

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

**FONTES DE FOSFÓRO NA PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO  
BROMATOLÓGICA DE CULTIVARES DE MILHETO FORRAGEIRO**

Autora: Alzira Gabriela da Silva  
Orientador: Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França

GOIÂNIA  
2010

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

**FONTES DE FOSFÓRO NA PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO  
BROMATOLÓGICA DE CULTIVARES DE MILHETO FORRAGEIRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária/UFG, para a obtenção do grau de Doutor.

**Área de Concentração:**  
Produção Animal

**Orientador:**

Prof. Dr. Aldi Fernandes do Souza França

**Comitê de Orientação**

Dr<sup>a</sup>. Eliane Sayuri Miyagi

Prof. Dr. Euclides Reuter de Oliveira

GOIÂNIA

2010

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**GT/BC/UFG**

S586f Silva, Alzira Gabriela da.  
Fontes de fósforo na produção e composição bromatológica de cultivares de milheto forrageiro [manuscrito] / Alzira Gabriela da Silva. - 2010.  
109 f.


Orientador: Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França.  
Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária, 2010.  
Bibliografia.  
Tabelas  
Figuras  
Anexos.

1. Adubação Fosfatada 2. Fertilização Nitrogenada 3. *Pennisetum glaucum* (L.) I. Título.

CDU:633.15

**ALZIRA GABRIELA DA SILVA**

Tese defendida e aprovada em 12/04/2010 pela Banca Examinadora constituída pelos professores:



---

Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França  
(ORIENTADOR (A))



---

Profa. Dra. Rosana Quaresma Maneschy - UFPA/PA



---

Prof. Dr. Eduardo da Costa Eifert - EMBRAPA Arroz e Feijão



---

Prof. Dr. João Carlos Carvalho de Almeida - UFRRJ/RJ



---

Prof. Dr. José Henrique Stringhini

*Aos meus amados pais*

*Maurício Ferreira da Silva e Ivaldina Lima da Silva,  
pelo amor, dedicação, incentivo,  
apoio incondicional, confiança e exemplo de vida.*

*Aos meus queridos irmãos Geraldo César e Maurício Júnior,  
pela presença e carinho ao longo de minhas conquistas.*

**A VOCÊS OFEREÇO!**

*À nossa Izadora, fonte de motivação, que trouxe luz, amor e alegria para  
nossas vidas...*

**DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida, sabedoria, visão, proteção, força nos momentos difíceis e por sempre iluminar meus caminhos.

Aos **meus pais** pela entrega absoluta e incondicional na minha formação.

Aos **meus irmãos Geraldo César e Maurício Júnior** pelo incentivo e apoio.

À minha **Dindinha** por me acolher, cuidar de mim e compartilhar os momentos difíceis e de conquistas durante toda a pós-graduação;

À minha **família**, principalmente aos meus tios, sobrinhos e cunhada (**Cassandra**) pela presença constante, apesar da grande distância geográfica, pelo carinho, incentivo e reconhecimento.

Ao meu querido **Eduardo Pause** pela paciência, ajuda, incentivo, companhia e amor.

Ao **Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França** pela orientação inestimável, confiança, amizade, ensinamentos e exemplo de conduta profissional, meu sincero agradecimento.

À **Universidade Federal de Goiás, Departamento de Produção Animal** e à **Coordenação do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal** pela oportunidade de realização do curso.

A todos os **professores** do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, pelos ensinamentos e constante troca de conhecimentos.

À co-orientadora **Eliane Sayuri Miyagi** pelo empenho, disposição, exemplo profissional, confiança e, acima de tudo, pela amizade, muito obrigada.

Aos membros da **Banca Examinadora** pela disposição em avaliar e colaborar para a finalização do trabalho de tese.

Aos amigos adquiridos durante o curso de pós-graduação: **Aline Landim, Lílian Páscoa, Hélio Lôredo, João Carlos (“in memorian”), Débora**

**Carvalho, Jorge Luís Ferreira, Elcivan Bento da Nóbrega e Luciano Muniz**, pela convivência alegre e trocas de experiências.

Ao amigo **Fernando Brito Lopes** pela ajuda fundamental nas análises e interpretações estatísticas.

Às amigas **Janete Machado dos Santos e Hariana Cruz dos Anjos** pelo estímulo e amizade duradora.

Às colegas de trabalho da Universidade Federal do Pará/ Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá, professoras **Dr<sup>a</sup>. Andréa Hentz de Mello, M.Sc. Clarissa Mendes e Dr<sup>a</sup>. Rosana Quaresma Maneschy** e demais professores.

A todos os **funcionários e graduandos** da Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá da Universidade Federal do Pará.

Aos professores e amigos da Universidade Federal do Tocantins – **UFT/EMVZ**.

Aos alunos de iniciação científica e estagiários do Departamento de Produção Animal: **Hugo Perón, Jean Mesquita** e principalmente ao **Carlos Dambros e Tayrone Freitas** pela enorme ajuda na condução das análises laboratoriais.

Ao técnico do Laboratório de Nutrição Animal, **Éder** pela amizade e auxílio na execução das análises.

Aos funcionários do Departamento de Produção Animal, **Sr. Hélio, Sr. Benedito, Sr. Reginaldo, Sr. José Vieira, Sr. Nilson e Sra. Lúcia**.

Ao secretário do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, **Gerson Luís** pela amizade, paciência e prestatividade e ao seu auxiliar **Thiago**.

A todos que, de alguma forma, me ajudaram e torceram por mim.

**Muito obrigada !**

**“Muitos de nossos sonhos parecem impossíveis, depois  
improváveis, depois inevitáveis”.**

**CHRISTOPHER REEVE**

## SUMÁRIO

	pág.
RESUMO GERAL.....	vxi
<b>CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>1</b>
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1 <i>Pennisetum glaucum</i> (L.) R. Brown.....	3
2.2 Potencial produtivo do milheto.....	6
2.3 Adubação fosfatada em gramíneas anuais.....	8
2.4 O nitrogênio na produção vegetal.....	12
2.5 Valor nutritivo do milheto.....	15
REFERÊNCIAS.....	17
<b>CAPÍTULO 2 – FERTILIZAÇÃO FOSFATADA E NITROGENADA EM MILHETO: PRODUÇÃO, NITROGÊNIO CONTIDO, EFICIÊNCIA DE CONVERSÃO E RECUPERAÇÃO APARENTE DO NITROGÊNIO.....</b>	<b>27</b>
RESUMO.....	27
ABSTRACT.....	28
1 INTRODUÇÃO.....	29
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
2.1 Localização.....	32
2.2 Dados Climáticos.....	33
2.3 Caracterização da área experimental.....	34
2.4 Tratamentos.....	34
2.5 Delineamento.....	34
2.6 Período Experimental.....	35

2.7 Implantação do experimento.....	35
2.8 Cortes de avaliação e preparo das amostras.....	36
2.9 Variáveis Analisadas.....	36
2.10 Análises Estatísticas.....	37
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4 CONCLUSÕES.....	44
REFERÊNCIAS.....	45
<b>CAPÍTULO 3 – COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DA MASSA SECA DE CULTIVARES DE MILHETO.....</b>	<b>49</b>
RESUMO.....	49
ABSTRACT.....	50
1 INTRODUÇÃO.....	51
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	54
2.1 Localização.....	54
2.2 Dados Climáticos.....	54
2.3 Caracterização da área experimental.....	56
2.4 Tratamentos.....	56
2.5 Delineamento.....	56
2.6 Período Experimental.....	57
2.7 Implantação do experimento.....	57
2.8 Cortes de avaliação e preparo das amostras.....	58
2.9 Variáveis Analisadas.....	58
2.10 Análises Estatísticas.....	59
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
4 CONCLUSÕES.....	83

REFERÊNCIAS.....	83
<b>CAPÍTULO 4 - FRACIONAMENTO DA PROTEÍNA DA MASSA SECA DE CULTIVARES DE MILHETO.....</b>	<b>91</b>
RESUMO.....	91
ABSTRACT.....	92
1 INTRODUÇÃO.....	93
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	95
2.1 Localização.....	95
2.2 Dados Climáticos.....	95
2.3 Caracterização da área experimental.....	97
2.4 Tratamentos.....	97
2.5 Delineamento.....	97
2.6 Período Experimental.....	98
2.7 Implantação do experimento.....	98
2.8 Cortes de avaliação e preparo das amostras.....	99
2.9 Variáveis Analisadas.....	99
2.10 Análises Estatísticas.....	100
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	101
4 CONCLUSÕES.....	104
REFERÊNCIAS.....	104
<b>CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>107</b>
ANEXOS.....	108

## LISTA DE FIGURAS

		pág.
<b>CAPÍTULO 2</b>		
FIGURA 1	Médias de temperatura durante o período experimental (Fevereiro a Maio de 2008).....	33
FIGURA 2	Médias de insolação (horas) e precipitação (mm) durante o período experimental (Fevereiro a Maio de 2008).....	33
FIGURA 3	Produção anual da massa seca (PMS) ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) da planta inteira dos cultivares de milho submetidos a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.....	40
<b>CAPÍTULO 3</b>		
FIGURA 1	Médias de temperatura durante o período experimental (Fevereiro a Maio de 2008).....	55
FIGURA 2	Médias de insolação (horas) e precipitação (mm) durante o período experimental (Fevereiro a Maio de 2008).....	55
FIGURA 3	Teor de proteína bruta (%) da planta inteira dos cultivares de milho submetidos a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.....	68
<b>CAPÍTULO 4</b>		
FIGURA 1	Médias de temperatura durante o período experimental (Fevereiro a Maio de 2008).....	96
FIGURA 2	Médias de insolação (horas) e precipitação (mm) durante o período experimental (Fevereiro a Maio de 2008).....	96

## LISTA DE TABELAS

		pág.
<b>CAPÍTULO 2</b>		
TABELA 1	Atributos químicos do solo da área experimental.....	34
TABELA 2	Valores médios de produção por corte e anual da massa seca (PMS) ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) da planta inteira de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.....	38
TABELA 3	Valores médios de nitrogênio contido (NC) (kg de N extraído) verificados no tecido da planta de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.....	41
TABELA 4	Valores médios de eficiência de conversão aparente (ECAN) ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) do nitrogênio de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.....	42
TABELA 5	Valores médios de recuperação aparente do nitrogênio (RAN) de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.....	43
<b>CAPÍTULO 3</b>		
TABELA 1	Atributos químicos do solo da área experimental.....	56
TABELA 2	Teores médios de matéria seca (MS) em %, da planta inteira de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.....	60
TABELA 3	Teores médios de matéria seca (MS) em %, da fração lâmina foliar de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.....	62
TABELA 4	Teores médios de matéria seca (MS) em %, da fração colmo de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.....	64
TABELA 5	Teores médios de proteína bruta (PB) em %, da planta inteira do milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.....	65
TABELA 6	Teores médios de proteína bruta (PB) em %, da fração lâmina foliar de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.....	69
TABELA 7	Teores médios de proteína bruta (PB) em %, da fração colmo de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.....	71
TABELA 8	Teores médios de fibra em detergente ácido (FDA) em %, na planta inteira de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.....	72

TABELA 9	Teores médios de fibra em detergente ácido (FDA) em %, da fração lâmina foliar de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.....	74
TABELA 10	Teores médios de fibra em detergente ácido (FDA) em %, na fração colmo de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.....	75
TABELA 11	Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN) em %, na planta inteira de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.....	76
TABELA 12	Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN) em %, na fração lâmina foliar de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.....	78
TABELA 13	Teores de fibra em detergente neutro (FDN) em %, na fração colmo de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.	80
TABELA 14	Teores de hemicelulose (HEM) em %, na planta inteira de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.....	81
TABELA 15	Teores de hemicelulose (HEM) em %, da fração lâmina foliar de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.....	82
TABELA 16	Teores de hemicelulose (HEM) em %, na fração colmo de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.....	82
<b>CAPÍTULO 4</b>		
TABELA 1	Atributos químicos do solo da área experimental.....	97
TABELA 2	Frações dos compostos nitrogenados (%PB) obtidas pelo sistema CNCPS, da planta inteira de cultivares de milho submetidos a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.....	101

**LISTA DE ABREVIATURAS**

a.C.	antes de Cristo
Al	Alumínio
C <sup>3</sup>	Plantas Temperadas
C <sup>4</sup>	Plantas Tropicais
Ca	Cálcio
CaO	Óxido de Cálcio
cm	Centímetro
CNCPS	Cornell Net Carbohydrate and Protein System
CTC	Capacidade de Troca Catiônica
ECAN	Eficiência de Conversão Aparente do Nitrogênio
Fe	Ferro
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
GO	Goiás
ha	Hectare
H	Hidrogênio
K	Potássio
K <sub>2</sub> O	Óxido de Potássio
kg ha <sup>-1</sup>	Quilos por hectare
m <sup>2</sup>	Metro Quadrado
Mg	Magnésio
mg.dm <sup>3</sup>	Miligramas por Decímetro Cúbico
mm	Milímetro
MO	Matéria Orgânica
MS	Matéria Seca
N	Nitrogênio
NC	Nitrogênio Contido ou acumulado no tecido da planta
NH <sup>3</sup>	Amônia
nFDA	Nitrogênio Aderido à FDA
nFDN	Nitrogênio Aderido à FDN
°C	Grau Celsius

P	Fósforo
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Pentóxido de Fósforo
PB	Proteína Bruta
pH	Potencial hidrogeniônico
PMS	Produção de Massa Seca
ppm	Parte por Milhão
RAN	Recuperação Aparente do Nitrogênio
S	Enxofre
SAS	Statistical Analysis System
SPD	Sistema Plantio Direto
SPV	Sementes Puras Viáveis
t	Tonelada
V	Saturação por base

## RESUMO GERAL

A produção de massa seca e aspectos qualitativos de milho forrageiro ainda são pouco conhecidos, assim como informações específicas dessa gramínea manejada com fertilização fosfatada e nitrogenada. Foi conduzido experimento para avaliar o potencial produtivo e composição bromatológica da massa seca de três cultivares de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) (ADR-7010; ADR-500 e BRS-1501), submetidos à fontes de fósforo (superfosfato simples e termofosfato), doses de nitrogênio (0; 40; 80 e 160 kg.ha<sup>-1</sup>) sob a forma de uréia em três cortes na UFG/Goiânia-GO. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com arranjo fatorial 2 x 3 x 4, com quatro repetições. Os parâmetros avaliados foram produção de massa seca (PMS) da planta inteira, enquanto que os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN) foram determinados para a planta inteira e suas frações (lâmina foliar e colmo). Somente para a planta inteira foi determinada a eficiência de conversão aparente de nitrogênio (ECAN), recuperação aparente do nitrogênio (RAN) e nitrogênio acumulado na planta (NA), assim como as frações de proteínas (A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> e C). Todas as análises foram realizadas com auxílio do programa computacional SAS (2007). A análise estatística não revelou interações significativas entre as variáveis pesquisadas, dessa forma, as mesmas foram discutidas isoladas. Entre os cultivares avaliados a maior produção (P<0,05) foi do cultivar ADR-7010 (1.175 kg.ha<sup>-1</sup> de MS). O incremento de N promoveu aumentos na produção. O NA aumentou em função da elevação das doses de N com valor máximo de 42,70 kg. A ECAN e RAN diminuíram com o acréscimo do nutriente, com valores máximos de 10,77 kg.ha<sup>-1</sup> e 33,44%. Os teores de MS da planta inteira e lâmina foliar diferiram (P<0,05) e a fração colmo somente diferiu entre os cultivares. Os teores de PB da planta inteira não diferiram (P>0,05), porém, aumentaram com a sucessão dos cortes. Na lâmina foliar houve diferença (P<0,05) com redução do teor de PB em função dos cortes. Os teores de PB do colmo variaram de 8,90% a 14,04%. Os teores de FDA da planta inteira aumentaram devido à sucessão dos cortes e na lâmina foliar variaram entre os cultivares, os maiores conteúdos de FDA foram verificados no colmo. Os teores de FDN na planta inteira não diferiram entre as doses de N, entretanto todos os valores foram inferiores a 60%. O maior teor registrado na lâmina foliar foi de 63,81%. Os maiores valores de FDN foram identificados na fração colmo (55,54% a 68,03%). Os teores de HEM diferiram entre cortes e cultivares para planta inteira e suas frações. Não verificou-se diferença significativa (P>0,05) para as frações nitrogenadas entre todos os tratamentos. Os conteúdos determinados para a fração C, foram todos inferiores a 10%. O cultivar ADR-7010 apresentou os melhores resultados, assim como a fonte superfosfato simples. As fontes de fósforo e fertilização nitrogenada influenciaram os parâmetros avaliados.

**Palavras-chave:** adubação fosfatada, fracionamento protéico, fertilização nitrogenada, *Pennisetum glaucum*, potencial produtivo.

## **CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **1 INTRODUÇÃO**

Os sistemas produtivos de ruminantes no Brasil são conduzidos quase que em sua totalidade em áreas de pastagens, sejam elas nativas ou cultivadas. As plantas forrageiras cultivadas fornecem alimento volumoso de melhor qualidade para os rebanhos. Entretanto, o potencial de produção da maioria das gramíneas utilizadas vem sendo sub-utilizado, principalmente em função de fatores edafoclimáticos e de manejo, tais como sazonalidade, correção e reposição de nutrientes ao solo e taxas de lotação inadequadas. Embora, grande parte desses fatores sejam solucionáveis pelo homem, em função de questões econômicas e/ou pela ausência de informação técnica, essa situação não vem sendo minimizada ou corrigida.

Face a essa circunstância, encontra-se a demanda de volumoso para um rebanho de aproximadamente 228 milhões constituído de ruminantes criados extensivamente em diversas em regiões do Brasil, em que 174 milhões são bovinos, 1 milhão de bubalinos, 9 milhões e meio de caprinos e 16 milhões de ovinos (IBGE, 2008; ANUALPEC, 2009).

As dietas fornecidas diariamente a esses animais são variadas, visto que, cada categoria animal exige uma quantidade diferente de nutrientes para suprir as necessidades de energia para manutenção e para produção. Contudo, as pastagens, quando não manejadas como cultura, não fornecem os nutrientes requeridos, principalmente quanto aos teores de proteína e de minerais que geralmente são extraídos do solo.

Durante a estação seca do ano na região Centro-Oeste, a condição de déficit alimentar se agrava devido a redução da precipitação pluvial, fotoperíodo e temperatura noturna, que alteram o metabolismo das plantas tropicais, com reflexo negativo sobre a quantidade e a qualidade da biomassa vegetal produzida. Entre as técnicas disponíveis para manter adequada a alimentação adequada aos animais, destacam-se a tecnologia de irrigação e de adubação das pastagens, a

conservação de volumosos sob a forma de silagem e feno, utilização de bancos forrageiros e o cultivo de espécies produtivas e adaptadas a condições adversas.

Como busca de alternativas para produção animal, diversos cultivares de milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) foram lançados nos últimos anos com finalidades de produzir forragem e grãos. A caracterização de cultivares forrageiros adaptados à região dos Cerrados irão contribuir para a expansão e correta utilização dessa gramínea nos atuais sistemas agropecuários, o que resultará na manutenção da produtividade animal a pasto.

Para que as plantas perenes tenham sua persistência e longevidade garantidas, no momento de formação é de suma importância que os níveis de fósforo (P) exigidos pela planta forrageira sejam atendidos, pois esse nutriente desempenha funções relacionadas à germinação e ao desenvolvimento inicial da plântula. A fertilização fosfatada pode ser realizada com fontes de fósforo solúveis ou fosfatos de menor reatividade, e a escolha dessa fonte deve ser baseada em parâmetros produtivos e econômicos.

O potencial de produção e a composição bromatológica da espécie forrageira pode ser maximizado via adubação nitrogenada que, de acordo com a dose aplicada, promove o rápido incremento na produção vegetal. Sabe-se que parte dos nutrientes ingeridos pelos animais não são absorvidos pelo organismo e são excretados, com o intuito de quantificar melhor a fração aproveitada e as perdas, as proteínas e carboidratos dos alimentos são fracionados e auxiliam na predição de dietas animais eficientes, de forma a atingir ganhos animais satisfatórios.

Objetivou-se, com o presente trabalho avaliar cultivares de milheto submetidos a fontes de fósforo e a doses de nitrogênio no município de Goiânia, GO. Especificamente quantificou-se a produção de massa seca da planta inteira, o nitrogênio contido no tecido da planta, a eficiência de conversão e recuperação aparente do nitrogênio, a composição bromatológica, além das estimativas das frações que compõem as proteínas da biomassa vegetal.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 *Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown

O milheto é uma planta pertencente à família *Poaceae* (*Gramineae*), subfamília *Panicoideae*, tribo *Paniceae*, subtribo *Panicinae*, gênero *Pennisetum* (BRUNKEN, 1977). Originário, provavelmente, de zona quente, como as savanas africanas, cultivado desde 3.000 a.C., de onde foi levado para a Índia a partir do ano 2.000 a.C. Desde então, foram gerados genótipos distintos dos originais africanos (GRAINS, 1996; MAMAN et al., 2000). Nos trópicos semi-áridos da África e da Índia o grão do milheto é o principal cereal usado na alimentação humana e a palhada restante é utilizada como forragem para os animais (ANDREWS & KUMAR, 1992), caracterizado por ser uma importante cultura produtora de grãos e de forragens pela sua abundante diversidade genética (MARTINS NETTO & BONAMIGO, 2005).

O milheto, pasto italiano ou capim-charuto, como é popularmente conhecido na região sul do Brasil, é uma planta anual de clima tropical, espécie diplóide, com genoma AA e  $2n = 2x = 14$  cromossomos (BRUNKEN, 1977; GRAINS, 1996; ABREU et al., 2006a) e de ciclo vegetativo curto de aproximadamente 60 a 90 dias para as variedades precoces e de 100 a 150 dias para as variedades tardias (PERRET & SCATENA, 1985; GOMES et al., 2008). Apresenta folhas com lâminas largas que medem de 20 a 100 cm de comprimento e 5 a 10 mm de largura e inflorescência na forma de panícula longa e contraída (BOGDAN, 1977; ALCÂNTARA & BUFARAH, 1986). Tem possui crescimento ereto com colmos cheios, glabros (HERINGER, 1995) e porte alto, em crescimento livre pode atingir até cinco metros de altura (SALTON & KICHEL, 1997).

Esta espécie possui sistema radicular profundo, com eficiente utilização de água e de nutrientes (RACHIE & MAJMUDAR, 1980; GERALDO et al., 2002) em função de sua habilidade de extrair nutrientes das camadas mais profundas do solo (FRANÇA et al., 1996). Isto confere ao milheto capacidade de produzir sementes em condições acentuadas de deficiência hídrica, altas temperaturas e em solos tropicais com baixa fertilidade (BOGDAN, 1977; SCALÉA, 1998; PAYNE, 2000;

FOLONI et al., 2008), porém, responde bem às adubações (COIMBRA & NAKAGAWA, 2006).

A época de semeadura do milho está condicionada à finalidade do uso da cultura, sendo bastante ampla na região, por a sua rusticidade e grande capacidade de extração. O cultivo pode se estender de agosto a maio com semeadura a lanço ou em sulco e a profundidade de plantio é um fator relevante para o milho devido ao pequeno tamanho da semente (PEREIRA FILHO et al., 2003). O milho ainda pode ser semeado no início da primavera, por ocasião das primeiras chuvas, até o início do outono (KICHEL et al., 1999).

