zootec. 2003;32(6 supl. 2):2023-31. Portuguese.

22. Magalhães RT, Gonçalves LC, Rodrigues JAS, Borges I, Rodrigues NM, Saliba EOS, Borges ALCC, Araújo VL. [Estimation of ruminal degradability of four genotypes of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) using in situ technique]. Acta Sci. Anim. Sci. 2005;27(4):483-90. Portuguese.
23. Prado IN, Moreira FB, Zeoula LM, Wada FY, Mizubuti IY, Neves CA. [*In situ* dry matter, crude protein, and neutral detergent fiber degradability of some grasses in continuous grazing]. R Bras Zootec. 2004;33(5):1333-9. Portuguese.
24. Brunette T, Baurhoo B, Mustafa AF. Replacing corn silage with different forage millet silage cultivars: effects on milk yield, nutrient digestion, and ruminal fermentation of lactating dairy cows. J Dairy Sci. 2014;97(10):6440-9.
25. Nocek JE. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. J Dairy Sci. 1988;71(8):2051-69.
26. Rodríguez CA, Gonzáles J, Alvir MR, Caballero R. Effects of feed intake on in situ rumen microbial contamination and degradation of feeds. Livest Sci. 2008;116(1-3):108-17.
27. Gonzáles J, Ouarti M, Rodríguez CA, Alvir MR. Effects of considering the rate of comminution of particles and microbial contamination on accuracy of in situ studies of feed protein degradability in ruminants. Anim Feed Sci Technol. 2006;125(1-2):89-98.
28. Faria Júnior OL, França AFS, Silva-Pause AG, Miyagi ES, Peron HJMC, Arnhold E, Mascarenhas AG, Corrêa DS. Proteins fractions of pearl millet submitted to different nitrogen doses and catting ages. J Agric Stud. 2013;1(1):30-40.
29. Mota MF, Vilela D, Santos GT, Elyas ACW, Lopes FCF, Verneque RS, Paiva PCA, Pinto Neto, A. [Parameters of rumen fermentation of dairy cows grazing tropical forage]. Arch Zootec. 2010;59(226):217-24. Portuguese.
30. Correia BR, Oliveira RL, Jaeger SMPL, Bagaldo AR, Carvalho GGP, Oliveira GJC, Lima FHS, Oliveira PA. [Intake, digestibility and ruminal pH of steers fed diets with pies coming from the production from biodiesel to replacement soybean meal]. Arq Bras Med Vet Zootec. 2011;63(2):356-63. Portuguese.

CAPÍTULO 5:
DEGRADABILIDADE IN SITU DE CULTIVARES DE MILHETO SUBMETIDAS A
DOSES DE NITROGÊNIO COM INIBIDOR DE NITRIFICAÇÃO EM TRÊS ALTURAS
PRÉ-CORTE SOB REGIME DE CORTES

RESUMO

O milheto (*Pennisetum glaucum*) vem tendo sua área de cultivo aumentada no Estado de Goiás e vem sendo usado como planta de cobertura entre culturas anuais. A planta possui grande potencial forrageiro, além de ser uma planta recicladora de nutrientes, devido ao seu sistema radicular capaz de alcançar profundidades que as outras culturas normalmente não alcançam. Este estudo foi desenvolvido na Universidade Federal de Goiás-Goiânia, com o objetivo de avaliar o valor nutricional do milheto submetido à adubação nitrogenada. Foi avaliado o efeito do nitrogênio (sulfonitrato de amônio), tratado com o inibidor de nitrificação DMPP sobre a degradabilidade ruminal *in situ* de duas cultivares de milheto, BRS 1501 e ADR 500, submetidas a quatro doses (0; 45; 90 e 180 kg N ha⁻¹) e três alturas pré-corte (0,70; 0,80 e 0,90 m). As análises químico-bromatológicas foram realizadas na Faculdade de Zootecnia da PUC Goiás-Goiânia. A proteína bruta (PB) foi determinada pelo método de Kjeldhal. As fibras insolúveis em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) foram calculadas pelo método sequencial. As equações de degradabilidade utilizadas foram determinadas a partir do modelo proposto por Orskov e McDonald (1979), com as adaptações de Sampaio (1988). Foram usados dois bovinos machos canulados no rúmen e em cada animal foram incubados três sacos contendo 5,00 g de cada tratamento. O delineamento experimental, para cada cultivar, foi o de blocos ao acaso num arranjo fatorial 3 x 4 (3 alturas de corte x 4 doses de nitrogênio) com três repetições (blocos). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. A adubação nitrogenada com fertilizante com inibidor de nitrificação, em altas doses elevou a degradabilidade da matéria seca, da proteína bruta e da fibra insolúvel em detergente neutro do milheto manejado a 0,90 m. Apesar de a adubação nitrogenada ter elevado a degradabilidade efetiva da proteína bruta, os resultados encontrados foram inferiores aos relatados por outros autores, sugerindo que pode ter ocorrido contaminação por proteína de origem microbiana das amostras. A combinação da adubação nas doses de 45 e 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio com inibidor de nitrificação, com o manejo do milheto a 0,70 ou 0,80 m não favoreceu a qualidade nutricional (composição e degradabilidade) das forrageiras indicando que, nestes tratamentos, a relação entre a disponibilidade de nitrogênio nas formas de amônio e nitrato pode ter sido prejudicial às plantas.

Palavras-Chave: Adubação nitrogenada; altura pré-corte; degradação ruminal; inibidor de nitrificação; *Pennisetum glaucum*; valor nutritivo;

CHAPTER 5:
IN SITU DEGRADABILITY OF PEARL MILLET CULTIVARS SUBMITTED TO
NITROGEN TREATED WITH NITIFICATION INHIBITOR DOSES AT THREE
DIFFERENT HEIGHTS IN CUTTING REGIME

ABSTRACT

Pearl millet (*Pennisetum glaucum*) crop has been growing in Goiás state and it is already being used as cover crop between annual crops. The plant has great fodder potential; it is a nutrient recycling plant due to its root system capable of reaching depths that other cultures do not normally reach. This study was developed in the Departamento de Produção Animal from Universidade Federal de Goiás, Goiânia, in order to assess the pearl millet nutritional value when submitted to nitrogen fertilizer. We evaluated the effect of nitrogen fertilizer (ammonium sulfate nitrate) treated with the nitrification inhibitor DMPP on the *in situ* ruminal degradability of two pearl millets' cultivars, BRS 1501 and ADR 500, under four nitrogen fertilization levels (0, 45, 90 and 180 kg ha⁻¹) and pre-cutting heights (0.70, 0.80 and 0.90 m). The chemical analyzes were performed in the Faculdade de Zootecnia of PUC Goiás, Goiânia. The crude protein (CP) was determined by the Kjeldahl method. Insoluble neutral (NDF) and acid (ADF) detergent fiber were calculated using the sequential method. The degradability equations used were determined from the model proposed by Orskov and McDonald (1979), with the adaptations made by Sampaio (1988). Two male rumen cannulated bovine were used and three bags containing 5.00 g of each treatment were incubated in each animal. The experimental design, for each cultivar, was a randomized block design in a factorial 3 x 4 (3 cutting heights x 4 nitrogen doses) with three replications (blocks). Data were submitted to analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5% probability. Nitrogen fertilization with nitrogen treated with nitrification inhibitor as fertilizer in high doses increased the dry matter, crude protein and neutral detergent insoluble fiber degradability in pearl millet handled at 0.90 m pre-cut height. Although nitrogen fertilization has raised the effective degradability of crude protein, the results were lower than those reported by other authors, suggesting that microbial protein contamination may have occurred. The combination of fertilization with 45 and 90 kg ha⁻¹ of nitrogen treated with nitrification inhibitor, with the management of millet at 0.70 or 0.80 m did not favored the forage nutritional quality (chemical composition and degradability), indicating that in these treatments, the ratio between the availability of nitrogen in ammonium and nitrate forms may have been detrimental to the plants.