Sabe-se que para a eficiente germinação das sementes e emergência das plântulas é necessário umidade adequada e temperatura média do solo superior a 20° C (SALTON & KICHEL, 1997). A temperatura ótima para seu crescimento está na faixa de 28 a 30° C (PERRET & SCATENA, 1985), porém, não suporta temperaturas inferiores a 10° C (SKERMAN & RIVEROS, 1990). O milho é uma espécie classificada quanto às necessidades fotoperiódicas, como de dias curtos, apesar de existirem populações de dias neutros (BURTON, 1972; BURGER, 1984).

O nível ótimo de pluviosidade para o milho é de 700 mm por ano, entretanto, em áreas cuja precipitação pluviométrica é inferior a 400 mm anuais essa cultura se desenvolve relativamente bem (PERRET & SCATENA, 1985; GOMES et al., 2008). Todavia, FERRARIS (1973) relatou que o milho pode ser plantado em áreas de precipitação de 150 a 200 mm e sobrevive melhor que outros cereais em solos de textura arenosa e de baixa fertilidade.

Cereal de grande importância mundial, no Brasil, especialmente nas regiões Nordeste e Centro-Oeste, de acordo com LEANDRO et al. (1999) o cultivo do milho é favorecido por sua adaptação às condições dos solos ácidos e de fertilidade média ou baixa encontradas, o que pode significar economia na implantação da cultura comparada aos investimentos necessários para a produção de outras culturas anuais, tais como o milho (*Zea mays* L.) e o sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).

O milho é uma espécie de duplo propósito, cujos grãos são usados para consumo humano e animal como forrageira anual de verão em pastejo direto, para corte, silagem e colheita dos grãos para rações (BURTON et al., 1972).

Produz grande quantidade de folhagem tenra, nutritiva (até 24% de proteína bruta e digestibilidade entre 60 a 78%), sendo palatável e atóxica, não possui fatores antinutricionais como os cianogênicos e, diferente de algumas variedades de sorgo, o milheto não possui tanino (MINOCHA, 1991; COSTA, 1997; SALTON & KICHEL, 1997; CAFÉ et al., 2002; MARTINS NETTO & BONAMIGO, 2005).

Esta cultura passou a se destacar no cerrado após os trabalhos de seleção iniciados em 1981, que resultaram no lançamento das variedades BN-1 e BN-2, em 1986 e 1991, respectivamente (KOLLET et al., 2006).

Na região Centro-Oeste houve grande expansão do cultivo do milheto em função de duas principais formas de utilização, a primeira é o uso do grão, uma vez que suas características agrônômicas e nutritivas o qualificam como possível substituto energético na alimentação animal (RIBEIRO et al., 2004), visto que, geralmente seu preço é inferior ao do milho, principalmente no período da entressafra. Sua composição química é semelhante à do milho com altas concentrações de proteínas e macronutrientes (VIANA, 1982; SILVA et al., 1997; GOMES et al., 2008).

A segunda forma de utilização do milheto que se destaca no Cerrado é como cobertura morta no sistema de plantio direto. Ainda pode ser utilizado para rotação e sucessão a outras culturas (SALTON & KICHEL, 1997; GODOY et al., 2007) e em plantios de fim de verão e princípio de outono (AMARAL et al., 2008) em regiões de inverno seco do Brasil Central, onde predominam períodos prolongados de estiagem nos meses de abril a setembro, o que compromete a reciclagem de nutrientes e a cobertura do solo no Sistema Plantio Direto (SPD).

Neste contexto, as plantas de cobertura têm destaque como alternativa para elevar a sustentabilidade dos sistemas produtivos, em que é possível ter sucessões (segunda safra ou safrinha) entre lavouras comerciais, como o milho e a soja, e espécies tropicais, como o milheto e as braquiárias (*Brachiaria* sp.), que viabilizam a produção de palhada e possibilitam o pastejo nos meses mais secos na entressafra de verão, na chamada Integração Lavoura-Pecuária (KLUTHCOUSKI et al., 2000; FOLONI et al., 2008).

O sucesso da adaptação do milheto nos Cerrados, resumidamente deve a: alta resistência à seca, adaptação a solos de baixa fertilidade, alto potencial de produção de massa, por ser uma cultura de fácil instalação e

condução e ainda utilizar a palhada ou resíduo para pastejo ou para produção de grãos (SCALÉA, 1998).

Portanto, é possível atribuir ao cultivo do milheto inúmeras vantagens, quando comparado com outras culturas, tais como: o seu grão possui de 27 a 32% mais proteína bruta (PB) que o milho; a silagem de milheto tem níveis mais altos de PB e de massa seca (MS) que o milho; após o corte, quando feito antes do florescimento, a planta tem grande capacidade de rebrota. Além disso, a melhor resistência a condições edafoclimáticas adversas e menor custo de produção, garantem que a produtividade do sistema será mantida (MARTINS NETTO, 1998)

Para se obter melhor rendimento da forragem de milheto com utilização da melhor cultivar para cada condição específica, faz-se necessário caracterizar as fontes e as doses de fertilizantes a serem utilizadas nos sistemas produtivos regionais.

## **2.2 Potencial produtivo do milheto**

A atividade pecuária no Brasil é voltada principalmente para os ruminantes e baseia-se no uso de pastagens nativas ou cultivadas para o suprimento de nutrientes para esses animais, tais como energia, proteínas, minerais e vitaminas (SILVA & FARIA, 1995; VIEIRA et al., 1999; OLIVEIRA et al., 2004; SANTOS et al., 2006).

Na maioria destes sistemas de produção verificam-se baixos índices de produtividade das forrageiras, como consequência de vários fatores, tais como; manejo inadequado da atividade de pastejo e a baixa fertilidade do solo, que influenciam diretamente na sustentabilidade do sistema (YOKOYAMA et al., 1999; MOREIRA et al., 2006). A utilização de pastagens com boa capacidade produtiva e alto valor nutritivo é um dos fatores de maior importância para a redução dos custos de produção da atividade pecuária e podem ser obtidas por meio da introdução de espécies forrageiras adaptadas as condições ambientais. Contudo, plantas forrageiras de melhor qualidade nutricional apresentam maiores exigências nutricionais, ou seja, solos de boa fertilidade (ABREU et al., 2006b).

Dentre os solos brasileiros cultivados, aproximadamente 70% deles apresentam baixa disponibilidade de fósforo (P), de nitrogênio (N) e a alta saturação de alumínio (Al), fatores químicos que limitam com mais intensidade a produção forrageira nos solos ácidos tropicais. Visto que, a carência de fósforo associada à sua baixa mobilidade e alta afinidade por ferro e alumínio, torna o solo um "competidor da planta" pelo elemento e faz com que o mesmo seja um dos macronutrientes mais usados em adubação. Portanto, a baixa fertilidade natural dos solos dificulta a exploração racional e econômica da pecuária nacional (HOLANDA et al., 1995; SANTOS et al., 2002).

A produtividade das gramíneas forrageiras decorre da contínua emissão de folhas e de perfilhos, processo importante para a restauração da área foliar após corte ou pastejo e que garante perenidade à forrageira. Os processos de formação e desenvolvimento de folhas são fundamentais para o crescimento vegetal (GOMIDE & GOMIDE, 2000).

Embora as gramíneas forrageiras tropicais não possuam qualidade nutricional comparável à de gramíneas de clima temperado, seu elevado potencial de produção de massa seca pode resultar em alta produtividade animal (CORRÊA et al., 2007). As gramíneas tropicais, em geral, são intolerantes à seca estacional e evitam o estresse hídrico pela redução da área foliar e da transpiração. Essa alteração permite que as espécies  $C_4$  mantenham sua parte área por mais tempo que as  $C_3$ , pois elas são mais eficientes na utilização da água (SILVA & KLINK, 2001).

A produção das plantas forrageiras nos trópicos, é caracterizada por períodos em que ocorre produção forrageira elevada em termos de quantidade e qualidade superior e também por períodos com volumes de produção menores e de qualidade inferior. Isto é decorrente da diminuição do fotoperíodo, da temperatura e dos índices pluviométricos em determinado período do ano. Tal fato resulta em baixos índices de produtividade da pecuária, pois impede o crescimento uniforme da forragem, ao longo do ano (CORREA & HAAG, 1993; AROEIRA et al., 1999; AMARAL et al., 2008).

No período de baixa disponibilidade de forragem o produtor deve buscar alternativas para suprir essa deficiência, o que dificulta a viabilidade econômica da atividade pecuária. Apesar do aumento nos índices zootécnicos, a produtividade

média do rebanho nacional continua aquém de seu potencial (AGUIAR et al., 2006; ROMAN et al., 2008).

Dentre as principais alternativas para contornar a condição de déficit alimentar no período crítico do ano, tem-se a suplementação volumosa no cocho e o cultivo de gramíneas mais resistentes à seca. Nesse contexto, destaca-se o milho que pode ser conservado e durante o período de estiagem permanece verde e com qualidade por mais tempo. Produtores cultivam milho em área de pastagem prioritariamente para a alimentação animal e mantêm os animais na pastagem até o final do seu crescimento, sendo que poucos utilizam estratégias, como o diferimento ou outras práticas de manejo (JORNADA et al., 2005).

Com o propósito de sustentar níveis de produção forrageira satisfatórios, compatíveis com o clima e as condições físico-químicas do solo de forma a manter o sistema sustentável ao longo do tempo é fundamental identificar materiais forrageiros adequados às estas diferentes condições. Para isto, é necessário que apresentem boa qualidade nutricional e, principalmente, que possam produzir adequadamente em condições de pastejo (EUCLIDES et al., 2008).

Nos sistemas de produção animal, o manejo alimentar é fundamental para o suprimento das necessidades nutricionais dos animais nas diversas fases do processo produtivo. A eficiência de utilização das plantas forrageiras pelos animais depende da qualidade e da quantidade de forragem disponível na área de pastagem e do potencial genético do animal. Quando a disponibilidade de forragem e o potencial genético do animal não são limitantes, a produção por animal é definida pela qualidade da forragem e está diretamente relacionada ao consumo voluntário e à disponibilidade dos nutrientes nela contidos. Por isso, é importante conhecer sobre os comportamentos produtivos de cada região e em determinadas condições de manejo, para que se possa planejar a produção e utilização dos alimentos durante todo o ano (KROLOW et al., 2004; CÓSER et al., 2008).

### **2.3 Adubação fosfatada em gramíneas anuais**

O fósforo (P) é decisivo no metabolismo das plantas, pois desempenha papel importante na transferência de energia da célula, na respiração e na

fotossíntese, sendo também componente estrutural dos ácidos nucleicos de genes e cromossomos, assim como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídeos. De acordo com MALAVOLTA (1989), o fósforo apresenta-se em maiores porcentagens nas sementes e nos frutos, enquanto as folhas são mais pobres neste elemento.

As limitações na disponibilidade de fósforo no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo com a elevação do suprimento de fósforo a níveis adequados. A deficiência de fósforo provoca coloração nas folhas que varia de verde-escura a púrpura, diminuição na altura da planta, atraso na emergência das folhas, redução na brotação e desenvolvimento de raízes secundárias, na produção de massa seca e de sementes (BINGHAM, 1966; MALAVOLTA, 1985; GRANT et al., 2001).

Depois da água e do nitrogênio (moduladores da produtividade e persistência da pastagem), o fósforo é o nutriente mais limitante à produção das plantas forrageiras, com destaque principalmente na fase de estabelecimento, quando age na formação e crescimento das raízes e no perfilhamento (WERNER, 1986). OLIVEIRA et al. (2004a) observaram que as plantas que não receberam adubação fosfatada apresentaram menor número de perfilhos, enquanto o maior crescimento diário foi determinado nas plantas que receberam adubação fosfatada, o que evidencia a importância do fósforo no crescimento de gramíneas.

Um dos maiores problemas no estabelecimento e na manutenção de pastagens nos solos brasileiros reside nos níveis extremamente baixos de fósforo disponível e total, bem como na alta capacidade de adsorção deste elemento (CORRÊA & HAAG, 1993; PATÊS et al., 2007). De todo o fósforo aplicado, as plantas somente conseguem aproveitar aproximadamente 10% do nutriente, pois nos solos tropicais ácidos, ricos em ferro e alumínio, ocorre a adsorção deste elemento (MALAVOLTA, 1989).

Devido às condições de intenso intemperismo, os solos de regiões tropicais apresentam reduzida fração de fósforo biodisponível na solução do solo, muitas vezes abaixo das exigências mínimas das culturas. Esta característica está associada à alta capacidade que estes solos têm em reter o fósforo na fase sólida, na forma de compostos de baixa reatividade. Este nutriente está envolvido em

processos de fixação, que podem ser permanentes para a maioria dos solos tropicais ácidos (STEFANUTT et al., 1995; SANTOS et al., 2008).

No que se refere à eficiência de absorção de fósforo pelas plantas cultivadas, as culturas devem apresentar sistema radicular de alta adaptabilidade aos solos tropicais, que é fundamental na racionalização da adubação fosfatada, pois quase sempre as concentrações deste nutriente na solução do solo são da ordem de  $\mu\text{mol L}^{-1}$  (SIQUEIRA et al., 2004). O milho como cultura, apresenta ótimas condições de absorção do fósforo. Esta característica do milho foi comprovada por FOLONI et al. (2008) ao conduzirem experimento para a produção de palhada oriunda de soja (*Glycine Max L.*), do milho (*Zea mays L.*), da braquiária brizanta (*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Marandú) e do milho, observaram as seguintes vantagens do milho aos 50 dias com relação às demais culturas: maior produção de palhada; menores teores de fósforo disponível no solo, reduzindo a susceptibilidade de fixação deste nutriente por componentes químicos do solo; maior índice de eficiência em termos de produção de fitomassa por unidade de fósforo aplicado e mostrou-se eficiente em reciclar e aproveitar o fósforo oriundo de fosfato natural de baixa reatividade.

O fósforo é, entre os macronutrientes primários, o que apresenta maior opção de fontes no mercado, as quais podem variar quanto à reatividade (SANTOS et al., 2008). Como alternativa às fontes solúveis, há fosfatos de menor reatividade, os naturais reativos. Estes, embora apresentem menor disponibilidade imediata do nutriente para as plantas, normalmente apresentam menor custo (HOROWITZ & MEURER, 2004), porém, é muito importante considerar os fatores econômicos, como o custo total de produção por hectare no momento de formação e manutenção das áreas de pastagens.

Dentre os principais fertilizantes fosfatados, destacam-se os termofosfatos e os superfosfatos. Os termofosfatos são fertilizantes silicatados, o que pode ser uma vantagem em solos de cerrado, visto que, os silicatos, por competirem com os sítios de adsorção de fósforo. Contribui para a manutenção do P em sua forma lábil (BULL et al., 1997) e fornece maior quantidade de fósforo disponível para plantas em condições adversas ao uso de fertilizantes solúveis em água. Entretanto, as informações sobre a fertilização em pastagens com fontes

solúveis em ácido cítrico, como os fosfatos naturais e os termofosfatos, necessitam de mais estudos (OLIVEIRA et al., 2007).

O superfosfato simples (18% de  $P_2O_5$ ) é uma das fontes de fósforo tradicionalmente usada nas pastagens e fornece também o enxofre (12% de S) e o cálcio (25% de CaO). Dada a importância do enxofre na formação de proteínas para pastagens, principalmente pela relação N:S, deve haver compensação das doses de enxofre quando ocorre a substituição do superfosfato simples por outra fonte de fósforo (SOUZA et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2007).

A recomendação de adubação deve estar relacionada aos principais nutrientes, seguindo criteriosamente a análise de solo e a necessidade da espécie forrageira específica a ser cultivada (PATÊS et al., 2007). De acordo com NOVAIS & SMYTH (1999), além da escolha da fonte fosfatada, é necessário definir a melhor forma de aplicação. GRANT et al. (2001), destacaram que a melhor forma de se aplicar fósforo em solos deficientes, com alta capacidade de fixação, para suprir as necessidades do nutriente nas fases iniciais da cultura, é na semeadura, colocando-o ao lado e abaixo da semente (aplicação de arranque).

O manejo da adubação deve favorecer a absorção e diminuir os processos de fixação pelo solo e, conseqüentemente, aumentar o aproveitamento do fósforo pelas plantas. O fósforo liberado pelos fertilizantes pode apresentar-se no solo em formas de maior ou menor complexidade, ligado, principalmente, a compostos de ferro (Fe), alumínio (Al), cálcio (Ca) e a matéria orgânica do solo (RAIJ, 2004).

Em experimento conduzido com milho, SANTOS & KLIEMANN (2005) avaliaram o desempenho dessa espécie submetida a doses de superfosfato triplo e constataram que a produção de fitomassa desta gramínea foi incrementada linearmente até 500 a 800  $kg \cdot ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ , porém, ocorreram variações em função dos teores de argila dos solos estudados (Latossolo Vermelho distrófico, Argissolo Vermelho eutrófico, Argissolo Vermelho eutrófico e Neossolo Quartzarênico). Os autores também verificaram que houve baixa eficiência do fosfato natural em relação ao superfosfato triplo na adubação do milho, com comprometimento na produção de fitomassa de até 70 %.

No caso dos termofosfatos, o processo de dissolução do fósforo é mais lento, pois depende de reações químicas com o solo. Entretanto, com o tempo, o

fósforo residual poderá se equiparar ou mesmo até superar os resultados da fonte solúvel em água. Em experimento com superfosfato simples granulado e termofosfato magnésiano nas formas pó, grosso e granulado nas doses de 0, 50, 100 e 200 ppm de P, esses autores observaram que a utilização do termofosfato na forma pó, apresentou efeito residual semelhante ao do superfosfato simples (STEFANUTT et al., 1995).

SANTOS et al. (2008) conduziram trabalho com superfosfato triplo, termofosfato e fosfato natural de Araxá e relataram que para todas as fontes testadas, a aplicação localizada no sulco e de forma parcelada a cada cultivo de milho promoveu a manutenção de maior estoque de fósforo inorgânico total. Para o fosfato reativo de Arad, os autores constataram que os modos de aplicação do adubo não diferiram estatisticamente. Em última instância, para a maioria das fontes testadas, esse manejo parece resultar em maior tamponamento de fósforo no solo, o que pode proporcionar maior estabilidade de produção das culturas, especialmente em condições de baixo aporte do nutriente nas adubações. De modo geral, o parcelamento da adubação condicionou maior teor do nutriente nas frações inorgânica (todas as fontes) e orgânica (fontes mais solúveis).

A deficiência natural de fósforo em solos tropicais, a dinâmica no solo, principalmente as reações de adsorção aos óxidos de ferro e alumínio e precipitação com ferro e alumínio, que favorecem a sua imobilização química e a sua baixa mobilidade, contribuem para a necessidade de aplicação de altas doses de adubos fosfatados (OLIVEIRA et al., 2004a). Estes baixos teores de fósforo disponíveis no solo, podem comprometer o valor nutritivo da forragem, e causar efeito no estabelecimento e desenvolvimento das forrageiras, comprometendo a capacidade de suporte das pastagens (OLIVEIRA et al., 2004b).

## **2.4 O nitrogênio na produção vegetal**

O nitrogênio (N) é o fator que mais limita a produção de forragem em ecossistemas de pastagens do mundo (MOOJEN et al., 1999; RAVEN et al., 2001) sendo um dos elementos mais exigidos pelas plantas forrageiras e sua utilização influencia a produção de massa seca (FREITAS et al. 2005), a produção de

sementes (JORNADA et al., 2005), a quantidade de proteína por hectare (DIAS et al., 2000), proporciona maior perfilhamento e, quase sempre, melhora a qualidade da forragem produzida (MESQUITA et al., 2000).

Tal nutriente é o mais influente para a produção de MS em pastagens já estabelecidas (MONTEIRO, 1995). O aumento da produção de forragem com a aplicação de nitrogênio ocorre de forma linear e crescente (VICENTE-CHANDLER, 1974; GOMIDE, 1989).

A disponibilidade de nitrogênio é um dos fatores mais importantes nos processos de crescimento e de desenvolvimento da planta (GARCEZ NETO et al., 2002). O aumento do teor de nitrogênio no solo por meio de fertilização é uma das formas de incrementar a produção de forragem, principalmente quando a forrageira responde à aplicação deste nutriente (MARTUSCELLO et al., 2005) se não houver limitações de outros nutrientes e fatores climáticos (BURGI, 2002).

O fornecimento de nutrientes em quantidades e proporções adequadas, particularmente o nitrogênio, assume importância fundamental no processo produtivo de pastagens, pois o nitrogênio do solo proveniente da mineralização da matéria orgânica não é suficiente para atender à demanda de gramíneas com alto potencial produtivo (FAGUNDES et al. 2006).

As respostas ao nitrogênio são dependentes da forrageira, uma vez que a produtividade, o valor nutritivo e a persistência são características inerentes a cada espécie, sendo, portanto, atributos dependentes da constituição genética, das condições climáticas e edáficas e do manejo adotado (DIAS et al., 2000). Alguns pesquisadores (WERNER et al., 1967; CORSI, 1994) aplicaram altas doses de nitrogênio em plantas forrageiras, VICENTE-CHANDLER (1959) obteve respostas até  $1.800 \text{ kg.ha}^{-1}$ , sendo que os melhores incrementos foram observados na faixa de 300 a  $400 \text{ kg.ha}^{-1}$  de nitrogênio.

A aplicação de nitrogênio à pastagem de milho pode proporcionar maior produção (GERALDO et al., 2002), permite a distribuição mais uniforme da forragem e um ciclo de produção maior (HERINGER & MOOJEN, 2002). Segundo estes autores, ao acelerar a taxa de crescimento, independente da altura da pastagem em oferta, o nitrogênio poderá aumentar o consumo, simplesmente por elevar a produção de massa seca dentro das camadas verticais da pastagem.

Quando o milho for utilizado como forragem, deve receber aplicação de 20 a 30 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na semeadura e 60 a 80 kg.ha<sup>-1</sup> em cobertura no início do perfilhamento. O nitrogênio influencia os teores de proteína bruta da biomassa verde, que varia em função do estágio de desenvolvimento da planta, em que ocorre maior concentração de proteína bruta na fase vegetativa, sendo que nos demais estágios o nutriente é drenado para a floração e, posteriormente á frutificação (PEREIRA FILHO et al., 2005).

Em experimento com *Panicum* PATÊS et al. (2007) relataram que o principal agente transformador foi o nitrogênio, pois as plantas que o receberam produziram maior número de folhas e emissão de folhas após a desfolhação. Incrementos na quantidade acumulada de N, P, K (potássio), Ca (cálcio), Mg (magnésio) e S (enxofre) na braquiária (*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf.) cultivar MG-4 foram verificados por SANTOS et al. (2002) quando avaliaram adubação fosfatada e nitrogenada.

Para que as gramíneas expressem esse potencial, a aplicação de altas doses de adubo nitrogenado é um dos fatores mais importantes (CORRÊA et al., 2007). O parcelamento na aplicação de uréia pode diminuir perdas, em razão das perdas de NH<sub>3</sub> por volatilização. ROMAN et al. (2008), em trabalho realizado com uréia parcelada em duas aplicações, obtiveram produção de forragem, de 7.077,6 kg. ha<sup>-1</sup> de MS quando utilizaram a dose referente a 150 kg. ha<sup>-1</sup> de N.

A disponibilidade de N em quantidades menores do que aquelas requeridas pelas plantas comprometem a expressão do potencial de produção das plantas forrageiras (LUGÃO et al., 2003). No entanto, é preciso conhecer a dose adequada de aplicação deste nutriente, capaz de maximizar economicamente o potencial de produção da forragem e a dinâmica do N no solo, para evitar desequilíbrios nutricionais, perdas e aumentar a eficiência desse nutriente na produtividade das gramíneas e, conseqüentemente, na produção animal.

Dessa forma, há interesse em estudos que visam estabelecer a fonte mais eficiente e a dose mais adequada para pastagens manejadas intensivamente.

## 2.5 Valor nutritivo do milheto

O valor nutritivo de uma forragem é caracterizado pela sua composição química, digestibilidade e natureza dos produtos digestíveis, enquanto a qualidade da forragem envolve uma avaliação integrada de seu valor nutritivo, do nível de consumo de massa seca pelo animal e eficiência de utilização de energia (CRAMPTON et al., 1960; MOTT, 1970; CROWDER & CHHEDA, 1982; SILVA & FARIA, 1995). Contudo, a eficiência de utilização e o consumo são fatores que variam entre indivíduos, com isso a digestibilidade possui valores alimentares estabelecidos, sendo utilizada para estimar qualidade e indicar a quantidade de alimento que pode ser utilizada pelo animal (VAN SOEST, 1994).

Muitos fatores podem afetar o valor nutritivo das plantas, a saber: fisiológicos, morfológicos, ambientais e por diferenças entre espécies. No caso das forragens, o declínio no valor nutritivo associado ao aumento da idade normalmente é explicado como resultado da maturidade da planta, a fração morfológica da planta, a fertilidade do solo e manejo de adubação. Assim a adubação nitrogenada melhora a digestibilidade das plantas forrageiras em função do aumento dos compostos nitrogenados juntamente com o acréscimo dos compostos da parede celular e a redução nos carboidratos solúveis, sendo que essa fração é totalmente digestível (VAN SOEST, 1994).

Corroborando as colocações do referido autor, EUCLIDES (1995) ressaltou que o baixo valor nutritivo encontrado em plantas forrageiras tropicais está associado ao reduzido teor de proteína bruta e também de minerais, aos altos teores de fibra e ainda a baixa digestibilidade da matéria seca. Contudo, vale ressaltar que, atualmente, as plantas forrageiras tropicais, quando bem manejadas, tem proporcionado altos teores de proteína bruta, baixos teores de fibra e digestibilidade satisfatória. A digestibilidade é uma importante medida do valor nutritivo de forragens, sendo o parâmetro mais utilizado na avaliação de alimentos, pois apresenta menor variação inter-animal, o que permite o estabelecimento de valores alimentares relativos (CROWDER & CHHEDA, 1982; VAN SOEST, 1994).

O desempenho produtivo de animais em pastejo é dependente do valor nutritivo das forragens (HENRIQUES et al., 2007), visto que, o consumo voluntário de forragem pelo animal é controlado pelo valor nutritivo da forragem apenas se a

quantidade de forragem disponível não for limitante (EUCLIDES et al., 2009). Porém, o consumo voluntário também é influenciado pelas características do animal e das condições de alimentação (MERTENS, 1992). Entretanto, nos volumosos, a parede celular ocupa maior proporção que nos concentrados, e o bom conhecimento de seus teores, constituição e propriedades torna-se essencial para predizer o consumo e o desempenho dos animais (ARAÚJO et al., 2006).

Com relação ao milheto, ROMAN et al. (2008) destacaram que essa espécie possui adequado valor nutritivo, sendo uma das mais importantes opções forrageiras para a alimentação de bovinos na estação quente no Rio Grande do Sul. Ao avaliarem a digestibilidade "*in vitro*" da matéria orgânica de uma pastagem de milheto SANTOS et al. (2005) obtiveram o valor de 60,2%. A composição mineral da forragem de milheto pode variar em função do estágio de desenvolvimento e dos órgãos da planta, o que reflete diretamente sobre sua qualidade (MESQUITA et al., 2000). FURLAN et al. (2003) relataram que o teor de proteína bruta do grão do milheto é superior ao do milho, assim, o milho pode ser substituído por milheto na formulação de ração.

O suprimento adequado dos requisitos protéicos dietéticos e metabolizáveis são fundamentais para se manter os sistemas de produção em pastagem. O Sistema Cornell (*Cornell Net Carbohydrate and Protein System – CNCPS*) é um modelo matemático que foi desenvolvido para avaliar dieta e predizer o desempenho dos animais a partir dos princípios básicos de função ruminal, crescimento microbiano, fisiologia animal, digestão e fluxo dos alimentos. Também considera as condições climáticas, o manejo e ainda caracteriza os alimentos e os animais (FOX et al., 2004).

Esse sistema avalia os alimentos pelo fracionamento de carboidratos e de compostos nitrogenados e no modo diferenciado de como os microrganismos do rúmen utilizam esses compostos, procura-se a sincronia entre a disponibilidade de energia e de nitrogênio, na tentativa de reduzir as perdas de compostos nitrogenados e a produção de metano, o que também permite estimar o escape ruminal de nutrientes (SNIFFEN et al., 1992).

O CNCPS foi desenvolvido para as condições de clima temperado, em função disso, sua utilização para o Brasil pode não ser adequada. Com a utilização do banco de dados de alimentos tropicais já existentes em uma das versões do

programa, ELYAS et al. (2009) conduziram ensaio com vacas Holandesas em pastagem de capim-Coast-cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) para avaliar o modelo na predição do consumo de massa seca e observaram que o CNCPS é capaz de prever o consumo de massa seca dessas vacas de forma acurada, no entanto, é pouco preciso na predição dos valores estimados.

A avaliação dos constituintes nitrogenados e dos carboidratos das forrageiras torna possível a adequação de estratégias de manejo alimentar que resultem em incremento na produção animal, portanto faz-se necessária uma avaliação mais profunda, de forma a se obter maior eficiência produtiva (HENRIQUES et al., 2007), mesmo com a utilização de diversas fontes de volumosos.

### 3 REFERÊNCIAS

ABREU, E. M. A.; FERNANDES, A. R.; MARTINS, A. R. A.; RODRIGUES, T. E. Produção de forragem e valor nutritivo de espécies forrageiras sob condições de pastejo, em solo de várzea baixa do Rio Guamá. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 36, n. 1, p. 11-18, 2006.

ABREU, J. C.; DAVIDE, L. C.; PEREIRA, A. V.; BARBOSA, S. Mixoploidia em híbridos de capim-Elefante x milho tratados com agentes antimutagênicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.11, p.1629-1635, 2006a.

AGUIAR, E. M.; LIMA, G. F. C.; SANTOS, M. V. F.; CARVALHO, F. F. R.; GUIM, A.; MEDEIROS, H. R.; BORGES, A. Q. Rendimento e composição químico-bromatológica de fenos triturados de gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n.6, p. 2226-2233, 2006b.

ALCÂNTARA, P. B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas**. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1986. 162p.

AMARAL, P. N. C.; EVANGELISTA, A. R.; SALVADOR, F. M.; PINTO, J. C. Qualidade e valor nutritivo da silagem de três cultivares de milho. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 611-617, 2008.

ANDREWS, D. J.; KUMAR, K. A. Pearl millet for food, feed, and forage. **Advances in Agronomy**, New York, v. 4, p.89-139, 1992.

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativo, 2009. 360p.

ARAÚJO, S. A. C.; ABREU, J. B. R.; DEMINICIS, B. B.; MENEZES, J. B. O. X.; LEDA, E. A.; MADEIRO, A. S. Composição bromatológica do resíduo pós-colheita de grãos de milho. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 55, p. 405-408, 2006.

AROEIRA, L.J.M.; LOPES, F.C.F.; DERESZ, F.; VERNEQUE, R.S.; MATOS, L.L.; MALDONADO-VASQUEZ, H.; VITTORI, A. Pasture availability and dry matter intake of lactating crossbred cows grazing elephantgrass (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Animal Feed Science and Technology**, New York, v.78, p.313-324, 1999.

BINGHAM, F. T. Phosphorus. In: CHAPMAN, H. D., ed. **Diagnostic criteria for plants and soils**. Abilene, Homer D. Chapman, 1966. p.324-361.

BOGDAN, A. V. **Tropical pasture and fodder plants: grasses and legumes**. London: LONGMAN, 1977. 475p.

BRUNKEN, J. N. A systematic study of *Pennisetum* sect *Pennisetum* (Graminea). **American Journal of Botany**, Columbus, v. 64, n. 2, p. 161-176, 1977.

BÜLL, L. T.; LACERDA, S.; NAKAGAWA, J. Termofosfato: alterações em propriedades químicas em um Latossolo vermelho escuro e eficiência agrônômica. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n.1, p.169- 79, 1997.

BURGER, A. W. Crop classification. In: TESAR, M. B. (Ed.). **Physiological bases of crop growth and development**. Madison: American Society of Agronomy, 1984. p.01-12.

BURGI, R. Manejo de pastagens com altas lotações. In: **Intensificação da pecuária de corte no Brasil**. São José do Rio Preto: BOVIPLAN, 2002. p.17- 48.

BURTON, G. W. Registration of tiflate pearl millet. **Crop Science**, Madison, v.12, n.1, p.128, 1972.

BURTON, G. W.; WALLACE, A. T.; RACHIE, K. O. Chemical composition and nutritive value of pearl millet (*Pennisetum typhoides* (burm.) Stapf and E. C. Hubbard) grain. **Crop Science**, Madison, v. 12, p. 187-188, 1972.

CAFÉ, M. B.; STRINGHINI, J. H.; FRANÇA, A. F. S. Utilização do milho na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2., 2002. Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, n. 2, 2002, p. 5-38.

COIMBRA, R. A.; NAKAGAWA, J. Época de semeadura, regimes de corte, produção e qualidade de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 3, p.21-28, 2006.

CORRÊA, L. A.; CANTARELLA, H.; PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; FREITAS, A. R.; SILVA, A. G. Efeito de fontes e doses de nitrogênio na produção e qualidade da forragem de capim-Coastcross. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.763-772, 2007.

CORRÊA, L. A.; HAAG, H. P. Níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de gramíneas forrageiras em latossolo vermelho amarelo, alico: II experimento de. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 50, n.1, p. 109-116, 1993.

CORSI, M. Adubação nitrogenada em pastagens. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds.). **Pastagens**: fundamentos da exploração racional. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1994. p.121-155.

CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; DERESZ, F.; FREITAS, A. F.; PACIULLO, D. S. C.; ALENCAR, C. A. B.; VÍTOR, C. M. T. Produção de forragem e valor nutritivo do capim-Elefante, irrigado durante a época seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.11, p.1625-1631, 2008.

COSTA, J. L. Produção e conservação de forragens. **Forragens para o gado leiteiro**. São Paulo: Tortuga/Juiz de Fora: Embrapa - CNPGL, 1997. 98p.

CRAMPTON, E. W.; DONEFER, E.; LOYDE, L. E. A nutritive value index for forage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.19, n.2, p.538-544, 1960.

CROWDER, L. V.; CHHEDA, H. R. **Tropical grassland husbandry**. New York: Longman, 1982. 562p. (Tropical Agriculture Series).

DIAS, P. F.; ROCHA, G. P.; ROCHA FILHO, R. R.; LEAL, M. A. A.; ALMEIDA, D. L.; SOUTO, S. M. Produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais, avaliadas no período das águas, sob diferentes doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.1, p.260-271, 2000.

ELYAS, A. C. W.; PAIVA, P. C. A.; LOPES, F. C. F.; VILELA, D.; ARCURI, P. B.; MORENZ, M. J. F. Avaliação do modelo CNCPS na predição do consumo de matéria seca em vacas da raça Holandesa em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.6, p.1096-1103, 2009.

EUCLIDES, V. P. B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12, Piracicaba, 1995. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p.245-73.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; JANK, L.; OLIVEIRA, M. P. Avaliação dos capins mombaça e massai sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.1, p.18-26, 2008.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B.; DIFANTE, G. S.; BARBOSA, R. A.; CACERE, E. R. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.1, p.98-106, 2009.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MORAIS, R. V. M.; MISTURA, C.; VÍTOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; SANTOS, M. E. R.; LAMBERTUCCI, D. M.; Avaliação das características estruturais do capim-Braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, p.30-37, 2006.

FERRARIS, R. **Pearl millet (*Pennisetum typhoides*)**. Hurley: Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, 1973. 69 p.

FOLONI, J. S. S.; TIRITAN, C. S.; CALONEGO, J. C.; ALVES JUNIOR, J. Aplicação de fosfato natural e reciclagem de fósforo por milho, braquiária, milho e soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 1147-1155, 2008.

FOX, D. G.; TEDESCHI, L. O.; TYLUTKI, T. P.; RUSSEL, J. B.; VAN AMBURGH, M. E.; CHASE, L. E.; PELL, A. N.; OVERTON, T. R. The Cornell net carbohydrate and protein system model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 112, n. 1/4, p. 29-78, 2004.

FRANÇA, A. F. S.; ORSINE, G. F.; DIAS, M. J.; STRINGHINI, J. H.; PADUA, J. T.; PADUA, D. M. C.; MUNDIM, S. P. Utilização do milho como substituto do milho em rações para cabras leiteiras. **Anais da Escola de Agronomia e Veterinária**, Goiânia, v. 26, n. 2, p. 89-95, 1996.

FREITAS, K. R.; ROSA, B.; RUGGIERO, J. A.; NASCIMENTO, J. L.; HEINEMAM, A. B.; FERREIRA, P. H.; MACEDO, R. Avaliação do capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) submetido a diferentes doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n.1, p. 83-89, 2005.

FURLAN, A. C.; SCAPINELLO, C.; TORAL, F. L. B.; FARIA, H. G.; MOREIRA, I.; MURAKAMI, A. E.; SANTOLIN, M. L. R. Valor Nutritivo e Desempenho de Coelho Alimentados com Rações Contendo Milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.1, p.123-131, 2003.

GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A. J.; FONSECA, D. M.; MOSQUIM, P. R.; GOBBI, K. F. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n. 5, p. 1890-1900, 2002.

GERALDO, J.; OLIVEIRA, L. D.; PEREIRA, M. B.; PIMENTEL, C. Fenologia e produção de massa seca e de grãos em cultivares de milho-pérola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1263-1268, 2002.

GODOY, M. C.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; CORREIA, M. R.; VELINI, E. D. Efeito da cobertura morta de milho (*Pennisetum americanum*) sobre a eficácia do herbicida metribuzin no controle de *Ipomoea grandifolia* e *Sida rhombifolia*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 79-86, 2007.

GOMES, P. C.; RODRIGUES, M. P.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; GOMES, M. F. M.; MELLO, H. H. C.; BRUMANO, G. Determinação da composição química e energética do milho e sua utilização em rações para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.9, p.1617-1621, 2008.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p.341-348, 2000.

GOMIDE, J. A. Aspectos biológicos e econômicos da adubação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 1989, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Fundação Universidade Estadual Paulista, 1989. p.237-270.

GRAINS. In: NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Lost crops of Africa**. Washington, DC: National Academy, v. 1, p. 77 -125, 1996.

GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. In: YAMADA, T. **Fósforo na Agricultura Brasileira**. Piracicaba: POTAFÓS, nº 95, p. 1-5, 2001.

HENRIQUES. L. T.; COELHO DA SILVA, J. F.; DETMANN, E.; VASQUEZ, H. M.; PEREIRA, O. G. Frações dos compostos nitrogenados de quatro gramíneas tropicais em diferentes idades de corte e doses de adubação nitrogenada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, n.3, p.740-748, 2007.

HERINGER, I. **Efeitos de níveis de nitrogênio sobre a dinâmica de uma pastagem de milho (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) sob pastejo**. 1995. 183 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

HERINGER, I.; MOOJEN, E. L.; Potencial produtivo, alterações da estrutura e qualidade da pastagem de milho submetida a diferentes níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n. 2, p.875-882, 2002 (Suplemento).

HOLANDA, J. S.; BRASIL, E. C.; SALVIANO, A. A. C.; CARVALHO, M. C. S.; RODRIGUES, M. R. L.; MALAVOLTA, E. Eficiência de extratores de fósforo para um solo adubado com fosfatos e cultivado com arroz. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 52, n. 3, p. 561-568, 1995.

HOROWITZ, N.; MEURER, E. J. Eficiência agrônômica de fosfatos naturais. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. **Fósforo na Agricultura Brasileira**. Piracicaba: POTAFÓS, 2004. p.665-682.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática, 2008. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2&z=t&o=22&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u7=1>. Acesso em: 05 fev. 2010.

JORNADA, J. B. J.; MEDEIROS, R. B.; PEDROSO, C. E. S.; SAIBRO, J. C.; SILVA, M. A. Efeito da irrigação, épocas de corte da forragem e doses de nitrogênio sobre o rendimento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, vol. 27, n. 2, p.50-58, 2005.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B.; SILVA, J. M. O milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leek) como planta forrageira. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: EMBRAPA, 1999, p.97 –103.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P.; COSTA, J. L. S.; SILVA, J. G.; VILELA, L.; BARCELLOS, A. O.; MAGNABOSCO, C. U. **Sistema Santa Fé - Tecnologia Embrapa:** integração lavoura pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas plantio direto e convencional. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28 p. - (Circular Técnica 38).

KOLLET, J. L.; DIOGO, J. M. S.; LEITE, G. G. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de variedades de milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.4, p.1308-1315, 2006.

KROLOW, R. H.; MISTURA, C.; COELHO, R. W.; SIEWERDT, L.; ZONTA, E. P. Composição Bromatológica de Três Leguminosas Anuais de Estação Fria Aduadas com Fósforo e Potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.6, p.2231-2239, 2004 (Suplemento 3).

LEANDRO, N. S. M.; STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B.; FRANÇA, A. F. S.; FREITAS, S. A. Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.) como substituto do milho em rações para codornas-japonesas em postura (*Coturnix coturnix japonica*) **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.51 n.2, p. 177-182, 1999.

LUGÃO, S. M. B.; RODRIGUES, L. R. A.; ABRAHÃO, J. J. S.; MALHEIROS, E. B.; MORAIS, A. Acúmulo de forragem e eficiência de utilização do nitrogênio em pastagens de *Panicum maximum* Jacq.(Acesso BRA-006998) aduadas com nitrogênio. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 371-379, 2003.

MALAVOLTA, E. Nutrição mineral. In: FERRI, M. G. (Ed.). **Fisiologia vegetal**. v.1. Sao Paulo: EPU, 1985. p. 97-116.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989. 292 p.

MAMAM, N.; MASON, S. C.; SIRIFI, S. Influence of variety and management level on pearl millet production in Niger: I. Grain yield and dry matter accumulation. **African Crop Science Journal**, Kampala, v. 8, n.1, p. 25-34, 2000.

MARTINS NETTO, D. A. M. **A cultura do milheto**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1998. 6 p. (Comunicado Técnico, 11).

MARTINS NETTO, D. A.; BONAMIGO, L. A. Milheto: Características da espécie e usos. In: MARTINS NETTO, D. A.; DURAES, F. O. M. **Milheto: Tecnologias** de produção e agronegócio. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. Cap. 1, p. 21-35.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M. NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, P. M.; RIBEIRO JUNIOR, J. I.; FIGUEIREDO, CUNHA, D. N. V.; MOREIRA, L. M.

Características morfogênicas e estruturais do capim-Xaraés Submetido à Adubação Nitrogenada e Desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.5, p.1475-1482, 2005.

MERTENS, D.R. Analysis of fiber in feeds and its uses in feed evaluation and ration formulation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p.1-32.

MESQUITA, E. E.; PINTO, J. C. Nitrogênio e Métodos de Semeadura no Rendimento da Forragem de Pós-Colheita de Sementes de Milheto [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.]. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29(4), p. 971-977, 2000.

MINOCHA, J. L. Pearl millet cytogenics. In: GUPTA, P. K.; TSUCHIVA. **Chromossome engineering in plants genetics**. Amsterdam: Elsevier, 1991. p. 599-611.

MONTEIRO, F. A. Nutrição mineral e adubação. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. p.219-244.

MOOJEN, E. L.; RESTLE, J.; LUPATINI, G. C.; MORAES, A. G. Produção animal em pastagem de milheto sob diferentes níveis de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.11, p.2145-2149, 1999.

MOREIRA, L. M.; FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A.; NOBREGA, E. B. Adubação fosfatada e níveis críticos de fósforo no solo para manutenção da produtividade do capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Napier). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.3, p.943-952, 2006 (Suplemento).

MOTT, G. O. Evaluacion de la produccion de forrajes In: HUGHES, H.D., HEATH, M.E., METCALFE, D.S. (Eds.) **Forrajes - la ciencia de la agricultura basada en la produccion de pastos**. México, 1970. p.131-141.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T.J . **Fósforo em solos e planta em condições tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

OLIVEIRA, P. P. A.; OLIVEIRA, W. S.; CORSI, M. Efeito residual de fertilizantes fosfatados solúveis na recuperação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Neossolo Quartzarênico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.6, p.1715-1728, 2007.

OLIVEIRA, T. N.; PAZ, L. G.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; FERREIRA, R. L. C.; PIRES, A. J. V.; SILVA, M. C. Influência do Fósforo e de Diferentes Regimes de Corte na Produtividade e no Perfilhamento do Capim-de-Raiz (*Chloris orthonoton* Doell). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p.60-67, 2004a.

OLIVEIRA, T. N.; PAZ, L. G.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR Júnior, J. C. B.; Ferreira, L. R. C.; Araújo, G. G. L.; Pires, A. J. V. Influência do Fósforo e do Regime de Corte na Composição Química e Digestibilidade *in vitro* do Capim-de-Raiz

(*Chloris orthonoton* Doell). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.6, p.2248-2255, 2004b (Suplemento 3).

PATÊS, N. M. S.; PIRES, A. J. V.; SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C.; CARVALHO, G. G. P.; FREIRE, M. A. L. Características morfogênicas e estruturais do capim-Tanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.6, p.1736-1741, 2007.

PAYNE, W. A. Optimizing crop water use in sparse stands of pearl millet. **Crop Science**, Madison, v.92, p. 808- 814, 2000.

PEREIRA FILHO, I. A. P.; FERREIRA, A. S.; COELHO, A. M.; CASELA, R. C.; KARAM, D.; RODRIGUES, J. A. S.; CRUZ, J. C.; WAQUIL, J. M. **Manejo da Cultura do Milheto**. Sete lagoas: Embrapa – CNPMS, 2003. 17 p. (Circular Técnica, 29).

PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S.; KARAM, D.; COELHO, A. M.; ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C.; CABEZAS, W. L. Manejo da Cultura do Milheto. In: MARTINS NETTO, D. A.; DURAES, F. O. M. **Milheto: Tecnologias de produção e agronegócio**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. Cap. 3, p. 61-92.