Keywords: Nitrogen fertilization; nitrification inhibitor; nutritive value; pre-cutting height; *Pennisetum glaucum*; ruminal degradation.

1. INTRODUÇÃO

Dada a grande importância econômica da bovinocultura para o Estado de Goiás, as pressões por maior produtividade aliada à conservação ambiental e ao grande impacto que a adubação nitrogenada causa nestes fatores (aumento da produção e riscos ao meio ambiente), é de vital importância a disponibilidade de informações sobre a resposta das plantas forrageiras, em termos de valor nutricional, à aplicação dos fertilizantes nitrogenados.

O uso do milheto como planta forrageira vem aumentando nas últimas décadas, devido à sua utilidade como cobertura de solo nos sistemas de plantio convencional e direto.

O milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) surgiu entre 4 mil e 5 mil anos ao Sul do Deserto do Saara e possui, como destaques, o sistema radicular altamente desenvolvido, o que o torna capaz de absorver nutrientes em profundidades e recicla-los, além de ser uma cultura tolerante ao estresse hídrico e de alto potencial de produção de massa verde¹.

Existem hoje no mercado diversas cultivares disponíveis aos produtores. A cultivar ADR 500 foi desenvolvida para produção de forragem seja na forma in natura (pastejo) ou na forma de silagem. É uma variedade de ciclo tardio (100 dias até a colheita dos grãos), com porte que pode atingir 2,65 m, adaptada para o plantio em todo território nacional, com muito bom perfilhamento¹. A cultivar BRS 1501 foi lançada pela EMBRAPA/CNPMS em 1999, como uma cultivar de duplo propósito. Possui altura média de 1,80 m, ciclo médio e boa capacidade de perfilhamento e de rebrota¹.

A avaliação do valor nutricional dos alimentos deve levar em conta, além de sua composição químico-bromatológica, a capacidade de aproveitamento, pelo animal, dos nutrientes presentes nesse alimento. Dentre as várias técnicas que podem ser utilizadas para se determinar este aproveitamento, a técnica *in situ* se destaca pelo baixo custo, e alta correlação com experimentação *in vivo* Nocek², além de permitir a avaliação de vários alimentos ao mesmo tempo, ou o mesmo alimento submetido a diferentes tratamentos, não demanda grande quantidade de animais e não necessita de equipamentos especiais como gaiolas metabólicas ou câmaras de gases Brito et al.³.

O efeito da adubação nitrogenada nas forrageiras é amplamente divulgado, assim como as grandes perdas do nutriente quando da aplicação do fertilizante nas suas diversas formas (volatilização, lixiviação, percolação ou indisponibilização)⁴.

Uma das formas de redução dessas perdas é a utilização de fertilizantes de liberação lenta.

Dentre os mecanismos de reduzir as perdas de nitrogênio fertilizante, está o uso de inibidores de nitrificação que são usados para impedir a nitrificação do amônio (NH_4^+). São compostos que atrasam a oxidação bacteriana do NH_4^+ por deprimir, por certo período de tempo, a atividade das bactérias do gênero *Nitrossomas* no solo. Essas bactérias transformam o NH_4^+ em nitrito (NO_2^-), que posteriormente será transformado em nitrato (NO_3^-) pelas bactérias *Nitrobacter* e *Nitrosolobus*⁴. Durante o processo de nitrificação, ocorrem produções de óxido nítrico (NO) e óxido nitroso (N_2O), dois gases altamente voláteis, sendo que o óxido nitroso é um gás de efeito estufa cujo potencial de aquecimento global corresponde a 296 vezes o potencial de aquecimento do dióxido de carbono (CO_2)⁵.

A principal vantagem da inibição de processo de nitrificação, é que o íon amônio se adere fortemente às partículas de solo, evitando perdas por lixiviação, o que não ocorre com o nitrato, que permanece na solução do solo e está sujeito ao arraste pela água para profundidades não alcançadas pelas raízes⁶.

Por outro lado, a absorção exclusiva de NH_4^+ pode ser prejudicial às plantas. Em algumas culturas, existe efeito negativo do íon NH_4^+ sobre o crescimento, isso se atribui à necessidade de utilização dos carboidratos produzidos, prioritariamente, para a rápida assimilação do amônio absorvido, com vistas a evitar-se sua acumulação e consequentes problemas de toxicidade relacionados a alterações no pH celular e desbalanço iônico⁷.

Com este trabalho objetivou-se avaliar a degradabilidade ruminal *in situ* do milheto (BRS 1501 e ADR 500) sob regime de corte em três alturas pré-corte, submetidas a quatro doses de nitrogênio (sulfonitrato de amônio) tratado com inibidor de nitrificação (3,4-dimetil pirazolfosfato – DMPP).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA-UFG) e está protocolado sob o nº 116/14.

O experimento de campo foi conduzido no Departamento de Produção Animal da EVZ-UFG, localizada no Campus II, em Goiânia, latitude S 16°35', longitude W 49°16' e altitude de 727 m⁸. O clima regional é do tipo Aw quente e semiúmido, com uma estação seca, que vai de maio a outubro e uma estação úmida, entre novembro e abril, com temperatura média anual de 23,2°C⁹. Os dados de temperatura e precipitação durante o período experimental que foi de 21/12/12 a 29/04/13 estão apresentados na Figura 1.