PERRET, V.; SCATENA, C. M. **Milheto: Um cereal alternativo para os pequenos produtores do Sertão da Bahia**. Salvador: EMATER - BA - CPATSA, 1985. 103p. (Série Pesquisa e Desenvolvimento, 9).

RACHIE, K. O.; MAJMUDAR, J. V. **Pearl millet**. Pennsylvania: Pennsylvania State University Press, 1980. 307 p.

RAIJ, B. Métodos de diagnose de fósforo no solo em uso no Brasil. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFÓS, 2004. p.563-582.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E.; **Biologia vegetal**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 906 p.

RIBEIRO, C. V. D. M.; PIRES, A. V.; SIMAS, J. M. C.; SANTOS, F. A. P.; SUSIN, I.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C. Substituição do grão de milho pelo milheto (*Pennisetum americanum*) na dieta de vacas holandesas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.5, p.1351-1359, 2004.

ROMAN, J.; ROCHA, M. G.; GENRO, T. C. M.; SANTOS, D. T.; FREITAS, F. K.; MONTAGNER, D. B. Características produtivas e estruturais do milheto e sua relação com o ganho de peso de bezerras sob suplementação alimentar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.2, p.205-211, 2008.

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N. **Milheto - Alternativa para cobertura do solo e alimentação animal**. Dourados: EMBRAPA, 1997. 6p. Folheto.

SANTOS, D. T.; ROCHA, M. G.; QUADROS, F. L. F.; GENRO, T. C. M.; MONTAGNER, D. P.; GONÇALVES, E. N.; ROMAN, J. Suplementos Energéticos

para Recria de Novilhas de Corte em Pastagens Anuais. Desempenho Animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.1, p.209-219, 2005.

SANTOS, E. A.; KLIEMANN, H. J. Disponibilidade de fósforo de fosfatos naturais em solos de Cerrado e sua avaliação por extratores químicos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, p.139- 146, 2005.

SANTOS, I. P. A.; PINTO, J. C.; SIQUEIRA, J. O.; MORAIS, A. R.; SANTOS, C. L. Influência do Fósforo, Micorriza e Nitrogênio no Conteúdo de Minerais de *Brachiaria brizantha* e *Arachis pintoii* Consorciados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.605-616, 2002.

SANTOS, Í. P. A.; PINTO, J. C.; FURTINI NETO, A. E.; MORAIS, A. R.; MESQUITA, E. E.; FARIA, D. J. G.; ROCHA, G. P. Frações de fósforo em gramíneas forrageiras tropicais sob fontes e doses de fósforo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, Oct. 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542006000500021&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542006000500021&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 31 out. 2009.

SANTOS, J. Z. L.; FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V.; CURI, N.; CARNEIRO, L. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Frações de fósforo em solo adubado com fosfatos em diferentes modos de aplicação e cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 705-714, 2008.

SCALÉA, M. J. Perguntas e Respostas sobre plantio direto. In: YAMADA, T. **Informações Agronômicas**, Piracicaba: POTAFÓS, 1998, nº 83, p.1-8.

SILVA, C. M. M. S.; FARIA, C. M. B. Variação estacional de nutrientes e valor nutritivo em plantas forrageiras tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n.3, p. 413-420, 1995.

SILVA, D. A.; KLINK, C. A. Dinâmica de foliação e perfilhamento de duas gramíneas C4 e uma C3 nativas do Cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n.4, p. 441 – 446, 2001.

SILVA, P. C.; FRANÇA, A.F.S.; PÁDUA, D.M.C.; JACOB, G. Milheto (*Pennisetum americanum*) como substituto do milho (*Zea mays*) na alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.24, n.(especial), p.125-131, 1997.

SIQUEIRA, J. O.; ANDRADE, A.T.; FAQUIM, V. O papel dos microrganismos na disponibilização e aquisição de fósforo pelas plantas. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S., eds. **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFÓS, 2004, p.117-149.

SKERMAN, P. J., RIVEROS, F. **Tropical grasses**. Roma: FAO, 1990. 832p.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, F. F.; RAMALHO, A. R.; NUNES, A. M. L. **Cultivo do Feijão Comum em Rondônia**. Rondônia: Embrapa – Rondônia, 2005. (Comunicado Técnico, 8) Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijaoComumRO/index.htm>. Acesso em: 11 out. 2008.

STEFANUTTI, R.; MALAVOLTA, E.; MURAOKA, T. Recuperação do fósforo residual do solo, derivado de um termofosfato magnesiano com diferentes granulometrias e do superfosfato simples granulado. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 233-238, 1995.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VIANA, S. P. utilização do milho em rações para aves e suínos como alternativa energética para algumas regiões do semi-árido. In: IPA (Recife, PE). **Cultura do Milho**: curso para extensionista agrícola. Fortaleza: BNB-ETENE, 1982. P. 57-63. (BNB. Monografias, 8.).

VICENTE-CHANDLER, J. Fertilization of humid tropical grasslands. In: MAYS, D.A. **Forage fertilization**. Madison: ASA-CSA-SSSA, 1974. p.277-300

VICENTE-CHANDLER, J.; SILVA, S.; FIGARELLA, J. The effect of nitrogen fertilization and frequency of cutting on the yield and composition of three tropical grasses. **Agronomy Journal**, Madison, v.51, n.4, p.202-206, 1959.

VIEIRA, A. C.; HADDAD, C. M.; CASTRO, F. G. F.; HEISECKE, O. R. P.; VENDRAMINI, J. M. B.; QUECINI, V. M. Produção e valor nutritivo da grama bermuda [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.] em diferentes idades de crescimento. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, n.4, p.1185-1191, out./dez. 1999. Suplemento

WERNER, J. C.; PEDREIRA, J. V. S; CAIELE, E. L. Estudo de parcelamento e níveis de adubação nitrogenada com capim-Pangola (*Digitaria decumbens* Stent). **Boletim da Industria Animal**, Nova Odessa, v.24, p.147-151, 1967.

WERNER, J. C. **Adubação de pastagens**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. 49p.

YOKOYAMA, L. P.; VIANA FILHO, A.; BALBINO, L. C.; OLIVEIRA, I. P.; BARCELLOS, A. O. Avaliação econômica de técnicas de recuperação de pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.8, p.1335-1345, 1999.

## CAPÍTULO 2 – FERTILIZAÇÃO FOSFATADA E NITROGENADA EM MILHETO: PRODUÇÃO, NITROGÊNIO CONTIDO, EFICIÊNCIA DE CONVERSÃO E RECUPERAÇÃO APARENTE DO NITROGÊNIO.

### RESUMO

A intensificação da pecuária está relacionada à produção de forragem e capacidade de suporte das pastagens, porém, para alcançar índices satisfatórios é necessário utilizar técnicas de manejo adequadas. Dentre essas técnicas, a fertilização fosfatada e nitrogenada podem incrementar a produção forrageira. Objetivou-se avaliar a produção de massa seca (PMS) da planta inteira, determinar o nitrogênio contido (NC) no tecido da planta, eficiência de conversão aparente do nitrogênio (ECAN) e recuperação aparente do nitrogênio (RAN) de cultivares de milheto forrageiro (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) submetidos a fontes de fósforo e doses de nitrogênio. O experimento constou de um fatorial 2 x 3 x 4, arranjado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo os fatores: fontes de fósforo (superfosfato simples e termofosfato), cultivares (ADR- 7010; ADR-500 e BRS-1501) e doses de nitrogênio (0; 40; 80 e 160 kg.ha<sup>-1</sup> sob forma de uréia). Os três cortes foram realizados a 0,30 m da superfície do solo. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento PROC GLM do programa estatístico Statistical Analysis System e para verificar a significância entre as médias dos tratamentos, foi aplicado o teste Tukey a 5% de probabilidade. Para os dados de produção em função das doses de nitrogênio foram realizadas análises de regressão. A análise estatística revelou ausência de interações significativas entre as variáveis pesquisadas. Houve diferença (P<0,05) na produção de massa seca entre os três cortes efetuados, com redução na produção. Entre os cultivares avaliados a maior produção (P<0,05) foi do cultivar ADR-7010(1.175 kg.ha<sup>-1</sup> de MS), quanto às fontes de fósforo o superfosfato simples apresentou resultados superiores. O incremento de N promoveu aumentos na produção forrageira, enquanto que a sucessão dos cortes reduziu a produção de MS dos cultivares avaliados. Com relação ao nitrogênio contido no tecido da planta, verifica-se que houve diferença (P<0,05) entres os cultivares, fontes de P e doses de N testadas, sendo que a medida que as doses de N foram elevadas houve um acréscimo linear do nitrogênio contido com valor máximo de 42,70 kg de N extraído na dose referente a 160 kg.ha<sup>-1</sup> de N. A eficiência de conversão e recuperação aparente de nitrogênio diminuiu em função do acréscimo do nutriente, com valores máximos de 10,77 kg.ha<sup>-1</sup> e 33,44% na dose referente a 40 kg.ha<sup>-1</sup> de N. A fertilização nitrogenada promoveu incrementos na produção de massa seca e teor de nitrogênio acumulado nos cultivares de milheto.

**Palavras-chave:** fósforo, *Pennisetum glaucum*, potencial produtivo, proteína bruta, uréia.

## PHOSPHORUS AND NITROGEN FERTILIZATION IN PEARL MILLET: PRODUCTION, NITROGEN CONTAINED, CONVERSION EFFICIENCY AND APPARENT NITROGEN RECOVERY.

### ABSTRACT

The intensification of extensive livestock is highly related to production and carrying capacity of pastures, however, to achieve satisfactory rates is necessary to use appropriate management techniques. Among these techniques, the phosphorus and nitrogen fertilization can increase forage production. This study aimed to evaluate the dry matter production (DMP) of the whole plant to determine the nitrogen contained (NC) in plant tissue, the apparent conversion efficiency of nitrogen (ACEN) and apparent nitrogen recovery (ANR) of pearl millet forage cultivars (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) submitted to sources of phosphorus and nitrogen doses. The experiment was a factorial  $2 \times 3 \times 3 \times 4$ , arranged in a completely randomized design with four replications, and the factors: sources of phosphorus (simple superphosphate and thermophosphate), cultivars (ADR-7010 ADR-500 and BRS-1501) and nitrogen doses (0; 40; 80 and 160 kg ha<sup>-1</sup> in the urea form). The tree cuts were made at 0.30 m from the soil surface. The results were submitted to analysis of variance using PROC GLM procedure of the statistical program Statistical Analysis System and to examine the significance of differences between treatments averages, was applied the Tukey test at 5% of probability. For the data of production based on nitrogen levels were adjusted regression analysis. Statistical analysis revealed no significant interactions between the variables surveyed. It had difference ( $P < 0.05$ ) in the production of dry mass between the three effected cuts, with reduction in the production. Among the cultivars evaluated the best production ( $P < 0.05$ ) was the cultivar ADR-7010 (1175.91 Kg ha<sup>-1</sup> DM), regarding the sources of the phosphorus, simple superphosphate showed superior results. The increase of N promoted increases production, while the succession of cuts reduced the DM production of the cultivars evaluated. Concerning the nitrogen contained in plant tissue, it was found that there was difference ( $P < 0.05$ ) among the cultivars, sources of P and N Idoses tested, and that as the N levels were high there was a linear increase of nitrogen contained with a maximum value of 42.70 kg of N extracted in dose referring to 160 kg ha<sup>-1</sup> of N. The conversion efficiency and apparent nitrogen recovery decreased with the addition of nutrient, with maximum value of 10.77 kg ha<sup>-1</sup> and 33.44% in dose referring to 40 kg ha<sup>-1</sup> N. Nitrogen fertilization promoted increases in dry matter production and the nitrogen accumulated content in the pearl millet cultivars.

**Keywords:** crude protein, *Pennisetum glaucum*, Phosphorus, productive potential, urea.

## 1 INTRODUÇÃO

Nos sistemas produtivos de ruminantes as pastagens são as formas mais práticas e econômicas de alimentação e constituem a base de sustentação da pecuária do Brasil. A produção nacional de bovinos a pasto poderia ser satisfatória em função da grande extensão territorial e das condições edafoclimáticas favoráveis. Entretanto, quando considerado o grande potencial da atividade sem o seu total aproveitamento e com a prevalência da metodologia extrativista, os resultados econômicos da produção animal nas pastagens brasileiras obtidos pela maioria dos pecuaristas são muito modestos, o que resulta em índices zootécnicos considerados baixos (PARIS et al., 2009; VITOR et al., 2009).

A eficiência de utilização das plantas forrageiras pelos animais é função da genética do animal e da qualidade e quantidade de forragem disponível na pastagem (CÓSER et al., 2008). A qualidade da forragem está diretamente relacionada ao consumo voluntário e à disponibilidade dos nutrientes nela contidos.

Determinados aspectos influenciam diretamente sobre a produção e qualidade das plantas forrageiras, dentre eles, a disponibilidade de nutrientes considerados essenciais, cuja presença pode estar relacionada à baixa fertilidade natural do solo. O fósforo (P) é um nutriente indispensável na fase inicial de crescimento da planta e na maioria dos solos tropicais tem sua disponibilidade reduzida em decorrência da freqüente exploração do solo sem sua correta reposição (MAGALHÃES et al., 2007). Para corrigir a deficiência de fósforo existem fontes solúveis (superfosfatos e termofosfatos), que são mais eficientes, porém, têm custo elevado devido ao processo de industrialização e parte do fósforo nestas fontes está sujeita à fixação no solo, o que reduz a sua disponibilidade às plantas (LIMA et al., 2007).

Quanto ao teor de nitrogênio (N) na solução do solo, FAGUNDES et al. (2005) verificaram que o nitrogênio do solo normalmente não atende à demanda das gramíneas, porém, quando há adubação nitrogenada, são observadas grandes alterações na taxa de acúmulo de massa seca da forragem do capim-braquiária (*Brachiaria* sp.) ao longo das estações do ano.

A disponibilidade de nitrogênio para a planta forrageira deve ser adequada, pois, trata-se de um elemento exigido pelas plantas em maior

quantidade e geralmente representa de 20 a 40 g/kg da massa seca dos tecidos vegetais e é componente integral de muitos tecidos (TAIZ & ZEIGER, 2004). Os efeitos do nitrogênio no metabolismo da planta são inúmeros, de forma que uma pastagem bem manejada e submetida à fertilização nitrogenada tem sua persistência prolongada (MELLO et al., 2008). A maior quantidade de proteína por hectare, permite maior taxa de lotação, pois há um incremento na produção da massa seca, principalmente em forrageiras com alto potencial de produção (DIAS et al., 2000; PARIS et al., 2009).

O milho é bastante resistente a condições climáticas adversas, possui alta produção de biomassa, menor custo das sementes quando comparada com outras plantas de cobertura e pode ser cultivada em associação com outras forrageiras e em sistemas com rotação de culturas (SANTOS et al., 2002; SILVA et al., 2003; SILVA et al., 2006; GOMES et al., 2008). No entanto, se o milho for usado para pastejo ou corte, com grandes produções de massa e expressivas quantidades de nutrientes retirados, a fertilidade do solo deve ser monitorada com cuidado, repondo o que for extraído pela forragem para manter a capacidade de uso do solo (MAIA et al., 2000).

CAMARGO et al. (2009) avaliaram o milho e obtiveram massa de forragem de 1.819 kg.ha<sup>-1</sup> e teor de proteína bruta de 22,3% durante o período de 43-64 dias de crescimento. Estes autores observaram que a carga animal imposta para aumentar o perfilhamento e evitar o alongamento precoce dos colmos do milho promoveu também pisoteio excessivo e acentuada remoção de lâminas foliares. Dessa forma, não somente técnicas agrônômicas voltadas para o acréscimo do dossel forrageiro devem ser utilizadas como o manejo de entrada e saída dos animais e altura de corte, assim como a pressão de pastejo e taxas de lotação da pastagem de milho devem ser criteriosamente observadas e avaliadas.

Em experimento conduzido com capim-braquiária (*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf.) submetido à fertilização fosfatada e nitrogenada MAGALHÃES et al. (2007) observaram que não houve efeito da interação doses de fósforo e de nitrogênio sobre a produção de massa seca por hectare e sobre a relação folha: colmo, no entanto, relataram que houve incremento na produção de massa seca de acordo com as doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup>). Os autores

relataram que a fertilização fosfatada acarretou efeitos positivos principalmente no estabelecimento e desenvolvimento da planta forrageira, porém, efeitos de sua interação com N sobre a produção e qualidade da planta necessitam de mais esclarecimentos.

Os adubos nitrogenados mais comercializados e utilizados em pastagens nacionais são a uréia (44 a 46 % de N) e o sulfato de amônio (20 a 21 % de N). A uréia tem como vantagens menor custo por quilograma, alta concentração de nitrogênio, é de fácil manipulação e causa menor acidificação no solo, o que a torna potencialmente superior a outras fontes do ponto de vista econômico, porém, apresenta maior perda de nitrogênio por volatilização (PRIMAVESI et al., 2004; MARTHA JUNIOR et al., 2004). Já o sulfato de amônio apresenta menor perda por volatilização e é fonte de enxofre (24 % S), embora quase sempre apresente maior custo por quilograma de nitrogênio, mas pode reduzir o pH do solo e com isso reduzir a disponibilidade de nutrientes, principalmente o fósforo (ALFAIA, 1997; MELO, 2008).

COSTA et al. (2008) observaram que após três anos de aplicação contínua nas maiores doses de N (200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) o pH do solo diminuiu de 5,6 para 4,6 e o teor de Al<sup>3+</sup> aumentou de 0,05 para 0,41 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; sendo que o sulfato de amônio causou maior acidificação do solo em relação à uréia. Diante de situações dessa natureza a fertilização nitrogenada deve ser utilizada com cautela, de forma específica para cada planta forrageira e tipo de sistema de produção, não somente por questões ambientais de uso do solo, como questões econômicas, quantificadas por meio da rentabilidade obtida baseada no quilograma de insumo nitrogenado aplicado.

Quanto ao nitrogênio contido ou acumulado no tecido vegetal, sabe-se que este é um parâmetro altamente relacionado aos teores de proteína bruta e conseqüentemente, as doses de fertilizante nitrogenado aplicado. MAGALHÃES et al. (2009) quando avaliaram cultivares de capim-elefante determinaram os maiores teores de proteína bruta (9,5 %) por meio da aplicação de 450 kg. ha<sup>-1</sup> de N.

A eficiência de utilização e a taxa de recuperação do N são parâmetros determinantes sobre a dose de N mais eficiente a ser aplicada no solo, ajustando os custos de adubação das pastagens (CARVALHO & SARAIVA, 1987). A dose de nitrogênio fornecida à planta varia em função da época do ano e das condições

climáticas regionais, esses fatores foram observados por VITOR et al. (2009) quando determinaram eficiências de produção de massa seca de capim-elefante em resposta ao suprimento de nitrogênio de 8,14 kg de MS por kg de nitrogênio aplicado ao longo do ano.

Em condições experimentais PRIMAVESI et al. (2005) relataram que para o capim-marandú, as doses de nitrogênio devem ser de 200 kg.ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> sob a forma de uréia, para assim se obter a melhor recuperação do N aplicado, em solos de textura argilosa e níveis de fertilidade média em P e alta em potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). MELLO et al. (2008) conduziram experimento com capim-mombaça e ressaltaram que a eficiência de conversão e recuperação aparente de nitrogênio diminuiu com o acréscimo de nitrogênio, levando à perda para o ambiente.

Assim, foi conduzido experimento com objetivo de avaliar a produção de massa seca (PMS) da planta inteira, determinar o nitrogênio contido (NC) no tecido da planta, eficiência de conversão aparente do nitrogênio (ECAN) e recuperação aparente do nitrogênio (RAN) de cultivares de milheto forrageiro (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) submetidos a fontes de fósforo e doses de nitrogênio em Goiânia, GO.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Localização**

O experimento foi realizado nas dependências do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás - UFG, Campus II, no município de Goiânia – GO, localizada na latitude S 16° 35' 00", longitude W 49° 16' 00" e altitude de 727 m.

## 2.2 Dados Climáticos

Os dados meteorológicos foram monitorados, mensalmente durante a condução do experimento e mensurados pela estação evaporimétrica de primeira classe da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás (EAEA/UFG). O clima regional segundo a classificação de KOEPPEN (1948) é do tipo Aw (quente e semi-úmido, com estações bem definidas, a seca, dos meses de maio a outubro e as águas, entre novembro e abril) com temperatura média anual de 23,2°C (Figura 1) (BRASIL, 1992).

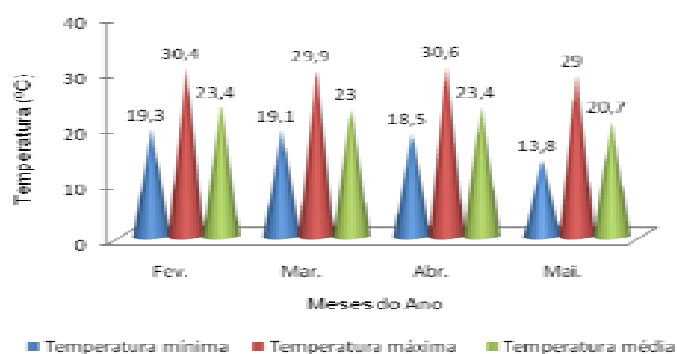


FIGURA 1- Médias de temperatura durante o período experimental (Fevereiro a Maio de 2008).

Fonte: Estação Evaporimétrica da EAEA/UFG

A precipitação média é de 1.759,9 mm (BRASIL, 1992) e a estação chuvosa é caracterizada por baixa insolação (Figura 2).

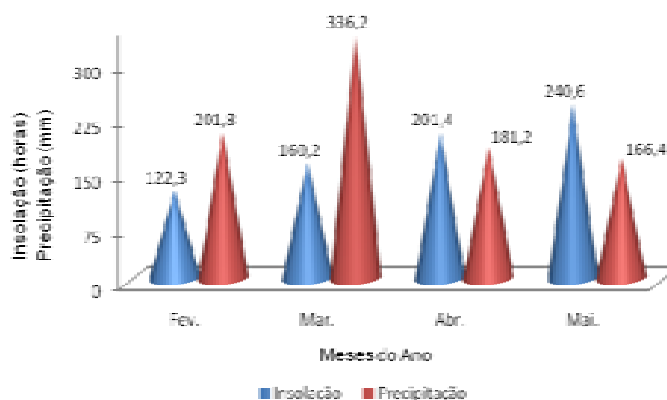


FIGURA 2- Médias de insolação (horas) e precipitação (mm) durante o período experimental (Fevereiro a Maio de 2008).

Fonte: Estação Evaporimétrica da EAEA/UFG.

### 2.3 Caracterização da área experimental

O solo da área experimental é classificado em Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 1999) e para fins de sua caracterização química foram coletadas amostras na profundidade de 0,20 m. Na Tabela 1, são apresentados os dados dos atributos químicos do solo da área experimental antes da instalação do experimento.

TABELA 1 - Atributos químicos do solo da área experimental.

Ca	Mg	CTC	Al	H	P(Mel)	K	pH	V	M.O.
		cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>			mg.dm <sup>-3</sup>		CaCl <sub>2</sub>	%	g/kg
4,0	2,0	9,4	0	1,9	17,5	114,0	5,6	67,0	39

Em função dos resultados da análise do solo, foram realizadas as adubações fosfatada e potássica de formação, de acordo com as recomendações de VILELA et al. (2000). No preparo do solo de forma convencional, utilizou-se uma aração, seguida por duas gradagens.