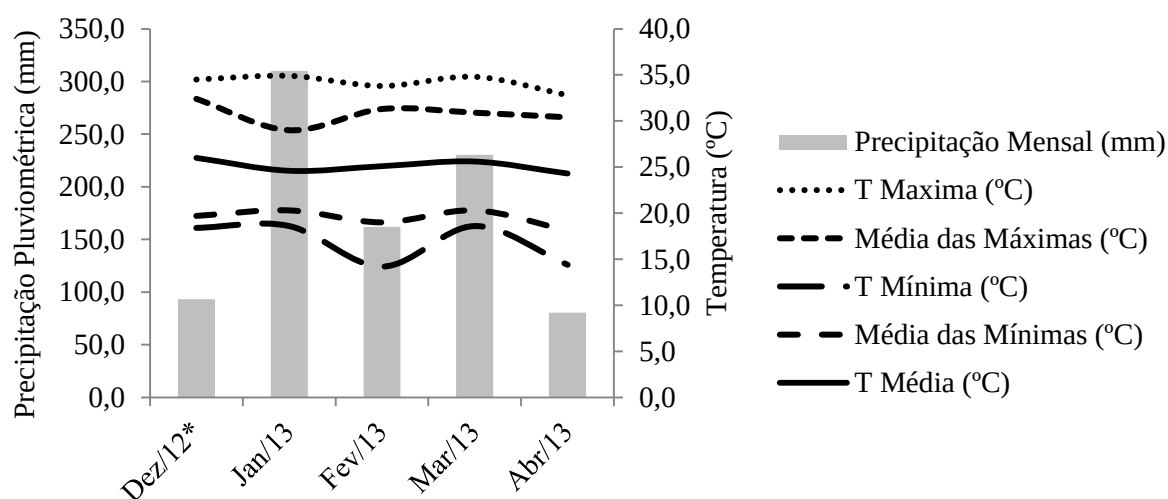


FIGURA 1 - Temperatura e precipitação pluviométrica durante o período experimental.

*Dados de Dezembro/2012 são referentes apenas ao período de 21/12/2012 a 31/12/2012.

Fonte: Estação Evaporimétrica de Primeira Classe da Escola de Agronomia-UFG.

A semeadura ocorreu em 21 de dezembro de 2012. O resultado da análise do solo da área experimental está transcrito no Quadro 1.

QUADRO 1 - Resultado da análise do solo da área experimental

Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	M. O. (%)	pH (CaCl ₂)	CTC (cmolc dm ⁻³)	V (%)
35,0	19,0	46,0	1,8	5,9	7,5	62,5
P (Mehl) (mg dm ⁻³)	K (mg dm ⁻³)	Ca (cmolc dm ⁻³)	Mg (cmolc dm ⁻³)	H + Al (cmolc dm ⁻³)	Al (cmolc dm ⁻³)	
3,8	69,0	3,4	1,1	2,8	0,0	

Os tratamentos, para cada uma das duas cultivares de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) (ADR-500 e BRS-1501); consistiram de quatro doses de nitrogênio (0; 45; 90 e 180 kg ha⁻¹) na forma de sulfonitrato de amônio tratado com o inibidor de nitrificação DMPP e três alturas pré-corte (0,70; 0,80 e 0,90 m). Na ocasião da semeadura foram aplicados, como adubação de formação, 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (SS), 50 kg ha⁻¹ de micronutrientes (FTE Br 12) e 50 kg ha⁻¹ de K₂O (KCl) de acordo com as recomendações de Sousa et al.¹⁰ e Vilela et al.¹¹.

As doses de nitrogênio foram aplicadas de uma só vez aos 15 dias após a emergência das plântulas. As parcelas de avaliação foram constituídas por cinco linhas de cinco metros lineares, espaçadas 0,30 m entre si, totalizando 6,0 m² (5,00 x 1,20). A semeadura foi manual e se observou uma densidade de 20 sementes puras viáveis por metro linear, objetivando uma população de 666.600 plantas ha⁻¹. Os cortes de avaliação foram realizados sempre que as parcelas alcançaram as alturas médias de avaliação (0,70; 0,80 ou 0,90 m). Uma vez que a parcela atingia a altura desejada, procedia-se o corte de avaliação, deixando-se um resíduo de 0,20 m de altura. As bordaduras das parcelas (0,50 m em cada extremidade e as duas linhas externas) foram excluídas das avaliações. Portanto, a área de avaliação se constituiu de quatro metros lineares das três linhas centrais, perfazendo uma área de avaliação de 2,40 m² (Figura 2).

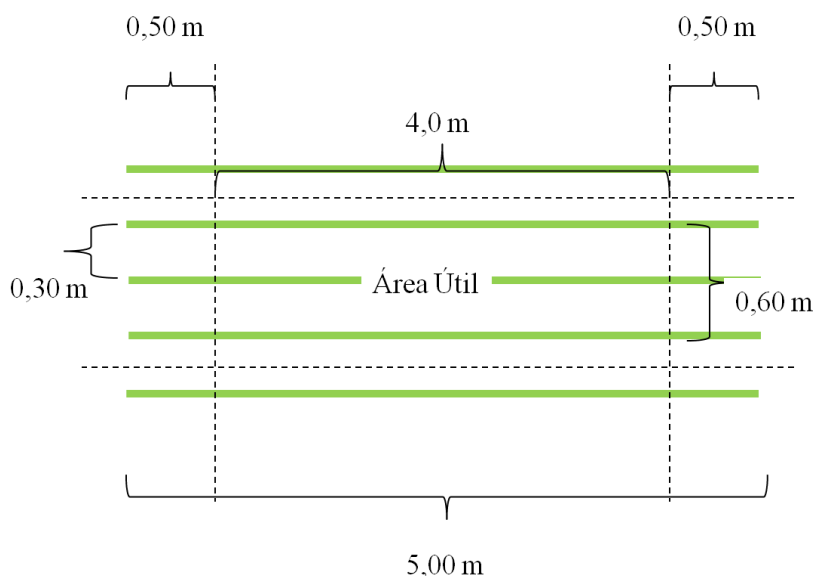


FIGURA 2. Desenho esquemático de uma parcela de avaliação.

Após o corte, todo material recolhido da área útil era pesado para a avaliação da produção por área e uma amostra era recolhida e levada para o laboratório para determinação da matéria pré-seca. As análises bromatológicas foram realizadas nos laboratórios de

forragicultura do Campus II da PUC Goiás. No laboratório as amostras foram pesadas e pré-secas em estufa de ventilação forçada (65°C) por 72 horas. Após a pré-secagem as amostras foram moídas em moinho estacionário tipo “Thomas-Willey” com peneira de crivo 1,0 mm e armazenadas em potes de plástico para futuras análises bromatológicas. Outra parte do material foi moída em peneira de 5,0 mm para a realização da análise da degradabilidade *in situ*.

As análises bromatológicas foram feitas pela secagem do material em estufa de ventilação forçada a 65° C, seguida de estufa a 105° C, determinando-se, por diferença de peso, o teor de matéria seca. A proteína bruta (PB) foi determinada pelo método de Kjeldhal¹². A fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e a fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) foram calculadas pelo método sequencial¹³. O extrato etéreo (EE) foi determinado pela metodologia Soxhlet¹⁴.

Os carboidratos totais (CHOt) foram calculados segundo Sniffen et al.¹⁵ de acordo com a equação:

$$\text{CHOt} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{Cinzas})$$

A degradabilidade ruminal foi determinada com a utilização de dois bovinos machos (holandês x zebu), castrados, manejados em piquetes, canulados no rúmen com acesso a água, mistura mineral e forragem *ad libitum*.