### 2.4 Tratamentos

Os tratamentos foram constituídos por cultivares de milho : ADR- 7010; ADR-500 e BRS-1505; fontes de fósforo: superfosfato simples (SS) e termofosfato (T), as quais foram aplicadas 70 kg.ha<sup>-1</sup> e doses de nitrogênio: 0; 40; 80 e 160 kg.ha<sup>-1</sup> sob forma de uréia, com sistema de colheita em regime de cortes.

### 2.5 Delineamento

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com arranjo fatorial 2 x 3 x 4 (2 fontes de fósforo x 3 cultivares de milho x doses de nitrogênio) com quatro repetições. O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + F_j + D_k + (FD)_{jk} + (CD)_{jk} + (CF)_{ij} + (CFD)_{ijk} + e_{ijkl}, \text{ em que:}$$

$Y_{ijk}$ : valor observado da variável;

$\mu$ : média geral;

$C_i$ : efeito do cultivar  $i$ , com  $i = \text{ADR-500; ADR-7010 e BRS-1501}$ ;

$F_j$ : efeito da fonte  $j$ , com  $j = \text{SS e T}$ ;

$D_k$ : efeito da dose  $k$ , com  $k = 0; 40; 80 \text{ e } 160$ ;

$FD_{jk}$ : efeito da interação doses de N x fonte de P;

$CD_{ik}$ : efeito da interação cultivar x doses de N;

$CF_{ij}$ : efeito da interação cultivar x fonte de P;

$CFD_{ijk}$ : efeito da interação cultivar x fonte de P x doses de N;

$e_{ijk}$ : erro experimental.

## 2.6 Período Experimental

O experimento foi implantado em meados do período chuvoso do ano agrícola de 2008, a cultura foi avaliada entre os meses de março a abril do corrente ano. As análises laboratoriais e estatísticas foram conduzidas no período compreendido entre julho de 2008 a janeiro de 2010.

## 2.7 Implantação do experimento

Foram alocados na área experimental 96 parcelas de 5 x 2 metros lineares. As parcelas eram constituídas por seis linhas (fileiras) de cinco metros lineares, espaçadas de 0,40 m, totalizando 10 m<sup>2</sup>. Foram consideradas bordaduras as duas linhas externas. A semeadura manual em linhas dos cultivares, foi realizada no dia 16 de fevereiro de 2008 com uma taxa de semeadura de 20 sementes puras viáveis (SPV) por metro linear. Juntamente com as sementes foram aplicadas as fontes de fósforo e micronutrientes sob a forma do fertilizante BR-12.

A germinação ocorreu quatro dias após o plantio, no dia 20 de fevereiro de 2008. No dia 02 de março de 2008 foi realizada as adubações potássica com aplicação de  $60 \text{ kg.ha}^{-1}$  de cloreto de potássio e nitrogenada de cobertura de acordo com os tratamentos.

## **2.8 Cortes de avaliação e preparo das amostras**

A idade fisiológica foi o parâmetro utilizado para a realização do corte, o qual foi realizado no momento que antecedeu o processo de emissão da inflorescência (Anexo 1). Os três cortes foram realizados em: 21 de março, 05 de abril e 19 de abril de 2008, manualmente com tesoura de aço. Para fins de avaliação da produção de massa seca, foram tomadas duas linhas centrais, excluindo-se 0,50 m das extremidades, procedendo-se os cortes a 0,30 m da superfície do solo. Após cada corte, o material foi levado para o laboratório e foi classificado, para fins de avaliação, em plantas inteiras, lâminas foliares e colmos.

As amostras foram levadas à estufa de ventilação forçada a uma temperatura de  $65^{\circ}\text{C}$  por 72 horas. Posteriormente, o material foi submetido à moagem em moinho tipo “Willey” com peneira de 1 mm de diâmetro e finalmente, acondicionado em sacos plásticos.

## **2.9 Variáveis Analisadas**

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Produção Animal da Escola de Medicina Veterinária da UFG, Campus Samambaia.

Foram determinadas as produções de massa seca (PMS) em função dos cortes realizados e transformados para valores em hectares. Os conteúdos de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) foram determinados de acordo com a metodologia descrita por SILVA & QUEIROZ (2002). Quantificou-se o nitrogênio contido no tecido da planta (NC), eficiência de conversão aparente de nitrogênio (ECAN) e recuperação aparente do nitrogênio (RAN).

Para obtenção dos resultados da eficiência de conversão aparente de nitrogênio (ECAN), foram realizados cálculos pela diferença entre a produção total da forragem de cada tratamento em relação ao tratamento testemunha (admitindo-se que a contribuição do nitrogênio do solo foi semelhante entre os tratamentos) e dividido pela quantidade de nitrogênio aplicada, sendo expressa em kg de MS produzida por kg de N aplicado, conforme CARVALHO & SARAIVA (1987). Para determinação do nitrogênio absorvido pela forrageira, procedeu-se à multiplicação da produção de MS ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) pelo teor de nitrogênio em g/kg. A quantidade de N na forragem das parcelas não adubadas foi utilizada para estimar o suprimento de N proveniente do solo e da atmosfera.

A recuperação aparente do nitrogênio (RAN) foi calculada pela fórmula:  $\text{RAN} (\%) = 100 \times [(\text{NAC} - \text{NCS na parcela sem adubação}) / \text{NN}]$ , em que RAN (%) corresponde à recuperação aparente do nitrogênio; NAC, ao nitrogênio total absorvido na parcela com adubação ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ); NCS, ao nitrogênio total absorvido na parcela sem adubação ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ); e NN, a dose de N usada ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). O N contido nas raízes e no resíduo não foi determinado, a recuperação de N que é o percentual de N absorvido do total que foi aplicado, considera somente o N contido na parte aérea da planta (CARVALHO & SARAIVA, 1987).

## 2.10 Análises Estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo PROC GLM do programa estatístico *Statistical Analysis System* (SAS, 2007). Para verificar a significância das diferenças entre as médias dos tratamentos, foi aplicado o teste Tukey a 5% de probabilidade. Para os dados de produção em função das doses de nitrogênio foram ajustadas análises de regressão testando os modelos lineares e quadráticos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística revelou ausência de interações significativas entre as variáveis pesquisadas. Verificou-se diferença ( $P < 0,05$ ) entre os três cortes efetuados, exceto para o cultivar BRS-1505 e a fontes fosfatada termofosfato entre o primeiro e segundo corte (Tabela 2). A semelhança na produção forrageira observada para esse cultivar caracteriza seu alto potencial de produção de massa seca por ocasião da rebrota. Observou-se redução na produção em função da sucessão dos cortes, sendo que os menores valores foram determinados no último corte. Este comportamento na produção forrageira pode ser explicado pela alteração nos índices de precipitação pluviométrica por ocasião do corte, a baixa ocorrência de chuvas influenciou negativamente os resultados de produção dos cultivares avaliados. Outro fator a ser considerado é que a capacidade de rebrota da planta que ao longo do ciclo de produção da planta diminui.

TABELA 2- Valores médios de produção por corte e anual da massa seca (PMS) ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) da planta inteira de cultivares de milheto submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.

Corte	Cultivares			Fontes de Fósforo		Doses de N ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )			
	ADR-7010	ADR-500	BRS-1505	SS	T	0	40	80	160
1º	1.176 <sup>Aa</sup>	707 <sup>Ab</sup>	569 <sup>Ab</sup>	1043 <sup>Aa</sup>	585 <sup>Ab</sup>	613 <sup>Ab</sup>	784 <sup>Aab</sup>	868 <sup>Ab</sup>	999 <sup>Aa</sup>
2º	329 <sup>Bb</sup>	412 <sup>Bab</sup>	472 <sup>Aa</sup>	329 <sup>Bb</sup>	484 <sup>Aa</sup>	416 <sup>Ba</sup>	359 <sup>Ba</sup>	430 <sup>Ba</sup>	419 <sup>Ba</sup>
3º	92 <sup>Ca</sup>	78 <sup>Ca</sup>	77 <sup>Ba</sup>	85 <sup>Ca</sup>	80 <sup>Ba</sup>	81 <sup>Ca</sup>	101 <sup>Ca</sup>	79 <sup>Ca</sup>	66 <sup>Ca</sup>
Anual	1.459 <sup>a</sup>	1.143 <sup>b</sup>	1.075 <sup>b</sup>	1.351 <sup>a</sup>	1.099 <sup>b</sup>	1.064 <sup>a</sup>	1.188 <sup>a</sup>	1.294 <sup>a</sup>	1.365 <sup>a</sup>

(SS: superfosfato simples, T: termofosfato;  $R^2 = 0,76$ ; CV = 57,92).

Letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Letras maiúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Entre os cultivares avaliados, observou-se diferença ( $P < 0,05$ ) entre as produções para o primeiro e segundo corte, com melhor produção do cultivar ADR-7010 ( $1.176 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de MS) no primeiro corte. No segundo corte, o cultivar BRS-1505, seguido do cultivar ADR-500, apresentaram os melhores resultados. Valores de produção inferiores foram relatados por BRUM et al. (2008) quando avaliaram pastagem de milheto com massa de forragem de  $969 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de MS. PILAU &

LOBATO (2008) conduziram experimento com pastagem de milho com carga animal ajustada e obtiveram em intervalos de aproximadamente 28 dias, massa de forragem de 1.766 kg.ha<sup>-1</sup> de MS e taxa de acúmulo de forragem de 32 kg.ha<sup>-1</sup> de MS.

A produção anual diferiu ( $P < 0,05$ ) entre cultivares e fontes de fósforo, verificou-se que, nas condições de semeadura, o cultivar que apresentou o maior potencial forrageiro foi o ADR-7010, cuja produção foi de 1.459 kg de MS.ha<sup>-1</sup>. Produções superiores foram relatadas por AGUIAR et al. (2006) quando obtiveram produção de massa seca de milho cv. Bulk-1 de 5.646 kg.ha<sup>-1</sup> e por NAEEM et al. (2007) em trabalho conduzido com sete variedades de milho submetidos à irrigação no Paquistão e encontraram produção de massa verde com variações de 56.800 a 86.100 kg.ha<sup>-1</sup>.

Houve diferença ( $P < 0,05$ ) na produção de massa seca entre as fontes de fósforos superfosfato simples (SS) e termofosfato (T) por ocasião do primeiro e segundo corte. A produção anual foi influenciada pelas fontes de fósforo com maior produção de massa seca quando aplicou-se o superfosfato simples (1.351 kg de MS.ha<sup>-1</sup>), com acréscimo na produção de 18%, quando comparado a outra fonte de fósforo aplicada.

A fertilização nitrogenada promoveu incrementos na produção de massa seca, entretanto, somente foi observada diferença ( $P < 0,05$ ) entre as doses de nitrogênio aplicadas no primeiro corte, cujos valores de produção foram maiores. Verificou-se acréscimo na produção de massa seca em função do aumento das doses de N com maior produção (999 kg de MS.ha<sup>-1</sup> de massa) na dose referente a 160 kg.ha<sup>-1</sup>. A produção anual não apresentou diferença entre as doses de N, com valores de produção de massa seca foram de 1.064; 1.188; 1.294 e 1.365 kg de MS. ha<sup>-1</sup>, para as doses de 0; 40; 80 e 160 kg.ha<sup>-1</sup> de N. A fertilização nitrogenada foi realizada com uréia em aplicação única de todas as doses, assim, parte do nitrogênio fornecido nas maiores doses (80 e 160 kg.ha<sup>-1</sup> de N) pode ter sido perdido e prejudicado a expressão desse nutriente.

Para todos os cultivares e fontes de fósforo testadas foram observados por meio da equação de regressão, efeito linear na produção, exceto para a fonte de fósforo superfosfato simples que comportou-se de forma quadrática no cultivar ADR-500 (Figura 3). VITOR et al. (2009), em experimento conduzido com capim-

elefante observaram que a adubação nitrogenada aumentou linearmente a produção da planta forrageira até  $700 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de N. Quando trabalharam em experimento com milho e aplicaram doses de nitrogênio semelhantes às testadas neste trabalho. JORNADA et al. (2005) encontraram resultados de produção forrageira superiores: 9.232; 10.649; 12.334 e  $12.681 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  para as doses de 0, 50, 100 e  $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de N.

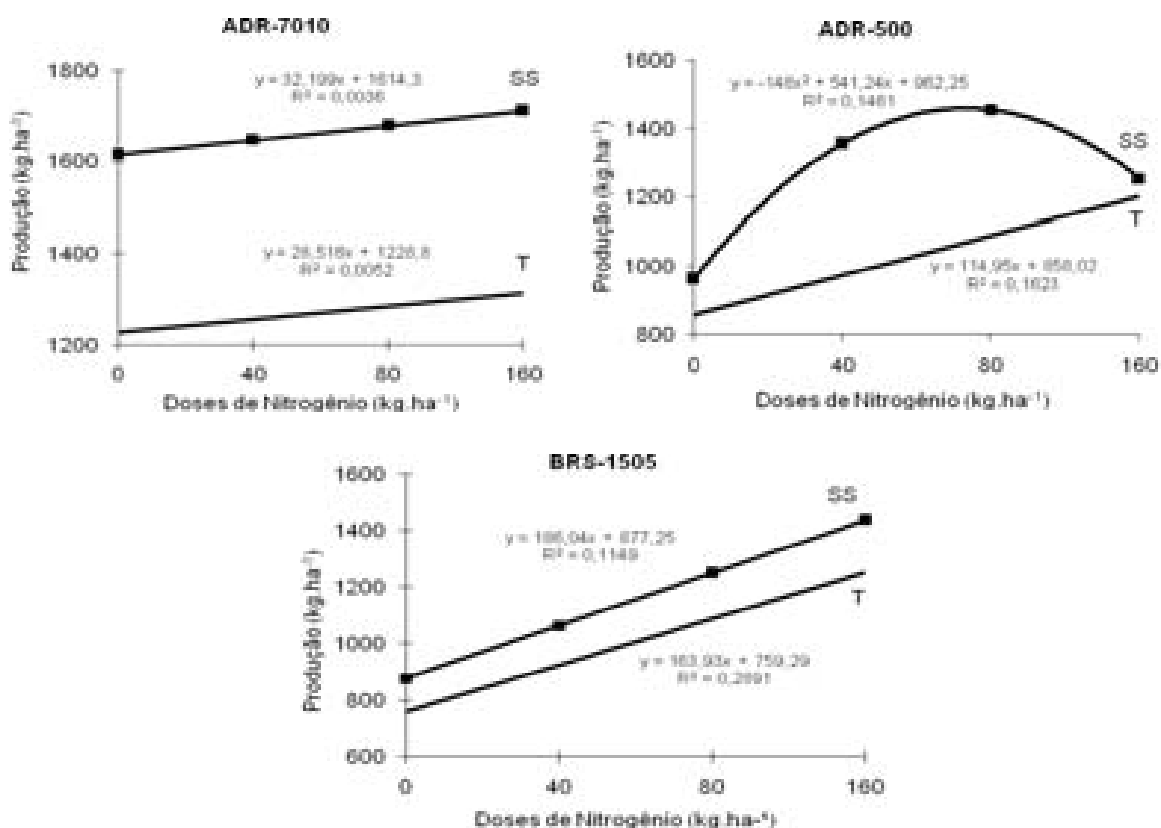


FIGURA 3 - Produção anual da massa seca (PMS) ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) da planta inteira dos cultivares submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio. (SS: superfosfato simples, T: termosfosfato).

HERINGER & MOOJEN (2002) relataram relação quadrática com as doses de nitrogênio e produções totais de massa seca de milho com variação de  $8.862$  a  $17.403 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , respectivamente, para as doses 0 e  $450 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de N. Em experimento com doses de nitrogênio, BENETT et al. (2008) observaram por meio da equação de regressão aumento linear e quadrático para o primeiro e segundo cortes, respectivamente na produção de massa seca, com o ponto de máxima produção estimado em  $179 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de N. MAGALHÃES et al. (2007) conduziram avaliação experimental com doses de fósforo e doses de nitrogênio

sobre a produção de MS e também não observaram interação entre os fatores, porém, verificaram efeito linear e quadrático das doses de nitrogênio sobre a produção de MS.

Com relação ao nitrogênio contido no tecido da planta, houve diferença ( $P < 0,05$ ) entres cultivares, fontes de P e doses de N testadas (Tabela 3). O maior acúmulo de nitrogênio foi observado para o cultivar ADR-7010 (39,04 kg de N extraído). Dentre as fontes de P, o superfosfato simples proporcionou acúmulo de 18% a mais de nitrogênio (37,57 kg de N extraído) quando comparado ao termofosfato. Esse fato sugere que houve maior quantidade de fósforo foi disponibilizada para a planta via adubação com superfosfato simples, o que acarretou em maior produção de massa seca e permitiu melhor utilização do nitrogênio, já que o fósforo não foi um nutriente limitante. GAVA et al. (2003) em experimento com cana-de-açúcar, observaram que do nitrogênio total acumulado na parte aérea da soqueira da planta, 10 a 16 %, foi absorvido do fertilizante aplicado, a uréia, com valores médios de nitrogênio acumulado na parte área total de 131 a 140  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , em função dos tratamentos.

TABELA 3 - Valores médios de nitrogênio contido (NC) (kg de N extraído) verificados no tecido da planta de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.

Cultivares			Fontes de fósforo		Doses de N ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ )			
ADR-7010	ADR-500	BRS-1505	SS	T	0	40	80	160
39,04 <sup>a</sup>	33,13 <sup>b</sup>	30,44 <sup>b</sup>	37,57 <sup>a</sup>	30,84 <sup>b</sup>	21,34 <sup>c</sup>	34,72 <sup>b</sup>	38,95 <sup>bc</sup>	42,70 <sup>a</sup>
					Equação: $y = 0,12 + 25,76x$ $R^2 = 0,51$			

(SS: superfosfato simples, T: termofosfato;  $R^2 = 0,87$ ; CV = 12,61). Letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

À medida em que as doses de N foram elevadas, observou-se acréscimo linear do nitrogênio contido com valor máximo de 42,70 kg de N extraído na dose referente a 160  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de N, sendo que o acúmulo de nitrogênio na parte aérea da planta foi acompanhado pelo aumento da massa seca. Então quando nenhum fator edafoclimático é limitante, nem ocorrem grandes perdas de nitrogênio

por volatilização e há nitrogênio disponível na solução do solo, os cultivares de milho conseguem absorver quantidades satisfatórias desse nutriente.

Entre os cultivares não foi observada diferença ( $P < 0,05$ ) na eficiência de conversão aparente do nitrogênio (Tabela 4). Entretanto, foi verificada diferença ( $P < 0,05$  entre as fontes de fósforo com maior eficiência de conversão quando se aplicou o superfosfato simples, o qual promoveu ECAN de 31% superior quando aplicou se o termofosfato.

TABELA 4 - Valores médios de eficiência de conversão aparente (ECAN) ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) do nitrogênio de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.

Cultivares			Fontes de fósforo		Doses de N ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ )			
ADR-7010	ADR-500	BRS-1505	SS	T	0	40	80	160
6,99 <sup>a</sup>	5,10 <sup>a</sup>	5,41 <sup>a</sup>	6,93 <sup>a</sup>	4,74 <sup>b</sup>	—	10,77 <sup>a</sup>	7,86 <sup>ab</sup>	4,71 <sup>b</sup>
					Equação: $y = -0,049 + 12,435x$ $R^2 = 0,49$			

(SS: superfosfato simples, T: termofosfato;  $R^2 = 0,86$ ; CV = 34,40). Letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

A eficiência de conversão do N apresentou efeito linear com a aplicação das doses de N ( $P < 0,05$ ). Houve redução na ECAN em função do acréscimo das doses de N, portanto o maior valor foi detectado quando se aplicou  $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de N, isso confirma que houve um menor aproveitamento relativo pela planta. Quando o nitrogênio aplicado excede a capacidade da planta em absorver o nutriente para produção, este pode ser lixiviado ou acumular nos tecidos, com isso há redução da sua eficiência de aproveitamento (DOUGHERTY & RHYKERD, 1985). DIAS et al. (2000) verificaram maiores eficiências de conversão com a aplicação da dose equivalente a  $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de N, sendo de 36, 32 e 18 kg MS por kg N aplicado, para capim-coast-cross, capim-suazi e transvala, respectivamente. Os autores relataram ainda que, essa variação na eficiência pode estar relacionada com as condições climáticas e disponibilidade dos outros elementos no solo, principalmente o potássio.

Comportamento diferente ao obtido neste trabalho foi verificado por MAGALHÃES et al. (2007) quando observaram que o acréscimo das doses de N promoveu aumento na ECAN pelo capim-braquiária até atingir o nível de 245,30 kg.ha<sup>-1</sup> de N quando começam a reduzir, os valores médios determinados foram de 12,65; 18,24 e 17,97 kg de MS/kg de N para 100, 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente.

Resultados de ECAN semelhantes aos aqui observados foram registrados por VITOR et al. (2009) em experimento com capim-elefante. O alto potencial de utilização do N pelo milho pode ser elucidado pelos resultados relatados por LUPATINI et al. (1996), em trabalho com milho cultivar comum, que observaram eficiência de utilização do nitrogênio de 39,3 e 31,0 kg de MS por kg de nitrogênio aplicado, nas doses referentes a 150 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente.

A recuperação aparente do N não diferiu entre os cultivares avaliados, com máxima recuperação de 20,06% para o cultivar ADR-7010 (Tabela 5). O superfosfato simples promoveu a melhor recuperação aparente do N aplicado (19,96%).

TABELA 5 - Valores médios de recuperação aparente do nitrogênio (RAN) de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.

Cultivares			Fontes de fósforo		Doses de N (kg.ha <sup>-1</sup> )			
ADR-7010	ADR-500	BRS-1505	SS	T	0	40	80	160
20,06 <sup>a</sup>	14,72 <sup>a</sup>	15,98 <sup>a</sup>	19,96 <sup>a</sup>	13,87 <sup>b</sup>	—	33,44 <sup>a</sup>	20,89 <sup>b</sup>	13,35 <sup>b</sup>
					Equação: $y = -0,157 + 37,217x$ $R^2 = 0,51$			

(SS: superfosfato simples, T: termofosfato; R<sup>2</sup> = 0,84; CV = 39,01). Letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Quanto às doses de N utilizadas observa-se que a recuperação aparente de N reduziu linearmente à medida em que se aplicou mais nitrogênio, valores estes que corroboram aos observados para ECAN, com máxima recuperação na dose referente a 40 kg.ha<sup>-1</sup> de N.

Acredita-se que houve perda do nutriente para o ambiente, principalmente quando aplicou-se a maior dose e sugere-se a aplicação de altas doses de fertilizante de forma parcelada para evitar perdas. HERINGER & MOOJEN (2002) também observaram decréscimo na taxa de recuperação em função do aumento das doses de N. Estes autores relataram ainda que a recuperação de N em pastagens tropicais é maior, devido ao seu alto potencial de produção de MS e rápida absorção de N pelo sistema radicular. De acordo com PRIMAVESI et al. (2004), o aumento da dose de nitrogênio, diminui a porcentagem de nitrogênio recuperado.