As amostras foram acondicionadas em sacos de náilon com poros de 50 µm de diâmetro, com dimensões de 5x14 cm, selados nas bordas e devidamente identificados. Foram incubados, de cada tratamento, três sacos com 5,00 g de amostra cada, em cada um dos animais. Os tempos de incubação foram 0; 12; 24; 48 e 96 horas. As amostras foram incubadas em ordem decrescente de tempo para que pudessem ser retiradas todas de uma vez e a lavagem fosse uniformizada. Depois de retiradas do animal, as amostras foram lavadas em água corrente até que a água escorresse límpida e então secas em estufa a 65° C até atingirem peso constante. A seguir determinou-se a degradabilidade ruminal dos constituintes.

As equações de degradabilidade utilizadas foram determinadas a partir do modelo proposto por Orskov e McDonald¹⁶, com as adaptações propostas por Sampaio¹⁷, da seguinte forma:

$$\text{Dg} = \text{A} - \text{B} \cdot e^{-ct} \quad (1)$$

Em que: “A” é a percentagem máxima de degradação do material contido em saquinho de náilon; “B” é um parâmetro sem valor biológico de interesse. Se não houvesse tempo de colonização ele corresponderia ao total a ser degradado pela ação dos microrganismos; “c” é a taxa fracional constante de degradação da fração que permanece no saco de náilon e “t” é o tempo de incubação no rúmen.

As degradabilidades efetivas (DE) foram calculadas, segundo modelo¹⁶:

$$DE = S + (B * c) / (c + K)$$

Em que: “K” é a taxa fracional de passagem de pequenas partículas obtida após o uso de diferentes níveis de alimentação e dietas, “B” e “c” são os mesmos parâmetros da equação (1).

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso num arranjo fatorial 3 x 4 (3 alturas de corte x 4 doses de N) com três repetições (blocos). As variáveis foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram efetuadas com auxílio do software estatístico R¹⁸.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição químico-bromatológica da cultivar BRS 1501 está apresentada na Tabela 1. Houve interação significativa ($P < 0,05$) entre dose de N e altura pré-corte para os teores de proteína bruta, fibra insolúvel em detergente ácido e cinzas, com seu desdobramento estando apresentado na Tabela 1.

TABELA 1 - Teores médios de matéria seca (MS), de proteína bruta (PB), fibras insolúveis em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) e cinzas (Cz) da cultivar BRS 1501 em função de doses de nitrogênio e alturas pré-corte (em % de MS)

Dose de N (kg ha ⁻¹)	Altura de corte (m)			CV (%)
	0,70	0,80	0,90	
MS				
0	11,02 Ab	12,95 Ab	19,86 Aa	7,05
45	11,30 Ab	13,49 Ab	19,16 Aa	
90	11,27 Ab	13,47 Ab	19,99 Aa	
180	10,83 Ab	12,80 Ab	20,33 Aa	
PB				
0	10,63 Ba	10,73 Ba	9,80 Ca	7,62
45	8,69 Cb	10,95 Ba	10,24 BCa	
90	8,24 Cb	8,68 Cb	12,61 Ba	
180	16,14 Aa	19,51 Aa	18,23 Aa	
FDN				
0	75,11 Aa	76,61 Aa	72,69 Aa	4,22
45	75,74 Aa	69,78 Aa	76,59 Aa	
90	77,58 Aa	77,44 Aa	78,65 Aa	
180	76,33 Aa	75,20 Aa	67,39 Aa	
FDA				
0	30,92 Aa	32,74 Aa	27,86 Ba	7,69
45	30,13 Aa	27,15 Aa	31,67 ABa	
90	34,72 Aa	34,46 Aa	38,31 Aa	
180	32,90 Aa	33,54 Aa	29,67 ABa	
Cz				
0	4,07 Ba	4,79 Ba	4,53 Ca	5,35
45	7,18 Aab	6,41 ABb	8,71 Aa	
90	7,22 Aa	6,01 Ba	6,41 Ba	
180	8,51 Aa	8,04 Aab	6,70 Bb	

Para cada parâmetro analisado, médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas em uma mesma coluna e minúsculas em uma mesma linha são diferentes de acordo com o teste Tukey ($P < 0,05$).

Os teores de matéria foram influenciados apenas pela altura de corte. Nas alturas mais baixas apresentou valores próximos aos relatados por Buso et al.¹⁹, que variaram de 8,90 a 11,14%, para as cultivares ADR 7010, ADR 500 e BRS 1501 cortadas aos 0,70 m e de Silva et al.²⁰, que foram de 10,53 a até 18,15%, dependendo da dose de nitrogênio e da idade de corte da planta. A proteína bruta teve seu maior teor quando adubada com 180 kg N ha⁻¹, mas mesmo

nos níveis mais baixos, esteve sempre acima de 7,0%, valor considerado crítico ao consumo e desenvolvimento dos micro-organismos ruminais²¹.

Os teores de FDN não foram afetados pela altura de corte ou pela dose de nitrogênio. Os teores de FDA sofreram variação na planta colhida aos 0,90 m, e os de Cinzas variaram, sem um padrão definido.

A composição químico-bromatológica da cultivar ADR 500 também apresentou interações significativas ($P < 0,05$) para os teores de PB, FDN e FDA. O desdobramento destas interações está na Tabela 2.

TABELA 2 - Teores de médios de matéria seca (MS), de proteína bruta (PB), fibras insolúveis em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) e cinzas (Cz) da cultivar ADR 500, em função de doses de nitrogênio e alturas pré-corte (em % da MS)

Dose de N (kg ha ⁻¹)	Altura de corte (m)			CV (%)
	0,70	0,80	0,90	
MS				
0	10,96 Ab	12,68 Ab	19,30 Aa	26,34
45	10,73 Ab	12,94 Ab	19,35 Aa	
90	10,82 Ab	12,87 Ab	19,42 Aa	
180	10,96 Ab	12,93 Ab	19,30 Aa	
PB				
0	12,04 Aa	13,63 Aa	12,86 ABa	27,04
45	7,78 Ba	7,74 Ba	9,15 Ba	
90	12,16 Aa	8,23 Bb	11,23 Bab	
180	9,79 ABb	15,70 Aa	17,32 Aa	
FDN				
0	79,25 Aa	75,22 Ab	69,05 Cc	4,84
45	78,52 Aab	76,62 Ab	81,60 Aa	
90	71,41 Bb	73,41 Aab	75,62 Ba	
180	71,38 Bb	75,15 Aa	72,99 Bab	
FDA				
0	34,84 Aab	35,34 ABa	32,86 BCb	6,94
45	37,28 Aa	33,47 Bb	35,52 Aab	
90	30,32 Bb	30,91 Cb	34,13 ABa	
180	31,69 Bb	36,81 Aa	31,22Cb	
Cz				
0	6,67 ABb	6,19 Bb	11,38 Aa	37,55
45	5,48 Ba	5,37 Ba	5,46 Ba	
90	5,08 Ba	5,27 Ba	5,02 Ba	
180	10,34 Aa	10,67 Aa	11,96 Aa	

Para cada parâmetro analisado, médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas em uma mesma coluna e minúsculas em uma mesma linha são diferentes de acordo com o teste Tukey ($P < 0,05$).

Assim como para a cultivar BRS 1501, a dose de nitrogênio não influenciou o teor de matéria seca dos tratamentos da ADR 500, que só foram influenciados pela altura da planta. Nas alturas de 0,80 e 0,90 a dose de 180 kg N ha⁻¹ promoveu os maiores teores de proteína

bruta. Essa dose de N também promoveu, nas altura de 0,70 m, redução no teor de FDN e FDA e elevação no teor de Cinzas.

As taxas de desaparecimento da matéria seca das cultivares avaliadas, em função da dose de nitrogênio e altura de corte, estão apresentadas na Tabela 3.

TABELA 3 - Taxa de desaparecimento da matéria seca das cultivares avaliadas em função de doses de nitrogênio e alturas pré-corte

BRS 1501												
Tempo (h)	Dose de N (kg ha ⁻¹)											
	0			45			90			180		
	Altura de corte (m)											
	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90
	Desaparecimento de matéria seca (%)											
0	27,67	26,42	26,95	25,93	26,74	23,57	28,04	27,60	26,84	29,29	29,82	31,23
	Ca	Ca	Ca	Ba	Ba	Ca	Ca	Ba	Ba	Ca	Ca	Ca
12	30,33	34,10	29,60	28,55	28,74	27,14	30,56	29,38	28,59	32,61	35,89	32,27
	Ca	BCa	BCa	Ba	Ba	Ba	BCa	Ba	Ba	Ca	BCa	BCa
24	34,12	38,91	35,60	31,06	33,27	33,01	33,82	34,77	31,64	45,10	40,72	35,96
	BCab	BCa	BCab	Bb	Bab	Bab	BCab	Bab	Bab	Ba	Bab	Bab
48	44,49	50,06	45,21	40,39	43,51	40,12	39,67	43,33	52,36	57,14	47,27	58,32
	ABab	ABab	ABab	ABb	ABab	Bb	ABb	ABab	Aab	Ba	Bab	Aa
96	56,27	62,20	56,59	57,80	62,31	54,61	52,37	55,92	61,86	77,53	70,37	64,39
	Abc	Aabc	Abc	Abc	Aabc	Abc	Ac	Abc	Aabc	Aa	Aab	Aabc
ADR 500												
	Dose de N (kg ha ⁻¹)											
	0			45			90			180		
	Altura de corte (m)											
	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90
	Desaparecimento de matéria seca (%)											
0	24,23	31,41	26,79	29,79	27,41	27,03	29,73	27,62	31,37	24,16	27,64	28,53
	Ca	Ba	Ca	Ba	Ca	Ca	Ba	Ca	Ba	Ca	Ca	Da
12	33,07	37,99	34,18	33,52	30,82	31,44	33,61	31,56	34,03	32,64	38,93	34,75
	Ba	Ba	BCa	Ba	Ca	Ca	Ba	BCa	Ba	Ba	Ba	CDa
24	34,43	38,96	36,01	36,10	36,07	37,33	37,29	33,02	37,44	33,80	39,86	37,70
	Ba	Ba	Ba	Ba	BCa	BCa	Ba	BCa	Ba	Ba	Ba	Ca
48	42,81	60,35	44,60	38,09	46,36	41,26	43,89	40,33	38,08	39,29	56,41	51,02
	Bb	Aa	Bb	Bb	Ba	Bb	ABb	Bb	Bb	ABb	Aa	Ba
96	67,84	71,83	64,06	59,58	62,56	54,28	52,47	55,13	58,88	47,82	69,33	70,45
	Aa	Aa	Aab	Aab	Aab	Ab	Ab	Aab	Aab	Ab	Aa	Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas nas colunas e de letras minúsculas nas linhas diferem entre si de acordo com o teste Tukey ($P < 0,05$).

Para a cultivar BRS 1501, a adubação nitrogenada aumentou a taxa de desaparecimento da MS apenas na dose 180 kg N ha⁻¹, nas alturas 0,70 e 0,80 m, que apresentaram desaparecimento, após as 96 horas de incubação, superior aos demais tratamentos. A combinação de adubação com 90 kg N ha⁻¹ e corte aos 0,70 m, diminuiu a taxa de desaparecimento de matéria seca da BRS 1501.

Na Tabela 4 estão apresentadas as frações A e B, a taxa de degradação da fração B e a degradabilidade efetiva (DE) na taxa de passagem de 5% h⁻¹ da matéria seca das cultivares BRS 1501 e ADR 500 adubadas com quatro doses de nitrogênio, nas três alturas pré-corte.

TABELA 4 - Fração solúvel (A), fração potencialmente degradável (B) e taxa de degradação da fração B (c) e degradabilidade efetiva da matéria seca das cultivares BRS 1501 e ADR 500 submetidas a alturas pré-corte e doses de nitrogênio

Dose N (kg ha ⁻¹)	BRS 1501											
	A (%)			B (%)			c (% h ⁻¹)			DE (5% h ⁻¹)		
	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90
0	27,67	26,42	26,95	28,60	35,78	29,65	1,92	2,77	2,11	35,57 Ba	38,08 Aa	35,63 Ca
45	25,93	26,74	23,57	31,86	35,57	31,04	1,30	1,35	1,64	32,47 Ba	34,27 Ba	31,21 Da
90	28,22	28,13	26,84	24,15	27,80	35,02	1,43	1,80	2,99	33,26 Bb	35,33 ABb	39,60 Ba
180	29,44	29,82	31,23	48,09	40,55	33,16	1,61	0,91	3,53	39,69 Ab	35,34 ABc	44,96 Aa
	ADR 500											
	A (%)			B (%)			c (% h ⁻¹)			DE (5% h ⁻¹)		
	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90
0	24,23	31,41	26,79	43,61	40,42	37,26	1,12	3,06	1,37	32,06 Bb	45,78 Aa	34,55 Bb
45	29,79	27,41	27,03	29,79	35,14	27,25	0,85	1,65	1,62	33,31 ABa	36,21 Ba	33,54 Ba
90	29,73	27,62	31,73	22,73	27,50	25,51	2,25	1,32	0,59	36,46 Aa	33,21 Ba	34,22 Ba
180	24,16	27,64	28,53	23,66	41,68	41,92	2,11	2,41	1,87	30,98 Bb	41,07 Aa	38,92 Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas nas colunas e de letras minúsculas nas linhas, para a mesma cultivar, diferem entre si de acordo com o teste Tukey (P<0,05).

A taxa de desaparecimento da matéria seca da cultivar ADR 500 com altura pré-corte de 0,90 m foi positivamente influenciada pela adubação nitrogenada. Esta altura também foi a que apresentou maior diferença de desaparecimento de MS entre o tempo 0 e o tempo 96 horas de incubação (44,92 pontos percentuais).

A utilização de 180 kg ha⁻¹ de nitrogênio com inibidor de nitrificação promoveu aumento (P<0,05) da degradabilidade da MS das duas cultivares na altura de 0,90 m e na cv.