MARTHA JÚNIOR et al. (2006) relataram que a capacidade da planta em responder ao fertilizante nitrogenado e também a taxa de recuperação depende de fatores como as doses de nitrogênio, do emprego dos outros nutrientes, do histórico da área (que inclui o efeito residual das adubações), do manejo da pastagem, da estratégia de manejo do nitrogênio-fertilizante adotada como as formas de parcelamento e das características de clima e de solo da região.

#### **4 CONCLUSÕES**

O cultivar ADR-7010 apresentou os melhores parâmetros de produção e de nitrogênio acumulado no tecido da planta, eficiência de conversão e recuperação aparente do nitrogênio.

Entre as fontes de fósforo, os melhores resultados foram obtidos para todos os parâmetros avaliados quando se aplicou o superfosfato simples.

Recomenda-se a aplicação da dose equivalente a  $160 \text{ kg.ha}^{-1}$  de N, em função dos incrementos obtidos na produção de massa seca dos cultivares de milheto e na concentração de nitrogênio no tecido da planta.

A eficiência de conversão e recuperação aparente de nitrogênio diminuiu em função do acréscimo do nutriente, o que caracteriza perda de N da pastagem para o ambiente.

## 5 REFERÊNCIAS

AGUIAR, E. M.; LIMA, G. F. C.; SANTOS, M. V. F.; CARVALHO, F. F. R.; GUIM, A.; MEDEIROS, H. R.; BORGES, A. Q. Rendimento e composição químico-bromatológica de fenos triturados de gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.6, p.2226-2233, 2006.

ALFAIA, S. S. Destinos de adubos nitrogenados marcados com  $^{15}\text{N}$  em amostras de dois solos da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, p. 379-385, 1997.

BENETT, C. G. S.; BUZETTI, S.; SILVA, K. S.; BERGAMASCHINE, A. F.; FABRICIO, J. A. Produtividade e composição bromatológica do capim-Marandu submetido a fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1629-1636, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação, Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas: 1961-1990**. Brasília, 1992. 84 p.

BRUM, M. S.; QUADROS, F. L. F.; MARTINS, J. D.; ROSSI, G. E.; DANIEL, E. MAIXNER, A. R.; BANDINELLI, D. G. Sistemas de alimentação para a recria de ovinos a pasto: avaliação do desempenho animal e características da forragem. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.1 p. 192-198, 2008.

CAMARGO, D. G. ROCHA, M. G.; KOZLOSKIII, G. V.; ELEJALDE, D. G.; BREMM, C.; PÖTTER, L.; ROSA, A. T. N.; OLIVEIRA NETO, R. A. Consumo de forragem por cordeiras suplementadas em pastagem de milheto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.2, p. 510-514, 2009.

CARVALHO, M. M.; SARAIVA, O. F. Resposta do Capim Gordura (*Melinis minutiflora* Beau.) a aplicação de nitrogênio em regime de cortes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 16, n. 5, p. 442-454, 1987.

COSER, A. C.; MARTINS, C. E.; DERESZ, F.; FREITAS, A. F.; PACIULLO, D. S. C.; ALENCAR, C. A. B.; VÍTOR, C. M. T. Produção de forragem e valor nutritivo do capim-Elefante, irrigado durante a época seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.11, p.1625-1631, nov. 2008.

COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P.; RODRIGUES, C.; SEVERIANO, E. C. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-Marandu. I - alterações nas características químicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 1591-1599, 2008.

DIAS, P. F.; ROCHA, G. P.; ROCHA FILHO, R. R.; LEAL, M. A. A.; ALMEIDA, D. L.; SOUTO, S. M. Produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais, avaliadas no período das águas, sob diferentes doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.1, p.260-271, 2000.

DOUGHERTY, C. T.; RHYKERD, C. L. The role of nitrogen in forage-animal production. In: HEATH, M.E.; BARNES, R.F.; METCALFE, D.S. (Eds.) **Forages: the science of grassland agriculture**. Ames: Iowa State University Press, 1985. p.318-325.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.4, p.397-403, 2005.

GAVA, G. J. C.; TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C.; OLIVEIRA, M. W. Recuperação do nitrogênio ( $^{15}\text{N}$ ) da uréia e da palhada por soqueira de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 621-230, 2003.

GOMES, P. C.; RODRIGUES, M. P.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; GOMES, M. F.; MELLO, H. H. C.; BRUMANO, G. Determinação da composição química e energética do milho e sua utilização em rações para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.9, p.1617-1621, 2008.

HERINGER, I.; MOOJEN, E. L. Potencial produtivo, alterações da estrutura e qualidade da pastagem de milho submetida a diferentes níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p.875-882, 2002 (suplemento).

JORNADA, J. B. J.; MEDEIROS, R. B.; PEDROSO, C. E. S.; SAIBRO, J. C.; SILVA, M. A. Efeito da irrigação, épocas de corte da forragem e doses de nitrogênio sobre o rendimento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, nº 2, p.50-58, 2005.

KOEPPEN, W. **Climatologia Tradicional**. Traduzido para o Espanhol por Pedro Henchies Pérez, 1948.

LIMA, S. O.; FIDELIS, R. R.; COSTA, S. J. Avaliação de fontes e doses de fósforo no estabelecimento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no sul do Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, N. 2, P. 100-105, 2007.

LUPATINI, G. C.; MOOJEN, E. L.; RESTLE, J.; SILVA, J. H. S. Resposta do milho (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) sob pastejo a adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n.10, p.715-720, 1996.

MAGALHÃES, A. F.; PIRES, A. J. P.; CARVALHO, G. G. P.; SILVA, F. F.; SOUSA, R. S.; VELOSO, C. M. Influência do nitrogênio e do fósforo na produção do capim-Braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n.5, p.1240-1246, 2007.

MAGALHÃES, J. A.; RODRIGUES, B. H. N.; CARNEIRO, M. S. S.; ANDRADE, A. C.; COSTA, N. L.; PINTO, M. S. C.; MOCHEL FILHO, W. G. E. Influência da adubação nitrogenada e idade de corte sobre os teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro de três cultivares de capim-Elefante. **Revista electrónica de Veterinária**, {on line}, v. 10, n. 4, abril, 2009. Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040409/040917.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2009.

MAIA, M. C.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R. Concentração de fibras (FDN e FDA) e minerais de cultivares de milho em sucessão à cultura de feijão no sul de Minas Gerais. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 1, n. 1, p. 23-29, 2000.

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

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; BARCELLOS, A. O. A planta forrageira e o agroecossistema. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 23., 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 87-137, 2006.

MELLO, S. Q. S.; FRANÇA, A. F. S.; LANNA, A. C.; BERGAMASCHINE, A. F.; KLIMANN, H. J.; RIOS, L. C.; SOARES, T. V. Adubação nitrogenada em capim-Mombaça: produção, eficiência de conversão e recuperação aparente do nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 4, p. 935-947, 2008.

MELO, G. W. **Adubação e manejo do solo para a cultura da videira**. Embrapa Uva e Vinho, 2008. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/servicos/viticultura/adubvid.html>. Acesso em 30 de mar. 2010.

NAEEM, M.; CHOCHAN, M. S. M.; KHAN, A. H.; KAINTH, R. A. Performance of pearl millet genotypes for forage under irrigated conditions. **Journal of Agricultural Research**, New Zealand, v. 45, n.3, p. 199-203, 2007.

PARIS, W.; CECATO, U.; BRANCO, A. F.; BARBERO, L. M.; GALBEIRO, S. Produção de novilhas de corte em pastagem de Coastcross-1 consorciada com *Arachis pintoí* com e sem adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.1, p.122-129, 2009.

PILAU, A.; LOBATO, J. F. P. Manejo de novilhas prenhes aos 13/15 meses de idade em sistemas a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.7, p.1271-1279, 2008.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; CANTARELLA, H.; SILVA, A. G.; FREITAS, A.R. VIVALDI, L.J. Adubação nitrogenada em capim-Coastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, p. 68-78, 2004.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; CANTARELLA, H.; SILVA, A. G. **Extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio em capim-Marandu**. São Carlos: Embrapa – CNPPS, 2005. 6 p. (Comunicado Técnico, 57).

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; BAIER, A. C. & TOMM, G. O. **Principais forrageiras para integração lavoura-pecuária, sob plantio direto, nas regiões Planalto e Missões do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo, Embrapa Trigo, 2002. 142p.

SAS. **Statistical Analysis System user's guide**. Version 9.13 ed. Cary: SAS Institute, USA, 2007.

SCARAVELLI, L. F. B.; PEREIRA, L. E. T.; OLIVO, C. J.; AGNOLIN, C. A. Produção e qualidade de pastagens de Coastcross-1 e milheto utilizadas com vacas leiteiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.3, p.841-846, 2007.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos** – Métodos químicos e biológicos. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; VELOSO, M. E. C.; TRIVELIN, P. C. O. Aproveitamento do nitrogênio ( $^{15}\text{N}$ ) da crotalária e do milheto pelo milho sob plantio direto em Latossolo Vermelho de Cerrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.3, p.739-746, 2006.

SILVA, G. F.; ERASMO, E. A. L.; SARMENTO, R. A.; SANTOS, A. R.; AGUIAR, R. W. S. Potencial de produção de biomassa e matéria seca de milheto (*Pennisetum americanum* Schum), em diferentes épocas no sul do Tocantins. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 19, n. 3, p. 31-34, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

VILELA, L., W. V. SOARES, D. M. G. DE SOUSA; M. C. M. MACEDO. **Calagem e adubação para pastagens na região do Cerrado**. 2 ed., rev. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2000, 15 p. (Circular técnica 37).

VITOR, C. M. T.; FONSECA, D. M.; COSER, A. C.; MARTINS, C. E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-Elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.3, p.435-442, 2009.

## CAPÍTULO 3 - COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DA MASSA SECA DE CULTIVARES DE MILHETO

### RESUMO

Altos índices zootécnicos serão alcançados quando as dietas alimentares oferecidas aos ruminantes forem corretamente balanceadas. Para isso, faz-se necessário a caracterização da composição bromatológica dos alimentos e a predição do desempenho animal. Realizou-se um experimento com cultivares de milho forrageiro (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) para avaliar o efeito de fontes de fósforo e doses de nitrogênio sobre a composição bromatológica da biomassa vegetal da planta inteira e de suas frações (lâmina foliar e colmo). O experimento constou de um fatorial 2 x 3 x 4, arranjado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo os fatores: fontes de fósforo (superfosfato simples e termofosfato), cultivares (ADR- 7010; ADR-500 e BRS-1501) e doses de nitrogênio (0; 40; 80 e 160 kg.ha<sup>-1</sup> sob forma de uréia). Os três cortes foram realizados a 0,30 m da superfície do solo. Foram determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN). Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento PROC GLM do programa estatístico Statistical Analysis System e para verificar a significância entre as médias dos tratamentos, foi aplicado o teste Tukey a 5% de probabilidade. A análise estatística não revelou interações significativas ( $P > 0,05$ ) entre as variáveis pesquisadas. Os teores de MS da planta inteira diferiram ( $P < 0,05$ ) em todos os tratamentos, com variação de 9,08% a 13,0%. Os conteúdos de MS da lâmina foliar diferiram ( $P < 0,05$ ) em todos os tratamentos com variação de 12,23% a 15,45%. Não houve diferença nos teores de MS da fração colmo entre os tratamentos, exceto entre os cultivares por ocasião do segundo corte, cujo maior teor foi de 8,64% no cultivar BRS-1505. Os conteúdos de PB da planta inteira não diferiram em todos os tratamentos, porém, aumentaram com a sucessão dos cortes. Já na fração lâmina foliar houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos, com redução do teor de PB em função dos cortes. Os teores de PB da fração colmo variaram de 8,90% a 14,04%. Os teores de FDA da planta inteira aumentaram em todos os tratamentos devido à sucessão dos cortes e variaram somente no primeiro corte entre as doses de N. Os conteúdos de FDA na lâmina foliar variaram entre os cultivares por ocasião do segundo corte, cujo menor teor (28,84%) foi obtido no cultivar ADR-500. Maiores conteúdos de FDA foram verificados na fração colmo com diferença apenas entre os cultivares. Os teores de FDN na planta inteira não diferiram entre as doses de N, entretanto todos os valores foram inferior a 60%. O maior teor registrado na lâmina foliar foi de 63,81%. Os maiores valores de FDN foram identificados na fração colmo (55,54% a 68,03%), os quais não diferiram entre os cultivares. Os teores de HEM diferiram entre os tratamentos. Os cultivares testados se equivaleram quanto à composição bromatológica e os conteúdos obtidos por ocasião das rebrotas foram satisfatórios.

**Palavras-chave:** fertilização fosfatada, fibra, nitrogênio, *Pennisetum glaucum*, qualidade forrageira.

## CHEMICAL COMPOSITION OF THE DRY MATTER OF PEARL MILLET CULTIVARS

### ABSTRACT

High zootechnical indexes will be achieved when the diets offered to ruminants are properly balanced. For this, it is necessary to characterize the chemical composition of food and the prediction of animal performance. Conducted an experiment with pearl millet forage cultivars (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) to evaluate the effect of sources of phosphorus and nitrogen doses on plant biomass chemical composition of the whole plant and its fractions (leaf blade and stem). The experiment was a factorial  $2 \times 3 \times 3 \times 4$ , arranged in a completely randomized design with four replications, and the factors: sources of phosphorus (simple superphosphate and thermophosphate), cultivars (ADR-7010 ADR-500 and BRS-1501) and nitrogen doses (0; 40; 80 and 160 kg ha<sup>-1</sup> in the urea form). The tree cuts were made at 0.30 m from the soil surface. It were realized the contents of dry matter (DM), crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF) and HEM . The results were submitted to analysis of variance using PROC GLM procedure of the statistical program Statistical Analysis System and to assess the significance between treatments averages, was applied the Tukey test at 5% of probability. Statistical analysis revealed no significant interactions ( $P > 0.05$ ) between the variables surveyed. The DM contents of whole plant differed ( $P < 0.05$ ) in all treatments, with variations of 9.08% to 13.0%. The DM content of the leaf blade ( $P < 0.05$ ) in all treatments with variations of 12.23% to 15.45%. There was no difference in DM of the stem fraction among the treatments, except among the cultivars at the second cutting, whose the highest level was 8.64% in the BRS-1505 cultivar. The CP contents of the whole plant did not differ in all treatments, however, increased with the succession of cuts. Already in the leaf blade fraction there was difference ( $P < 0.05$ ) among treatments, with a reduction of CP according to cuts. CP content of stem fraction ranged between 8.90% and 14.04%. The ADF of the whole plant increased in all treatments due to the succession of cuts and varied only in the first cut among the doses of N. The contents of ADF in the leaf blade varied among the cultivars at the second cut, whose the lowest level (28.84%) was obtained in cultivar ADR-500. Higher amounts of ADF were observed in the stem fraction with only difference among the cultivars. The NDF in the whole plant did not differ between the doses of N, however all values were less than 60%. The highest level recorded in the leaf blade was 63.81%. The highest values of NDF were identified in the stem fraction (55.54% to 68.03%), which did not differ among the cultivars. The HEM contents of whole ( $P < 0.05$ ) in treatments. The cultivars tested were equivalent on the chemical composition and the contents collected during the regrowth were satisfactory.

**Keywords:** fiber, nitrogen, *Pennisetum glaucum*, phosphate fertilization, quality forage.

## 1 INTRODUÇÃO

Em meio à necessidade de preservação dos recursos naturais, principalmente das áreas de floresta, tem-se o crescimento dos rebanhos pecuários nacional e conseqüentemente, a demanda por volumoso. Dessa forma, os sistemas de produção devem maximizar a produção forrageira nas áreas de pastagens já existentes. CUNHA et al. (2001) relataram que os rebanhos criados em pastagens naturais sem nenhuma estratégia de forrageamento para a época crítica do crescimento das pastagens apresentam baixa eficiência, traduzida, no rebanho bovino, por baixa taxa de desfrute, elevada idade de abate do novilho, alta idade a puberdade, prolongado intervalo entre partos, baixa taxa de natalidade anual, elevada taxa de mortalidade e baixa produtividade de carne por hectare ao ano.

Para contornar esses resultados negativos e alcançar bons ganhos de peso vivo ou boa produção por área, os ruminantes em pastagem necessitam ingerir grande quantidade de forragem de boa qualidade, em função da sua baixa conversão alimentar (BORTOLO et al., 2001). Os autores ressaltaram ainda que o avanço na maturidade da planta também interfere na qualidade do pasto, mesmo em condições de alta oferta de forragem para os animais, pois altera a participação de seus componentes estruturais, principalmente a relação folha/colmo e material senescido, com isso a percentagem de fibra pouco digestível aumenta.

A oferta de nutrientes pela pastagem depende quantitativamente da produção de forragem de massa seca e, qualitativamente, depende da concentração de nutrientes na massa seca. Como ocorre grande remoção de macronutrientes pelas forrageiras, no caso de corte, a pastagem deve ser avaliada para embasar o programa de reposição destes elementos ao solo para evitar desequilíbrio nutricional da planta e redução da fertilidade do solo (SILVA et al., 1996). Porém, na maioria das propriedades, as práticas de correção e adubação dos solos das pastagens não são empregadas, pelo fato destas não serem consideradas culturas, o que constitui um grave erro (BARROS et al., 2002) e pode ocasionar redução da eficiência do sistema de produção.

Assim, o conhecimento dos teores dos componentes nutricionais, tais como o teor de matéria seca (MS) que permite a comparação de diversos

nutrientes, a proteína bruta (PB) que é essencial para o organismo animal, o teor de fibra em detergente neutro (FDN) que possui relação inversa com a ingestão voluntária de forragem e com o conteúdo em energia líquida do alimento (CHAMBELA NETO et al., 2008) tem sido considerados parâmetros importantes para a avaliação da qualidade das forragens (SEIFFERT, 1984).

O milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) é uma gramínea de clima tropical, anual, de hábito ereto, porte alto com bom perfilhamento que se mostra-se potencialmente eficiente para diversos sistemas agropecuários por apresentar excelente valor nutritivo, podendo atingir em torno de 24% de proteína bruta em condições de pastejo, boa aceitabilidade e digestibilidade (60 a 78%), sendo atóxica aos animais por todo o ciclo (KICHEL & MIRANDA, 2000). MONKS et al. (2005) em experimento conduzido com milheto, observaram que a produção de forragem é influenciada pelo número e altura dos cortes, enquanto os teores de proteína bruta, fósforo e potássio são influenciados somente pelo número de cortes. Portanto, a qualidade da forragem está condicionada à maturidade da planta.

Alguns aspectos anatômicos da planta forrageira influenciam o valor nutritivo, os principais são a proporção de tecido e a espessura da parede celular, visto que, tais características apresentam altas correlações com os teores de fibra, lignina e de proteína bruta. Com relação especificamente à digestão, a mesma pode ser limitada em função do efeito negativo da lignina sobre a digestão da parede celular e pelo próprio arranjo das células de alguns tecidos, no caso das partes mais fibrosas, como o colmo das plantas (CARVALHO & PIRES, 2008). O manejo de entrada e saída dos animais na pastagem ou a altura de corte a qual é efetuada a colheita da biomassa vegetal devem ser consideradas, para que os animais possam consumir ao máximo apenas as estruturas foliares e/ou os colmos jovens.

A fertilização é uma técnica utilizada para incrementar a produção e o valor nutritivo de plantas forrageiras. A prática da adubação fosfatada tem implicações na nutrição mineral da planta e por isso pode interferir na assimilação e função de outros nutrientes, assim a escolha da fonte de fósforo está relacionada tanto à eficiência em suprir as necessidades das plantas, quanto ao custo do

fertilizante, visto que, as áreas de pastagens no país são extensas (ARAÚJO et al., 2004).

Os adubos fosfatados solúveis, como o superfosfato simples, são aplicados geralmente aos solos na forma de grânulos e, ao entrarem em contato com o solo, ocorre uma rápida absorção de umidade. Enquanto que, no caso dos termofosfatos, o processo de dissolução do fósforo é mais lento, pois depende de reações químicas com o solo. Entretanto, com o tempo, o fósforo residual poderá se equiparar ou mesmo até superar os resultados da fonte solúvel em água (STEFANUTT et al., 1995). Em trabalho conduzido com fosfato natural denominado fosforita Alvorada (0, 100, 200, 300 e 400 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) FOLONI et al. (2008) verificaram que o fósforo disponível no solo foi elevado de maneira expressiva com a aplicação do fertilizante fosfatado e apresentou ajustes lineares de acordo com o aumento das doses de fosforita. Os autores observaram ainda que os menores teores de fósforo observados no solo cultivado com milheto demonstraram o alto potencial desta gramínea tropical em extrair fósforo do solo.

Conforme MALAVOLTA (1979), depois do clima, o fator de maior importância para a produção de biomassa vegetal é a disponibilidade do nitrogênio, que pode ser fornecido à planta por meio da fertilização e mediante a essa prática ter a elevação da produção de matéria seca e alcançar níveis impossíveis de serem obtidos com qualquer outro manejo.

As gramíneas forrageiras de clima tropical respondem positivamente a fertilização nitrogenada até doses de 1.600 kg.ha<sup>-1</sup> de N (WERNER, 1984). Com base nessa afirmação, estudos devem ser conduzidos para otimizar a dose nitrogenada a ser utilizada no manejo de formação e manutenção de novos cultivares forrageiros, para que haja uma economia de insumos, preservação ambiental e maximização da produtividade por hectare.

Em experimento conduzido com milheto cultivar ADR-300, submetido a doses de nitrogênio, em regime de cortes, MORAES et al. (2007) obtiveram produção de massa seca de 6.237, a 13.020 kg. ha<sup>-1</sup>, e teores de proteína bruta com variação de 4,70 a 10,32%. Mesmo com o conhecimento de todos os benefícios oriundos da fertilização mineral sobre a produção e a qualidade da planta forrageira, nem sempre os produtores rurais e agricultores utilizam rotineiramente estas técnicas, principalmente devido ao custo elevado de formação

de pastagem. Para elucidar este fato, MONTAGNER et al. (2008) realizaram estudo sobre os gastos para implantação de uma pastagem e verificaram que a soma dos gastos com semeadura, adubação de base e adubação nitrogenada constituiu 90,70%, do custo total de implantação da pastagem, com um custo total de R\$ 578 por hectare.

A demanda por parte dos produtores por plantas forrageiras de boa qualidade e alto potencial produtivo resulta no lançamento e comercialização de diversos cultivares, entretanto, geralmente não se tem informações produtivas e qualitativas suficientes sobre o desenvolvimento desses cultivares submetidos a diferentes práticas de manejo em todas as regiões do país. Com base na necessidade de caracterizar melhor alguns cultivares, realizou-se um experimento com milheto forrageiro (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) para avaliar o efeito de fontes de fósforo e de doses de nitrogênio na composição bromatológica da biomassa vegetal da planta inteira e de suas frações (lâmina foliar e colmo) em Goiânia, Goiás.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Localização**

O experimento foi realizado nas dependências do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás - UFG, Campus II, no município de Goiânia – GO, localizada na latitude S 16° 35' 00", longitude W 49° 16' 00" e altitude de 727 m.

### **2.2 Dados Climáticos**

Os dados meteorológicos foram monitorados, mensalmente durante a condução do experimento e mensurados pela estação evaporimétrica de primeira classe da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás (EAEA/UFG).

O clima regional segundo a classificação de KOEPPEN (1948) é do tipo Aw (quente e semi-úmido, com estações bem definidas, a seca, dos meses de maio a outubro e as águas, entre novembro e abril) com temperatura média anual de 23,2°C (Figura 1) (BRASIL, 1992).

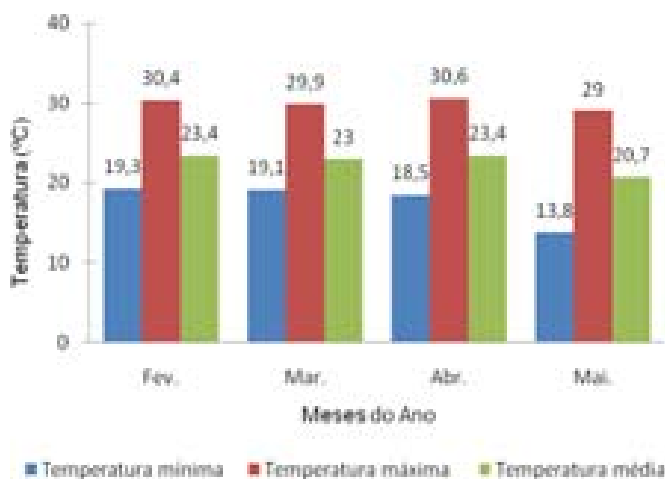


FIGURA 1- Médias de temperatura durante o período experimental (Fevereiro a Maio de 2008).

Fonte: Estação Evaporimétrica da EAEA/UFG

A precipitação média é de 1.759,9 mm (BRASIL, 1992) e a estação chuvosa é caracterizada por baixa insolação (Figura 2).

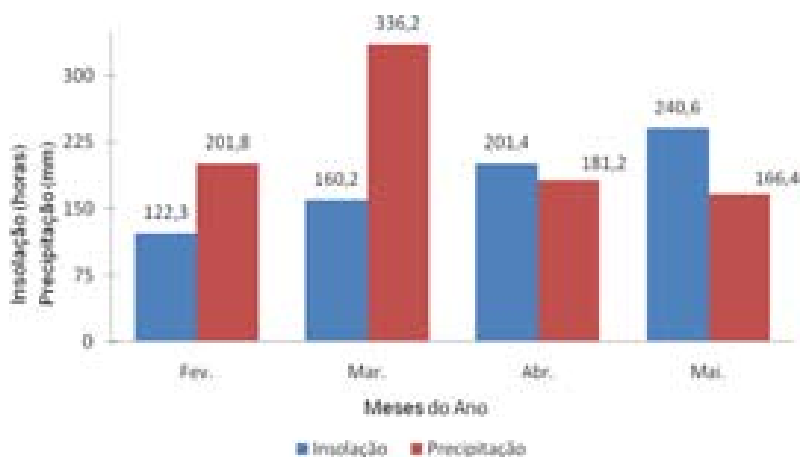


FIGURA 2- Médias de insolação (horas) e precipitação (mm) durante o período experimental (Fevereiro a Maio de 2008).

Fonte: Estação Evaporimétrica da EAEA/UFG.

### 2.3 Caracterização da área experimental

O solo da área experimental é classificado em Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 1999) e para fins de sua caracterização química foram coletadas amostras na profundidade de 0,20 m. Na Tabela 1, são apresentados os dados dos atributos químicos do solo da área experimental antes da instalação do experimento.

TABELA 1 - Atributos químicos do solo da área experimental.

Ca	Mg	CTC	Al	H	P(Mel)	K	pH	V	M.O.
cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>					mg.dm <sup>-3</sup>		CaCl <sub>2</sub>	%	g/kg
4,0	2,0	9,4	0	1,9	17,5	114,0	5,6	67,0	39

Em função dos resultados da análise do solo, foram realizadas as adubações fosfatada e potássica de formação, de acordo com as recomendações de VILELA et al. (2000). No preparo do solo de forma convencional, utilizou-se uma aração, seguida por duas gradagens.

### 2.4 Tratamentos

Os tratamentos foram constituídos por cultivares de milho : ADR- 7010; ADR-500 e BRS-1505; fontes de fósforo: superfosfato simples (SS) e termofosfato (T), as quais foram aplicadas 70 kg.ha<sup>-1</sup> e doses de nitrogênio: 0; 40; 80 e 160 kg.ha<sup>-1</sup> sob forma de uréia, com sistema de colheita em regime de cortes.

### 2.5 Delineamento

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com arranjo fatorial 2 x 3 x 4 (2 fontes de fósforo x 3 cultivares de milho x doses de nitrogênio) com quatro repetições. O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + F_j + D_k + (FD)_{jk} + (CD)_{jk} + (CF)_{ij} + (CFD)_{ijk} + e_{ijkl}, \text{ em que:}$$

$Y_{ijk}$ : valor observado da variável;

$\mu$ : média geral;

$C_i$ : efeito do cultivar  $i$ , com  $i = \text{ADR-500; ADR-7010 e BRS-1501}$ ;

$F_j$ : efeito da fonte  $j$ , com  $j = \text{SS e T}$ ;

$D_k$ : efeito da dose  $k$ , com  $k = 0; 40; 80 \text{ e } 160$ ;

$FD_{jk}$ : efeito da interação doses de N x fonte de P;

$CD_{ik}$ : efeito da interação cultivar x doses de N;

$CF_{ij}$ : efeito da interação cultivar x fonte de P;

$CFD_{ijk}$ : efeito da interação cultivar x fonte de P x doses de N;

$e_{ijk}$ : erro experimental.

## 2.6 Período Experimental

O experimento foi implantado em meados do período chuvoso do ano agrícola de 2008, a cultura foi avaliada entre os meses de março a abril do corrente ano. As análises laboratoriais e estatísticas foram conduzidas no período compreendido entre julho de 2008 a janeiro de 2010.

## 2.7 Implantação do experimento

Foram alocados na área experimental 96 parcelas de 5 x 2 metros lineares. As parcelas eram constituídas por seis linhas (fileiras) de cinco metros lineares, espaçadas de 0,40 m, totalizando 10 m<sup>2</sup>. Foram consideradas bordaduras as duas linhas externas. A semeadura manual em linhas dos cultivares, foi realizada no dia 16 de fevereiro de 2008 com uma taxa de semeadura de 20 sementes puras viáveis (SPV) por metro linear. Juntamente com as sementes foram aplicadas as fontes de fósforo e micronutrientes sob a forma do fertilizante BR-12.

A germinação ocorreu quatro dias após o plantio, no dia 20 de fevereiro de 2008. No dia 02 de março de 2008 foi realizada as adubações potássica com aplicação de  $60 \text{ kg.ha}^{-1}$  de cloreto de potássio e nitrogenada de cobertura de acordo com os tratamentos.

## **2.8 Cortes de avaliação e preparo das amostras**

A idade fisiológica foi o parâmetro utilizado para a realização do corte, o qual foi realizado no momento que antecedeu o processo de emissão da inflorescência (Anexo 1). Os três cortes foram realizados em: 21 de março, 05 de abril e 19 de abril de 2008, manualmente com tesoura de aço. Para fins de avaliação da produção de massa seca foram tomadas duas linhas centrais, excluindo-se 0,50 m das extremidades, procedendo-se os cortes a 0,30 m da superfície do solo. Após cada corte, o material foi levado para o laboratório, onde foi classificado para fins de avaliação em plantas inteiras, folhas e colmos.

As amostras foram levadas à estufa de ventilação forçada a uma temperatura de  $65^{\circ}\text{C}$  por um período de 72 horas. Posteriormente, o material foi submetido à moagem em moinho tipo “Willey” com peneira de 1 mm de diâmetro e finalmente, acondicionado em sacos plásticos.

## **2.9 Variáveis Analisadas**

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Produção Animal da Escola de Medicina Veterinária da UFG, Campus Samambaia.

Determinou-se para a planta inteira e suas frações (lâmina foliar e colmo) o teor de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) segundo metodologia descrita por SILVA & QUEIROZ (2002), os teores de fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com a metodologia proposta por VAN SOEST (1994) e foi estimado por diferença o teor de hemicelulose (HEM).

Para as determinações propostas, as amostras foram homogeneizadas em suas respectivas frações por tratamentos, formando-se uma amostra composta.

## 2.10 Análises Estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo PROC GLM do programa estatístico *Statistical Analysis System* (SAS, 2007). Para verificar a significância das diferenças entre as médias dos tratamentos, foi aplicado o teste Tukey a 5% de probabilidade. Aplicaram-se análises de regressão em função das doses de nitrogênio testando modelos lineares e quadráticos.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se observou interações significativas entre as variáveis pesquisadas. Assim, os resultados serão apresentados com efeitos isolados dos cultivares, fontes de fósforo e doses de nitrogênio.

Em todos os tratamentos verificou-se que houve acréscimo no teor de matéria seca (MS) da planta inteira em função dos cortes (Tabela 2), os quais diferiram ( $P < 0,05$ ) somente por ocasião do terceiro corte. Em experimento com pastagem de milheto, SCARAVELLI et al. (2007) observaram que os teores de MS da planta inteira aumentaram durante o período de utilização da pastagem, com valores médios de 16,03; 18,32 e 25,11%, nos meses de janeiro, fevereiro e março, respectivamente.

Os teores de MS da planta inteira observados nos cultivares diferiram ( $P < 0,05$ ) no primeiro e no segundo corte, com maiores valores referentes ao cultivar BRS-1505, com variação de 10,99 a 12,67%, e menores no cultivar ADR-500, observados em todos os cortes. MELO et al. (2007) analisaram os efeitos de diferentes conteúdos de água no solo, aplicada via irrigação, sobre o rendimento e qualidade forrageira do milheto e observaram teores de MS da planta inteira de 12,04; 11,81; 11,91 e 10,68%, para os tratamentos constituídos por 25; 50; 75 e

100%, de reposição da água. Os autores observaram que o teor de MS reduziu em função do acréscimo de água.

TABELA 2 - Teores médios de matéria seca (MS) em %, da planta inteira de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.

Corte	Cultivares			Fontes de Fósforo		Doses de N (kg.ha <sup>-1</sup> )			
	ADR-7010	ADR-500	BRS-1505	SS	T	0	40	80	160
1º	9,65 <sup>Bb</sup>	9,62 <sup>Bb</sup>	10,99 <sup>Ba</sup>	10,15 <sup>Ba</sup>	10,04 <sup>Ba</sup>	10,94 <sup>Ba</sup>	10,41 <sup>Bab</sup>	9,82 <sup>Bac</sup>	9,08 <sup>Bc</sup>
2º	10,34 <sup>Bab</sup>	9,52 <sup>Bb</sup>	11,16 <sup>Ba</sup>	10,29 <sup>Ba</sup>	10,35 <sup>Ba</sup>	10,67 <sup>Ba</sup>	10,55 <sup>Ba</sup>	10,06 <sup>Ba</sup>	9,99 <sup>Ba</sup>
3º	12,58 <sup>Aa</sup>	12,09 <sup>Aa</sup>	12,67 <sup>Aa</sup>	12,97 <sup>Aa</sup>	11,86 <sup>Ab</sup>	13,00 <sup>Aa</sup>	12,91 <sup>Aa</sup>	12,21 <sup>Aa</sup>	11,68 <sup>Aa</sup>

(SS: superfosfato simples, T: termofosfato; R<sup>2</sup> = 0,57; CV = 14,23).

Letras maiúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

GUIMARÃES JÚNIOR et al. (2005) verificaram teores de MS na planta inteira, superiores: 23,36; 23,08 e 23,08%, para os cultivares de milho CMS-1, BRS-1501 e BN-2, respectivamente, colhidos 82 dias após o plantio. Comportamento semelhante foi relatado por AGUIAR et al. (2006), em experimento com o cultivar IPA-Bulk-1, em solo com textura franco-arenosa, adubado com fertilizante orgânico e inorgânico, quando verificaram teores de MS superiores (22,28%) aos obtidos nesta pesquisa. Entretanto, cabe ressaltar que a colheita da biomassa vegetal do trabalho conduzido por estes autores foi realizada quando 30% das plantas atingiram o florescimento pleno, ou seja, em estágio vegetativo mais avançado ao adotado neste estudo, visto que, o primeiro corte ocorreu 36 dias após a semeadura.

Mesmo com o acréscimo dos teores de MS, paralelamente ao amadurecimento da planta, CARPIM et al. (2008), em estudo com milho em estádios fenológicos (pré-emborrachamento, pré-florescimento e início do florescimento), verificaram que o maior acúmulo de nutrientes ocorreu no estágio fenológico de início do florescimento.

Não houve diferença (P>0,05) entre as fontes fosfatadas, exceto no terceiro corte, em que o maior valor de MS da planta inteira foi verificado quando se

aplicou o superfosfato simples, visto que, por ser uma fonte solúvel, rapidamente o fósforo é disponibilizado à planta. Em estudo com o milho submetido à fertilização com fosforita Alvorada FOLONI et al. (2008) ressaltaram que esta gramínea tem um grande potencial de extrair fósforo do solo. No caso dos termofosfatos a dissolução do fósforo ocorre de forma mais lenta em função de reações químicas com o solo, porém, o fósforo residual poderá ser aproveitado pelas culturas nos anos seguintes e talvez equiparar-se ou até mesmo superar os resultados de fontes solúveis em água, mesmo que parte desse fósforo se transforme em formas menos disponíveis para a cultura (STEFANUTTT et al., 1995).

À medida em que se elevou as doses de nitrogênio os valores de MS reduziram, entretanto, somente no primeiro corte os teores apresentaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre as doses aplicadas com variação de 9,08 a 10,94%, de MS na dose referente a  $160 \text{ kg.ha}^{-1}$  de N e no tratamento controle, respectivamente. Esse comportamento ocorreu devido à ação do nitrogênio sobre a planta, a qual permanece verde por mais tempo e com maior quantidade de folhas, conseqüentemente, há um acúmulo de água e maior proporção de conteúdo celular.

Estes resultados corroboram os relatados por CORREA et al. (2007), quando constataram redução significativa no teor de MS de gramínea tropical, em função da elevação das doses da adubação nitrogenada. De acordo com WHITEHEAD (1995) doses elevadas de nitrogênio podem resultar em redução nos teores de matéria seca. O teor de água na forragem pode ser elevado em resposta a altas doses de nitrogênio, sendo que quando há nitrogênio disponível e nenhum fator limitante, a planta irá crescer e utilizar parte dos seus carboidratos para formar células e protoplasma, neste caso, as células são grandes e com muita porosidade nas paredes, assim o teor de água nesta estrutura é baixo e em contrapartida o protoplasma pode ter um conteúdo de água de até 95% (BAILEY, 1973; REICHARDT, 1985).

Os teores de MS da lâmina foliar não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre os cortes em todos os tratamentos, exceto entre as fontes de fósforo por ocasião do primeiro, quando utilizou-se termofosfato (12,79%). Entre os cultivares observou-se diferença ( $P < 0,05$ ) apenas no primeiro corte, cujo conteúdo máximo foi de 14,26% para o cultivar BRS-1505 (Tabela 3). O mesmo comportamento de elevação dos

teores de MS devido à sucessão dos cortes identificado nos teores de MS da planta inteira também foi observado nos conteúdos de MS da lâmina foliar dos cultivares. Nas plantas em crescimento normal há uma continuidade de água desde o solo até a atmosfera pela planta, quando são também transportados os nutrientes minerais e os produtos orgânicos da fotossíntese, essenciais para seu crescimento e desenvolvimento (REICHARDT, 1985). O autor relatou que a quantidade de água na planta pode variar muito em cada fração, ou seja, em tecido tenro, em pleno crescimento, como é o caso das lâminas foliares do milho por ocasião do primeiro corte, o conteúdo de água pode ser de 80 a 90% e em alguns casos chegar até um máximo de 96%.

TABELA 3 - Teores médios de matéria seca (MS) em %, da fração lâmina foliar de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.

Corte	Cultivares			Fontes de Fósforo		Doses de N (kg.ha <sup>-1</sup> )			
	ADR-7010	ADR-500	BRS-1505	SS	T	0	40	80	160
1º	13,55 <sup>Aab</sup>	12,78 <sup>Ab</sup>	14,26 <sup>Aa</sup>	14,26 <sup>Aa</sup>	12,79 <sup>Bb</sup>	14,75 <sup>Aa</sup>	14,17 <sup>Aab</sup>	12,83 <sup>Abc</sup>	12,43 <sup>Ac</sup>
2º	14,01 <sup>Aa</sup>	14,18 <sup>Aa</sup>	14,59 <sup>Aa</sup>	13,78 <sup>Aa</sup>	14,76 <sup>Aa</sup>	15,43 <sup>Aa</sup>	13,92 <sup>Aa</sup>	13,81 <sup>Aa</sup>	13,94 <sup>Aa</sup>
3º	15,25 <sup>Aa</sup>	15,25 <sup>Aa</sup>	14,80 <sup>Aa</sup>	14,24 <sup>Aa</sup>	15,01 <sup>Aa</sup>	14,76 <sup>Aa</sup>	14,98 <sup>Aa</sup>	15,28 <sup>Aa</sup>	12,23 <sup>Aa</sup>

(SS: superfosfato simples, T: termofosfato; R<sup>2</sup> = 0,48; CV = 10,59).

Letras maiúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

As fontes de fósforo diferiram apenas no primeiro corte, cujo maior teor de MS da lâmina foliar (14,26%), ocorreu quando se utilizou o superfosfato simples. Por ser mais solúvel, o superfosfato simples proporcionou melhores condições de crescimento e com isso menor redução dos conteúdos de água nesta fração. Parte do fósforo aplicado sob a forma de termofosfato pode não ter sido aproveitado pelas plantas, visto que, conforme MALAVOLTA (1980) mais importante que fatores como o tipo de adubo e a fonte fosfatada aplicada é o fenômeno da fixação, o qual faz com que o elemento se desloque pouco no solo por difusão até encontrar a raiz.

Os menores valores de MS foram determinados na dose referente a 160 kg.ha<sup>-1</sup> de N, contudo, por ocasião do segundo e terceiro corte não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os teores. Em experimento com o híbrido de sorgo AG-2501C, submetido à fertilização organo-mineral e fertilização química NEUMANN et al. (2005a) encontraram teores médios de MS na lâmina foliar de 15,1 e 17,5%, respectivamente. Entre o tratamento controle e a dose equivalente a 40 kg.ha<sup>-1</sup> de N e entre as doses de 40 kg.ha<sup>-1</sup> e 80 kg.ha<sup>-1</sup> de N, e ainda entre 80 160 kg.ha<sup>-1</sup> de N, não foram observadas significâncias. Em experimento com capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) NEUMANN et al. (2005b) verificaram teores de MS da lâmina foliar de 18,4; 13,91; 14,28 e 16,79%, em diferentes períodos de avaliação da pastagem.

Em todos os tratamentos os teores de MS do colmo dos cultivares foram inferiores aos determinados para planta inteira e lâmina foliar (Tabela 4). O que pode ser justificado pelas colocações realizadas por MACHADO et al. (2003) quando explicaram que as taxas de acumulação de MS durante as fases iniciais do estágio de desenvolvimento são baixas devido à pequena área foliar da planta e que grande parte da matéria seca produzida durante essa fase vem das folhas e raízes, dessa forma, a fração colmo pode apresentar conteúdos pequenos de MS.

Os menores teores de MS ( $P<0,05$ ) entre os cortes foram verificados no terceiro corte para todos os tratamentos, exceto para o cultivar ADR-7010 e tratamento controle, os quais não diferiram entre os cortes. O intervalo temporal entre os cortes foram de 15 dias entre o primeiro e o segundo corte e 14 dias entre o segundo e o terceiro corte, desta forma, verificou-se que a fração colmo ainda estava tenra, com muita água e com pouca concentração de tecidos firmes de sustentação. Comportamento inverso foi relatado por NEUMANN et al. (2005a) em trabalho com o híbrido de sorgo AG-2501C, quando verificaram teores médios de MS na fração colmo de 9,9; 13,5 e 16,7%, nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, respectivamente. Os autores justificaram esse aumento nos conteúdos de MS do colmo em função do avanço do ciclo produtivo da pastagem, onde ocorre o alongamento do colmo e aumento de carboidratos estruturais e lignina nos tecidos de sustentação da planta.

TABELA 4 - Teores médios de matéria seca (MS) em %, da fração colmo de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.

Corte	Cultivares			Fontes de Fósforo		Doses de N (kg.ha <sup>-1</sup> )			
	ADR-7010	ADR-500	BRS-1505	SS	T	0	40	80	160
1º	6,28 <sup>Aa</sup>	7,08 <sup>Aa</sup>	8,64 <sup>Aa</sup>	7,21 <sup>Aa</sup>	7,11 <sup>Aa</sup>	7,09 <sup>Aa</sup>	7,36 <sup>Aa</sup>	6,13 <sup>Aa</sup>	7,08 <sup>Aa</sup>
2º	6,25 <sup>Aab</sup>	5,99 <sup>Ab</sup>	8,64 <sup>Aa</sup>	6,09 <sup>Aa</sup>	7,86 <sup>Aa</sup>	6,97 <sup>Aa</sup>	6,56 <sup>Aa</sup>	8,27 <sup>Aa</sup>	6,09 <sup>Aa</sup>
3º	4,14 <sup>Aa</sup>	2,19 <sup>Ba</sup>	4,62 <sup>Ba</sup>	3,36 <sup>Ba</sup>	3,94 <sup>Ba</sup>	6,06 <sup>Aa</sup>	3,67 <sup>Ba</sup>	2,07 <sup>Ba</sup>	2,79 <sup>Ba</sup>

(SS: superfosfato simples, T: termofosfato; R<sup>2</sup> = 0,93; CV = 12,69).

Letras maiúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Entre os cultivares observou-se diferença (P<0,05) nos teores obtidos no segundo corte, com maior teor (8,64%) para o cultivar BRS-1505. NEUMANN et al. (2005b) avaliaram diferentes períodos de utilização do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e encontraram teores superiores de MS do colmo, a saber 12,90; 11,83; 12,36 e 15,01%, nos meses de fevereiro, março, abril e maio. Com relação às fontes de fósforo e as doses de nitrogênio avaliadas não se verificou diferença (P>0,05) em nenhum dos cortes efetuados.

Os teores de proteína bruta (PB) da planta inteira não diferiram (P<0,05) em todos os tratamentos (Tabela 5), porém, os maiores teores de proteína bruta foram determinados por ocasião do terceiro corte, o qual diferiu (P<0,05) entre os demais cortes, com valor médio de 18%. A semelhança do que foi observado no terceiro corte, onde foram registrados os maiores teores de PB, KOLLET et al. (2006) estudaram cultivares de milho em três idades de corte (35, 42 e 49 dias) e verificaram teores protéicos médios de 15,36; 16,71 e 16,30%, no primeiro corte e de 19,75; 20,21 e 20,43%, na rebrota para os cultivares Africano, Americano e BN-2, respectivamente. SCARAVELLI et al. (2007) em pastagem de milho cultivar comum, verificaram teores de proteína bruta médios de 18,34 e 16,77% no pré-pastejo e pós-pastejo, sequencialmente.