BRS 1501, também na de 0,70 m (Tabela 4). Nos tratamentos adubados, a altura de 0,90 m, apresentou em geral, melhor degradabilidade. Isto, provavelmente, se deve ao fato de ocorrer melhor absorção do nitrogênio nesta altura. O produto utilizado possui 54,17% de nitrogênio na forma de amônio (NH_4^+) e 45,83% na forma de nitrato (NO_3^-), o efeito de inibição da nitrificação dura de quatro a dez semanas, dependendo das condições climáticas²².

Na Tabela 5, estão apresentadas as disponibilidades em kg ha^{-1} de nitrogênio em forma de amônio e de nitrato provenientes do adubo.

TABELA 5 - Disponibilidade de nitrogênio (kg ha^{-1}) na forma de amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-) em função da dose de adubo utilizada

Dose de N (kg ha^{-1})	Forma disponível do N	
	N- NH_4^+ (kg ha^{-1})	N- NO_3^- (kg ha^{-1})
45	24,37	20,63
90	48,74	41,26
180	97,48	85,52

Fonte: Adaptado de Compo Experts²²

Estudos conduzidos por Silva et al.²³ e Britto e Kronzucker⁷ mostraram que a absorção de altas quantidades de NH_4^+ pode ser prejudicial às plantas, fazendo com que haja excesso de H^+ , que diminui o pH citoplasmático e gera acidez nos tecidos, provocando sintomas de intoxicação. Assim, há a necessidade de utilização dos carboidratos produzidos para a assimilação do amônio absorvido, para se evitar sua acumulação e consequentes problemas de toxicidade relacionados a alterações no pH celular e desbalanço iônico⁷.

Portanto, pode-se inferir que quando foram aplicados 45 ou 90 kg N ha^{-1} havia baixas concentrações de nitrogênio, tanto na forma de amônio (forma mais facilmente assimilável), quanto na forma de nitrato (forma menos tóxica) para as plantas, porém com maior concentração de NH_4^+ , o que prejudicou o desempenho, em termos de degradabilidade, das plantas cortadas nas alturas mais baixas. Por serem cortadas mais jovens, as raízes dessas plantas não encontraram concentrações de nitrato que favorecesse sua absorção, tendo de optar pelo amônio e, com isso, tendo de mobilizar suas reservas de carbono, hidrogênio e oxigênio, para produzirem carboidratos ao invés de proteína, com o objetivo de neutralizar os efeitos nocivos do excesso de amônio no organismo. Isto pode ser confirmado pelos altos teores de FDN e baixos de PB (Tabelas 1 e 2) encontrados nos tratamentos com as menores alturas de corte (0,70 e 0,80 m) e menores doses de N (45 e 90 kg ha^{-1}).

Na Tabela 6, estão apresentados os parâmetros de degradabilidade da proteína bruta das cultivares.

TABELA 6 - Fração solúvel (A), fração potencialmente degradável (B) e taxa de degradação da fração B (c) e degradabilidade efetiva da proteína bruta das cultivares BRS 1501 e ADR 500 submetidas a alturas pré-corte e doses de nitrogênio

Dose N (kg ha ⁻¹)	BRS 1501											
	A (%)			B (%)			c (% h ⁻¹)			DE (5% h ⁻¹)		
	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90
0	32,20	1,72	7,94	24,87	52,16	35,97	2,27	3,52	3,05	39,24 Aa	34,94 ABa	35,76 Ba
45	23,56	19,99	27,99	38,11	37,51	21,29	1,50	3,16	1,65	32,62 Ba	30,42 Ba	33,13 Ba
90	20,34	13,18	37,23	38,89	48,25	29,01	1,80	3,06	3,22	27,65 Bb	30,04 Bb	47,94 Aa
180	25,61	26,61	36,78	56,24	52,92	38,72	2,14	1,66	2,15	42,38 Aab	39,90 Ab	48,12 Aa
	ADR 500											
	A (%)			B (%)			c (% h ⁻¹)			DE (5% h ⁻¹)		
	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90
0	21,57	34,01	39,41	51,90	35,28	38,73	1,37	2,68	1,85	31,40 BCb	45,86 Aa	48,90 Aa
45	26,64	33,99	10,24	55,23	45,16	52,87	1,38	2,37	2,95	38,31 Bb	48,52 Aa	27,51 Cc
90	35,43	8,82	28,32	37,24	63,96	32,25	3,01	1,73	2,42	49,27 Aa	25,08 Bc	38,85 Bb
180	17,42	30,63	40,16	55,91	31,07	35,97	1,19	5,09	2,17	28,16 Cb	46,31 Aa	51,07 Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas nas colunas e de letras minúsculas nas linhas, para a mesma cultivar, diferem entre si de acordo com o teste Tukey (P<0,05).

As degradabilidades variaram, na cultivar BRS 1501, de 27,65% (90 kg N ha⁻¹, 0,70 m) a 48,12% (180 kg N ha⁻¹, 0,90 m) e em ADR 500, de 25,08% (90 kg N ha⁻¹, 0,80 m) a 51,07% (180 kg N ha⁻¹, 0,90 m). O parâmetro “B”, fração potencialmente degradável variou de 21,29% (45 kg N ha⁻¹, 0,90 m) a 56,24 (180 kg N ha⁻¹, 0,70 m) na cultivar BRS 1501 e de 31,07% (180 kg N ha⁻¹, 0,80 m) a 63,96% (90 kg N ha⁻¹, 0,80 m) na ADR 500. Este resultado é inesperado, pois o tratamento 90 kg N ha⁻¹, 0,80 m, da cultivar ADR 500, foi o que teve a menor degradabilidade efetiva. Para este tratamento, a degradabilidade potencial estimada foi de 72,78%. Os valores da fração solúvel “A” estão abaixo dos encontrados por Prado et al.²⁴, que foram de 43,0%.

Pode ter ocorrido contaminação microbiana, o que contribuiu para a diminuição dos valores de degradabilidade efetiva da PB²⁵.

A contaminação tende a ser maior nos alimentos com menores teores de proteína, e com maiores teores de fibras, aumentando, de forma não linear, com o tempo de incubação², podendo chegar a compreender 67,2% da PB aferida pelos métodos convencionais após a

incubação ruminal Rodríguez et al.²⁶. Segundo Gonzáles et al.²⁷ 58,6% da fração proteica indegradável das forragens seria, na verdade, proteína de origem microbiana.

O fato de se formar um “pool” de amostras provenientes de sucessivos cortes (quatro para ADR 500 adubada com 180 kg N ha⁻¹ e três para todos os demais) também pode ter contribuído para a baixa degradabilidade da proteína da forrageira analisada, devido ao aumento das frações proteicas B₂ e B₃ que ocorre quando são feitos sucessivos cortes²⁸. O aumento dessas frações diminui a taxa de degradação ruminal da proteína, uma vez que elas são tidas como frações de média e lenta degradação¹⁵.

Os parâmetros de degradação da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) das duas cultivares estão apresentados na Tabela 7.

TABELA 7 - Frações solúvel (A), potencialmente degradável (B) e taxa de degradação da fração B (c) e degradabilidade efetiva da fibra insolúvel em detergente neutro das cultivares BRS 1501 e ADR 500 submetidas a alturas pré-corte e doses de nitrogênio

Dose N (kg ha ⁻¹)	BRS 1501											
	A (%)			B (%)			c (% h ⁻¹)			DE (5% h ⁻¹)		
	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90
0	35,02	32,69	27,21	18,10	27,66	26,04	1,67	2,66	2,43	39,52 Ba	41,17 Aa	35,74 Bb
45	16,84	30,57	32,33	38,96	26,31	20,68	1,99	2,47	2,59	28,23 Cb	38,68 ABa	38,34 Ba
90	36,71	31,70	31,23	16,34	22,64	30,45	1,96	1,67	3,14	41,29 ABa	37,22 Bb	42,57 Aa
180	31,67	31,37	26,45	44,55	38,14	32,58	2,04	1,21	3,63	44,07 Aa	38,56 ABb	40,17 ABab
	ADR 500											
	A (%)			B (%)			c (% h ⁻¹)			DE (5% h ⁻¹)		
	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	0,90
0	26,02	22,55	8,20	42,30	49,04	52,55	0,86	2,91	1,79	31,80 Bb	40,30 Aa	29,85 Bb
45	26,83	27,53	31,54	33,10	42,78	35,01	2,15	0,81	0,97	35,95 Aa	33,95 Ba	36,36 Aa
90	25,57	28,84	25,10	42,48	33,54	34,13	0,72	0,56	0,79	31,04 Ba	31,66 Ba	29,68 Ba
180	22,56	23,02	27,21	45,47	45,09	30,19	0,83	2,37	1,81	30,20 Bb	37,36 ABa	35,22 Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas nas colunas e de letras minúsculas nas linhas, para a mesma cultivar, diferem entre si de acordo com o teste Tukey (P<0,05).

Os maiores valores de degradabilidade potencial (DP), para cada cultivar, foram, para BRS 1501, 76,22% (180 kg N ha⁻¹, 0,70 m) e 71,59% (0 N, 0,80 m) para ADR 500. A

média, para cada cultivar foi de 58,85% para BRS 1501 e 65,05% para ADR 500. Para o milheto forrageiro, Prado et al.³⁰ verificaram DP de 71,8%.

Os teores de FDN encontrados para as forrageiras foram altos, o que poderia ter prejudicado a sua degradação, pois segundo Mertens²⁹ altas concentrações de FDN na planta, indicam espessamento da parede celular e maior resistência, tanto à ruptura pela mastigação do animal, mas, principalmente, à penetração microbiana, o que reduz a área superficial para o ataque microbiano, reduzindo, assim, a degradabilidade da própria fração FDN. Entretanto, as degradabilidades da FDN encontradas neste estudo não são inferiores às vistas em outros trabalhos, como Prado et al.²⁴ que relataram degradabilidade de 34,8% para a FDN do milheto e, com as plantas apresentando, em sua composição bromatológica, 61,38% de FDN na matéria seca; ou Brunette et al.²⁵ que aferiram 32,5% de degradabilidade da FDN com taxa de passagem de 6,25% h⁻¹, com a planta apresentando 58,4% de FDN.

Os resultados sugerem, pela degradabilidade potencial, que se o tempo de incubação fosse alongado, talvez as cultivares tivessem apresentado maiores degradabilidades efetivas, nas doses de nitrogênio e alturas analisadas.

4. CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada com fertilizante com inibidor de nitrificação, em altas doses eleva a degradabilidade da matéria seca, da proteína bruta e da fibra insolúvel em detergente neutro do milho manejado a 0,90 m.

A combinação de adubação com as doses de 45 e 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio com inibidor de nitrificação, com o manejo do milho a 0,70 ou 0,80 m não favoreceu a qualidade nutricional (composição e degradabilidade) das forrageiras indicando que, nestes tratamentos, a relação entre a disponibilidade de nitrogênio nas formas de amônio e nitrato pode ter sido prejudicial às plantas.

5. REFERÊNCIAS

1. Embrapa/CNPMS. Cultivo do Milheto. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2014. Sistemas de produção 3. [acesso 01 Fev 2015]. Disponível em: [www.spo.cnptia.embrapa.br/expediente?p_p_id=expedienteportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-3&p_p_col_pos=2&p_p_col_count=7&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3833&expedienteportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet_redirect=https%3A%2F%2Fwww.spo.cnptia.embrapa.br%2Fconteudo%3Fp_p_id%3Dconteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_count%3D1%26p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3833%26p_r_p_-996514994_topicoId%3D3849](http://www.spo.cnptia.embrapa.br/expediente?p_p_id=expedienteportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-3&p_p_col_pos=2&p_p_col_count=7&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3833&expedienteportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet_redirect=https%3A%2F%2Fwww.spo.cnptia.embrapa.br%2Fconteudo%3Fp_p_id%3Dconteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_count%3D1%26p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId%3D3833%26p_r_p_-996514994_topicoId%3D3849).
2. Nocek JE. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. J Dairy Sci. 1988;71(8):2051-69.
3. Brito RM, Sampaio AAM, Fernandes ARM, Henrique W, Cattelan JW, Routman KS. [In situ degradability and ruminal parameters by bovines fed diets balanced for different weight gains and potential of microbial fermentation]. R Bras Zootec. 2007;36(5supl.):1639-50. Portuguese.
4. Trenkel ME. Improving Fertilizer use Efficiency: controlled-release and stabilized fertilizers in agriculture. Paris: IFA; 1997. 156p.
5. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate change 2001: the scientific basis. In: Houghton JT, Ding Y, Noguer M, Van Der Linden PJ, Dai X, Maskell K, editors. Contribution of working group I to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge: Cambridge University Press; 2001. p.1-83.
6. Bredemeier C, Mundstock CM. [Regulation of nitrogen absorption and assimilation in plants]. Cienc Rural. 2000;30(2):365-72. Portuguese.
7. Britto DT, Kronzucker HJ. NH_4^+ toxicity in higher plants: a critical review. J Plant Physiol. 2002;159(6):567-84.
8. Silva AG. Fontes de fósforo na produção e composição Bromatológica de cultivares de milho forrageiro. [Tese]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia; 2010.
9. Brasil. Ministerio da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas: 1961-1990. Brasília: MAPA; 1992. 84p.
10. Sousa DMG, Martha Júnior GB, Vilela L. Adubação fosfatada. In: Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG, editores. Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina (DF): Embrapa Cerrados, 2007. p.145-77.

11. Vilela L, Martha Júnior GB, Sousa DMG. Adubação potássica e com micronutrientes. In: Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG, editores. Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina (DF): Embrapa Cerrados, 2007. p.179-87.
12. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 15th ed. Washington: AOAC; 1990. 1141p.
13. Robertson JB, Van Soest PJ. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: James WPT, Theander O, editors. The analysis of dietary fiber in food. New York: Marcel Dekker; 1981. p.123-58.
14. Silva DJ, Queiroz AC. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3a ed. Viçosa (MG): UFV; 2002. 235p.
15. Sniffen CJ, Connor JD, Van Soest P, Fox DG, Russel JB. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. carbohydrate and protein availability. J Anim Sci. 1992;70(11):3562-77.
16. Orskov ER, McDonald I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate passage. J Agric Sci. 1979;92(2):499-503.
17. Sampaio IBM. Experimental designs and modeling techniques in the study of roughage degradation in rumen and growth of ruminants. [Tese]. Reading: University of Reading;1988.
18. R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Viena: R Foundation for Statistical Computing; 2012. [Acesso 13 fev 2013]. Disponível em: <http://www.R-project.org/>.
19. Buso WHD, França AFS, Miyagi ES. Bromatological composition and dry matter digestibility of millet cultivars subjected to nitrogen doses. Arq Bras Med Vet Zootec. 2014;66(3):887-93.
20. Silva AG, Faria Júnior OL, França AFS, Miyagi ES, Rios LC, Moraes Filho CG, Ferreira JL. [Forage yield and chemical composition of pearl millet under nitrogen fertilization]. Ci Anim Bras. 2012;13(1):67-75. Portuguese.
21. Van Soest PJ, Nutritional ecology of the ruminants. Ithaca: Cornell University Press; 1994. 476p.
22. Compo Expert. Technical Information on NovaTec® N-Max 24-5-5. Münster (Germany): 2013. [acesso 08 fev 2015]. Disponível em: http://www.compo-expert.com/fileadmin/user_upload/compo_expert/en/documents/pdf/product-information_2014/TI_NovaTec_N-Max_24-5-5.pdf.

23. Silva PCC, Couto JL, Santos AR. [Absorption of nitrate and ammonium ions and its effects on the development of sunflower in nutrient solution]. Rev Biol Cienc Terra. 2010;10(2):97-104. Portuguese.
24. Prado IN, Moreira FB, Zeoula LM, Wada FY, Mizubuti IY, Neves CA. [*In situ* dry matter, crude protein, and neutral detergent fiber degradability of some grasses in continuous grazing]. R Bras Zootec. 2004;33(5):1333-9. Portuguese.
25. Brunette T, Baurhoo B, Mustafa AF. Replacing corn silage with different forage millet silage cultivars: effects on milk yield, nutrient digestion, and ruminal fermentation of lactating dairy cows. J Dairy Sci. 2014;97(10):6440-9.
26. Rodríguez CA, Gonzáles J, Alvir MR, Caballero R. Effects of feed intake on *in situ* rumen microbial contamination and degradation of feeds. Livest Sci. 2008;116(1-3):108-17.
27. Gonzáles J, Ouarti M, Rodríguez CA, Alvir MR. Effects of considering the rate of comminution of particles and microbial contamination on accuracy of *in situ* studies of feed protein degradability in ruminants. Anim Feed Sci Technol. 2006;125(1-2):89-98.
28. Faria Júnior OL, França AFS, Silva-Pause AG, Miyagi ES, Peron HJMC, Arnhold E, Mascarenhas AG, Corrêa DS. Proteins fractions of pearl millet submitted to different nitrogen doses and cutting ages. J Agric Stud. 2013;1(1):30-40.
29. Mertens DR. Kinetics of cell wall digestion and passage in ruminant. In: Jung HG, Buxton DR, Hatfield RD, Mertens DR, Ralph J, Weimer PJ, editors. Forage cell wall structure and digestibility. Madison: America Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society America, 1993. p.535-570.

CAPÍTULO 6: CONSIDERAÇÕES FINAIS

As cultivares proporcionaram número diferentes de cortes, o que prejudicou a comparação entre cultivares. Houve grande infestação de plantas invasoras na área experimental, especialmente *Cyperus rotundus*, o que pode ter prejudicado o desempenho das cultivares. A cultivar ADR 8010 aparentou menor poder de competição com as invasoras, o que fez com que proporcionasse apenas um corte em alguns tratamentos e dois em outros.

Em relação à composição químico-bromatológica, a adubação nitrogenada não afetou os teores de matéria seca das cultivares, que foi afetado apenas pela altura pré-corte.

As plantas cortadas aos 0,70 e 0,80 m apresentaram baixos teores de matéria seca, o que pode ser um fator a prejudicar o consumo pelos animais.

Os teores de extrato etéreo não variaram entre doses e alturas de corte e os de carboidratos totais foram menores nas plantas adubadas com 180 kg N ha⁻¹, independente da fonte.

O uso do sulfonitrato de amônio tratado com inibidor de nitrificação nas doses de 45 e 90 kg N ha⁻¹ pode ter sido tóxico às plantas cortadas aos 0,70 e 0,80 m. Isso pode ser inferido a partir da baixa diferença observada na produção de matéria seca entre essas doses e entre elas e o tratamento controle. Outro fato que contribui para esta conclusão são os altos teores de FDN e baixos de proteína verificados para os referidos tratamentos. O que indica que as plantas podem ter mobilizado os seus nutrientes para a produção de carboidratos em detrimento da proteína. Isso ocorre com o objetivo de neutralizar os íons H⁺ que são liberados quando da utilização do amônio. Esses íons livres podem causar a acidificação do ambiente intra e extracelular, causando a intoxicação da planta.

Com relação à degradabilidade ruminal da matéria seca, proteína bruta e fibra insolúvel em detergente neutro das cultivares ADR 500 e BRS 1501, a adubação nitrogenada, em geral, elevou a degradabilidade dessas frações, a excessão ocorreu para a cultivar ADR 500 na altura de 0,80 m adubada com ureia. Para estas plantas, as maiores degradabilidades ocorreram nos tratamentos sem adubação.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS/CEUA



Goiânia, 04 de maio de 2015.

**PARECER CONSUBSTANCIADO REFERENTE AO RELATÓRIO FINAL DO
PROTOCOLO Nº. 116/14**

I. IDENTIFICAÇÃO:

1. **Título do projeto:** Avaliação do potencial produtivo e valor nutricional de cultivares de milho forrageiro adubado com duas fontes de nitrogênio em regime de corte
2. **Pesquisador Responsável:** Daniel Staciari Corrêa
3. **Unidade/Órgão:** EVZ/UFG
4. **Pesquisadores Participantes:** Daniel Staciari Corrêa, Aldi Fernandes de Souza França, Emmanuel Arnhold, Roberto Toledo de Magalhães, Eliane Sayuri Miyagi Okada
5. **Unidade onde foi realizado:** Departamento de Zootecnia da PUC/GO
6. **Data de apresentação do protocolo ao CEUA:** 27/11/14
7. **Data de Apresentação do Relatório Final:** 14/04/15

II - Parecer da CEUA:

Informamos que a *Comissão de Ética no Uso de Animais/CEUA* da Universidade Federal de Goiás, após análise dos documentos apresentados, **Aprovou**, o Relatório Final do projeto acima referido, e o mesmo foi considerado em acordo com os princípios éticos vigentes e a execução do projeto encontra-se concluída.

III - Data da reunião: 04/05/2015.

RENATA
MAZARO:12343522812
2015.05.05 22:07:54 -03'00'

Dra. Renata Mazaro e Costa
Coordenadora da CEUA/PRPPG/UFG