Valores inferiores foram encontrados por MONKS et al. (2005) em estudo com sistemas de corte da forragem e época de colheita de sementes sobre a produção e qualidade da forragem de milho cultivar comum, quando

encontraram teores de PB de 12,2; 10,76; 9,82 e 11,15%, para o primeiro (dezembro), segundo (janeiro), terceiro (março) e quarto (maio) corte, respectivamente. Os autores atribuíram esta variação ao estágio reprodutivo da planta e o amadurecimento, o qual propicia aumento de folhas senescentes e percentagem de colmo com redução do teor de proteína bruta. NEUMANN et al. (2005a) relataram teores médios de PB na planta inteira de *Sorghum bicolor*, L. de 9,9; 7,5% e 7,2% para os períodos de utilização nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, respectivamente, cuja redução gradual nos teores foi atribuída ao estado avançado do desenvolvimento das plantas.

TABELA 5 - Teores médios de proteína bruta (PB) em %, da planta inteira do milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.

Corte	Cultivares			Fontes de Fósforo		Doses de N (kg.ha <sup>-1</sup> )			
	ADR-7010	ADR-500	BRS-1505	SS	T	0	40	80	160
1º	15,77 <sup>Ba</sup>	14,96 <sup>Ba</sup>	15,34 <sup>Ba</sup>	15,06 <sup>Ba</sup>	15,61 <sup>Ba</sup>	15,17 <sup>Ba</sup>	15,46 <sup>Ba</sup>	14,98 <sup>Ba</sup>	15,74 <sup>Ba</sup>
2º	14,69 <sup>Ba</sup>	15,03 <sup>Ba</sup>	14,72 <sup>Ba</sup>	14,52 <sup>Ba</sup>	15,14 <sup>Ba</sup>	14,37 <sup>Ba</sup>	15,21 <sup>Ba</sup>	14,74 <sup>Ba</sup>	14,91 <sup>Ba</sup>
3º	18,19 <sup>Aa</sup>	17,71 <sup>Aa</sup>	17,99 <sup>Aa</sup>	18,06 <sup>Aa</sup>	17,86 <sup>Aa</sup>	17,79 <sup>Aa</sup>	18,18 <sup>Aa</sup>	17,52 <sup>Aa</sup>	18,36 <sup>Aa</sup>

(SS: superfosfato simples, T: termofosfato; R<sup>2</sup> = 0,54; CV = 16,22).

Letras maiúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

MAGALHÃES et al. (2009) avaliaram cultivares de *Pennisetum purpureum* Schum. submetido a doses de N e encontraram teores de PB na ordem de 9,50; 9,12 e 8,37%, para as doses referentes a 400; 300 e 150 kg.ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente, sendo que os efeitos obtidos pelas maiores doses foram significativos quando comparados a menor dose.

Em estudo com gramínea do mesmo gênero, COSÉR et al. (2008) obtiveram 8,68% de PB quando utilizaram o método de corte para colher a biomassa vegetal e 12,8%, quando adotaram a técnica do pastejo simulado. Conteúdos inferiores de PB foram relatados por GUIMARÃES JÚNIOR et al. (2005) quando cultivaram milho para ensilar e observaram teores de PB de 10,65; 11,68 e 10,51%, nos cultivares CMS-1, BRS-1501 e BN-2, respectivamente. PILAU & LOBATO (2008) trabalharam com milho em pastagem e verificaram teor de

proteína bruta de 14,2% e atribuíram o baixo teor de PB ao avançado estágio vegetativo da planta, 67 dias após a germinação.

Todas as cultivares apresentaram valores adequados de PB, visto que, tais teores podem suprir a necessidade mínima de 7%, de proteína bruta pelos ruminantes, preconizada por MINSON (1983) e MERTENS (1987) para que haja um consumo voluntário adequado da planta forrageira, adequada fermentação e assim propiciar a manutenção animal. Entretanto, essa gramínea se bem manejada, tem potencial para disponibilizar maior quantidade de proteína bruta, assim como foi relatado por BRUM et al. (2008) quando conduziram estudo com pastagem cultivada de milho e encontraram teor médio de PB de 23,7% e por CAMARGO et al. (2009) que obtiveram teor médio de 20% de PB em pastagem de milho.

Com relação às fontes de fósforo, não se observou diferença ( $P > 0,05$ ) entre os teores de PB, cujos valores médios foram 15,88% e 16,20% para a fonte de fósforo superfosfato simples e termofosfato, respectivamente. Em experimento com o nutriente fósforo, COSTA et al. (2005) estudaram os efeitos de doses de P sobre o rendimento e composição química de gramínea tropical e verificaram teores de PB de 11,82; 9,25; 9,15; 8,80 e 8,46%, nas doses referentes a 0, 30, 60, 90 e 120 mg.dm<sup>3</sup> de P, e observaram que os teores de PB reduziram com o acréscimo de fósforo. ANDREWS & KUMAR (1992) relataram que as diferenças observadas na composição química dos cultivares de milho estão condicionadas às variações intrínsecas ao material genético, ao manejo adotado e as condições climáticas.

Como os teores de PB não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre as doses de nitrogênio, pode se considerar que os incrementos a esse parâmetro em função das doses de nitrogênio foram mínimos e que parte do nitrogênio aplicado nas doses mais elevadas tenha sido perdido para o ambiente por volatilização, a qual pode ocorrer quando se aplica uréia em regiões de clima quente. PRIMAVESI et al. (2005) afirmaram que a uréia é muito susceptível a perda por volatilização e, conseqüentemente, mais sensível às condições de manejo de aplicação. Outra forma comum de perda de nitrogênio é via lixiviação do nutriente que pode ocorrer sob chuvas pesadas e em áreas com espaçamento amplo, em que a cultura não teria proporcionado uma boa cobertura do solo (HART & BURTON, 1965).

Outros fatores que podem ter influenciado os altos valores de proteína bruta no tratamento testemunha são o suprimento adequado de nitrogênio no solo e ainda uma possível fixação biológica de nitrogênio pela cultura, o que deve ser melhor investigado em outros experimentos a serem conduzidos.

Comportamento inverso para os teores de PB foram observados por LUPATINI et al. (1996) em estudo com pastagem de milho submetida a fertilização nitrogenada, quando verificaram teores de PB de 6,9; 12,2 e 14,2%, para as doses de N referentes a 0, 150 e 300 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente; MESQUITA et al. (2000) em trabalho com a forragem pós-colheita de sementes de milho, em que os teores de PB aumentaram linearmente com as doses de N (0, 60, 120 e 180 kg.ha<sup>-1</sup>), os quais variaram entre 6,0 e 8,0%; MENEGATTI et al. (2002) trabalharam com fertilização nitrogenada e observaram que houve incremento no teor e rendimento de PB até a maior dose utilizada (400 kg.ha<sup>-1</sup> de N) e por BENETT et al. (2008) em experimento com gramínea tropical submetida à fertilização nitrogenada sob três fontes (Entec, sulfato de amônio e uréia) quando observaram incrementos nos teores de proteína bruta, independentemente da fonte nitrogenada utilizada com aplicação de no máximo 200 kg.ha<sup>-1</sup> de N.

Equações de regressão foram estimadas para os cultivares em função das doses de nitrogênio aplicadas (Figura 3). Observou-se que os teores de proteína bruta da planta inteira do cultivar ADR-7010, aumentaram linearmente quando se utilizou o superfosfato simples como fonte de fósforo, comportamento inverso ao que ocorreu com a aplicação do termofosfato. Este mesmo efeito de redução dos conteúdos foi observado para o cultivar ADR-500, entretanto, neste caso, ocorreu tanto para o termofosfato como para o superfosfato simples. Verificou-se que para o cultivar BRS-1505, o efeito foi quadrático com acréscimos nos teores de PB até próximo a dose equivalente a 80 kg.ha<sup>-1</sup> de N, com redução a partir deste ponto para a fonte fosfatada termofosfato, enquanto que, comportamento contrário ocorreu quando utilizou-se o superfosfato simples.

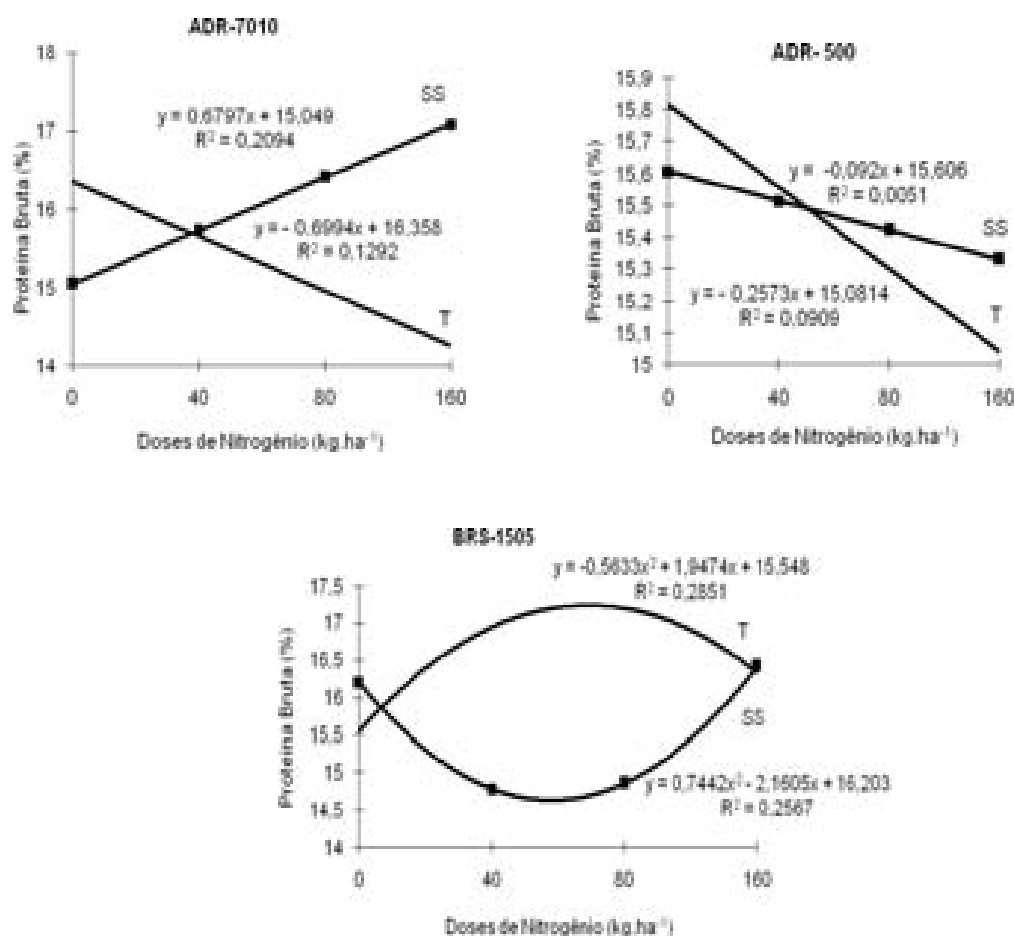


FIGURA 3 - Teores médios de proteína bruta (PB) em %, da planta inteira dos cultivares submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio. (SS: superfosfato simples, T: termofosfato).

Houve diferença ( $P < 0,05$ ) nos teores de PB da lâmina foliar em todos os tratamentos, exceto entre os cultivares por ocasião do terceiro corte, também se verificou que houve redução do teor de PB, em função dos cortes, os quais diferiram em todos os tratamentos (Tabela 6). Comportamento semelhante foi observado por GUIDELI et al. (2000) quando observaram teores de PB do milho na lâmina foliar de 25,4; 21,3; 17,7 e 14,6%, no primeiro, segundo, terceiro e quarto corte, respectivamente. Teores inferiores em gramínea de grande porte (*Sorghum bicolor*, L.) foram encontrados por NEUMANN et al. (2005a), cujos teores médios foram 14,2; 13,1 e 14,0%, em diferentes períodos de utilização, respectivamente e por QUEIROZ et al. (2000) quando relataram teores de PB na lâmina foliar de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) cultivar Mott., na ordem de 11,6 e 12,6%, para perflhos no topo e na base, respectivamente.

TABELA 6 - Teores médios de proteína bruta (PB) em %, da fração lâmina foliar de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.

Corte	Cultivares			Fontes de Fósforo		Doses de N (kg.ha <sup>-1</sup> )			
	ADR-7010	ADR-500	BRS-1505	SS	T	0	40	80	160
1º	19,17 <sup>Ab</sup>	19,90 <sup>Aab</sup>	20,87 <sup>Aa</sup>	19,29 <sup>Ab</sup>	20,67 <sup>Aa</sup>	19,34 <sup>Ab</sup>	19,33 <sup>Ab</sup>	20,25 <sup>Aab</sup>	21,01 <sup>Aa</sup>
2º	20,02 <sup>Aa</sup>	18,98 <sup>Abb</sup>	18,87 <sup>Bb</sup>	19,88 <sup>Aa</sup>	18,71 <sup>Bb</sup>	19,27 <sup>Aab</sup>	18,68 <sup>Ab</sup>	19,38 <sup>ABab</sup>	19,85 <sup>Aba</sup>
3º	17,52 <sup>Ba</sup>	17,70 <sup>Ba</sup>	17,32 <sup>Ca</sup>	17,19 <sup>Ba</sup>	17,98 <sup>Ba</sup>	17,66 <sup>Bab</sup>	16,30 <sup>Bb</sup>	17,81 <sup>Ba</sup>	18,13 <sup>Ba</sup>

(SS: superfosfato simples, T: termofosfato; R<sup>2</sup> = 0,66; CV = 6,01).

Letras maiúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

De uma forma geral, a lâmina foliar apresentou maiores teores de PB, quando comparados aos teores encontrados na planta inteira. No primeiro corte o cultivar BRS-1505, apresentou maior teor protéico (20,87%), enquanto que no segundo corte o cultivar com maior teor foi o ADR-7010. Essa maior concentração de PB na fração da lâmina foliar pode ser contextualizada pelas colocações de CARELLI & FAHL (1991), de que, o nitrogênio absorvido pelas plantas, em sua grande maioria na forma de nitrato, pode ser assimilado pelas raízes ou na parte aérea, contudo a parcela com que cada sistema contribui para essa assimilação de nitrogênio pela planta pode variar muito com a espécie e as condições ambientais. Assim, o milho reduz nitrato tanto nas raízes como nas folhas, entretanto, os níveis de nitrato são mais altos na parte aérea. Vale ressaltar que, o rendimento médio de proteína bruta na fração lâmina foliar acompanhou sistematicamente a curva de produção de massa seca, sendo que à medida que aumentou a produção de massa seca, aumentaram também o teor de proteína bruta.

Entre as fontes fosfatadas observou-se que o maior valor de PB foi obtido quando se utilizou termofosfato no primeiro corte (20,67%). Quanto à importância do fósforo para as forrageiras, SANTOS et al. (2006) ressaltaram que esse nutriente influencia diretamente o crescimento do sistema radicular, o perfilhamento e é fundamental para maior produtividade e persistência das forrageiras, portanto, está relacionado à concentração de PB da forrageira.

As doses mais elevadas de nitrogênio proporcionaram melhores resultados de PB, com valor máximo de 21,01%, na doses equivalente a 160 kg.ha<sup>-1</sup>

<sup>1</sup> de N. Como sugerido por MAGALHÃES et al. (2007), os elevados teores de PB em todas as frações da planta nas doses mais altas de adubação indicaram que boa quantidade de nitrogênio ficou nos tecidos das plantas, possivelmente na forma inorgânica. Resultados semelhantes foram encontrados por HERINGER & MOOJEN (2002) quando trabalharam com fertilização nitrogenada e verificaram que o nitrogênio propiciou aumentos nos teores de PB em todas as frações da planta no dossel da pastagem, com teor máximo de PB na lâmina foliar de 29%, no estrato de 0,10 a 0,20 m, e dose de N de 600 kg.ha<sup>-1</sup>. Em estudo com capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) com irrigação e adubação nitrogenada, VITOR et al. (2009) observaram que o teor de proteína bruta na matéria seca de lâminas foliares + pseudocolmo aumentou linearmente com as doses de nitrogênio, com valor de 10,65%, de PB na dose de nitrogênio de 700 kg.ha<sup>-1</sup>.

Entre os teores de PB obtidos com aplicação do tratamento controle e da dose de 40 kg.ha<sup>-1</sup> de N, não houve diferença (P>0,05). O mesmo desempenho foi observado entre as doses de 80 kg.ha<sup>-1</sup> de N a 160 kg.ha<sup>-1</sup> de N.

Os menores teores de PB foram determinados na fração do colmo, em que se verificou diferença (P<0,05) somente entre os cultivares e as fontes de fósforo (Tabela 7). Entre os cortes observou-se diferença (P<0,05) para todos os cultivares, para a fonte fosfatada superfosfato simples e apenas na dose referente a 160 kg.ha<sup>-1</sup>. Entretanto, em todos os tratamentos os conteúdos de PB do colmo foram superiores a 7%.

Quando conduziram experimento com milho semeado em duas épocas distintas e submetido à adubação nitrogenada GUIDELI et al. (2000) encontraram valores médios de PB do colmo de 18,5; 14,8; 9,9 e 7,7%, para o primeiro, segundo, terceiro e quarto cortes realizados no milho semeado em novembro e de 18,2 e 17,2% no primeiro e segundo corte do milho, semeado em março. NEUMANN et al. (2005a) relataram teores inferiores de PB da fração colmo do sorgo (*Sorghum bicolor*, L.) submetida à fertilização organo-mineral e química, sendo eles: 5,8; 5,2 e 5,5%, nos períodos de utilização nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, respectivamente.

TABELA 7 - Teores médios de proteína bruta (PB) em %, da fração colmo de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.

Corte	Cultivares			Fontes de Fósforo		Doses de N (kg.ha <sup>-1</sup> )			
	ADR-7010	ADR-500	BRS-1505	SS	T	0	40	80	160
1º	11,71 <sup>Aa</sup>	12,68 <sup>Aa</sup>	13,92 <sup>Aa</sup>	11,94 <sup>Ab</sup>	13,69 <sup>Aa</sup>	13,05 <sup>Aa</sup>	11,44 <sup>Aa</sup>	12,51 <sup>Aa</sup>	14,04 <sup>Aa</sup>
2º	10,74 <sup>Aba</sup>	10,04 <sup>Ba</sup>	10,44 <sup>Ba</sup>	10,97 <sup>Aa</sup>	9,84 <sup>Bb</sup>	9,95 <sup>Aa</sup>	10,82 <sup>Aa</sup>	9,80 <sup>Aa</sup>	11,02 <sup>Ba</sup>
3º	8,90 <sup>Bb</sup>	11,74 <sup>ABab</sup>	13,25 <sup>Aa</sup>	11,41 <sup>Aa</sup>	11,34 <sup>Ba</sup>	11,10 <sup>Aa</sup>	9,66 <sup>Aa</sup>	12,38 <sup>Aa</sup>	12,88 <sup>ABa</sup>

(SS: superfosfato simples, T: termofosfato; R<sup>2</sup> = 0,53; CV = 17,51).

Letras maiúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

O comportamento de redução dos teores de PB em função dos cortes, também foi evidenciado na fração colmo. De acordo com SCHEFFER-BASSO et al. (2004), os quais verificaram teor mínimo de PB no colmo de milho da ordem de 2%, ao final do ciclo da cultura, este decréscimo na concentração de PB de folhas e caules, em função do avanço do tempo de crescimento, é esperado devido ao estágio de desenvolvimento em que as plantas se encontram.

Dentre os cultivares, apenas no terceiro corte houve diferença (P<0,05) com maior teor de proteína bruta determinado no cultivar BRS-1505 (13,25%) e menor no cultivar ADR-7010 (8,90%). Teores semelhantes e superiores ao observado neste estudo foram relatados por QUEIROZ et al. (2000) em experimento com capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) cultivar Mott. quando encontraram teores de PB na fração colmo de 20,8 e 9,3%, inseridos no topo e na base dos perfilhos, respectivamente.

O termofosfato promoveu maior conteúdo de PB no primeiro corte (13,69%) e no segundo corte o superfosfato simples apresentou maior concentração (10,97%), o terceiro corte, não houve diferença (P>0,05). A fertilização fosfatada estimula a absorção do nitrogênio pela planta como consequência da deficiência de P do solo e de acréscimo da eficiência no ciclo do nitrogênio (SHUNKE, 2001). Portanto, para que haja desempenho adequado da forrageira submetida à adubação nitrogenada é necessário o correto suprimento do P.

As doses de N não propiciaram incrementos significativos aos teores de PB, porém, cujo teor máximo foi observado na dose referente a 160 kg.ha<sup>-1</sup> (14,04). O inverso foi relatado por HERINGER & MOOJEN (2002) em estudo com pastagem de milho sob adubação nitrogenada, ocasião em que verificaram valores de PB na fração colmo de 4,0; 8,3; 14,9; 19,1 e 22,7%, no estrato de 0 a 0,10 m, 4,0; 7,4; 14,2; 21,2; e 21,8%, no estrato de 0,10 a 0,20 m e de 9,7; 17,1; 19,6 e 28,7%, no estrato superior a 0,30 m, para as doses referentes a 0, 100, 300, 450 e 600 kg.ha<sup>-1</sup> de N.

A quantificação da concentração de fibra em detergente ácido (FDA) é fundamental para as projeções da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), visto que, a mesma correlaciona-se linear e negativamente com a digestibilidade. Entretanto, esta associação linear negativa naturalmente depende de diversos fatores, entre os quais citam-se a espécie forrageira, o clima, o solo e ainda, o manejo aplicado (VAN SOEST, 1994).

Os teores de FDA da planta inteira não apresentaram diferença ( $P > 0,05$ ) entre os cultivares avaliados (Tabela 8). Tais conteúdos foram maiores que o valor máximo para FDA preconizado por MERTENS (1994), em que segundo esse autor a FDA indica a quantidade de fibra que não é digestível, pois contém uma maior proporção de lignina. Com isso, quanto menor o teor de FDA (ideal de até 30%), maior será o consumo de biomassa pelo animal.

TABELA 8 - Teores médios de fibra em detergente ácido (FDA) em %, na planta inteira de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.

Corte	Cultivares			Fontes de Fósforo		Doses de N (kg.ha <sup>-1</sup> )			
	ADR-7010	ADR-500	BRS-1505	SS	T	0	40	80	160
1º	31,33 <sup>Ba</sup>	29,94 <sup>Ba</sup>	29,90 <sup>Ba</sup>	30,81 <sup>Ba</sup>	29,97 <sup>Ba</sup>	31,03 <sup>Ba</sup>	32,08 <sup>Aa</sup>	29,61 <sup>Bab</sup>	28,83 <sup>Bb</sup>
2º	33,48 <sup>Aa</sup>	33,60 <sup>Aa</sup>	32,57 <sup>Aa</sup>	33,59 <sup>Aa</sup>	32,83 <sup>Aa</sup>	33,74 <sup>Aa</sup>	32,58 <sup>Aba</sup>	33,65 <sup>Aa</sup>	32,86 <sup>Aa</sup>
3º	33,24 <sup>ABa</sup>	33,81 <sup>Aa</sup>	32,45 <sup>Aa</sup>	33,10 <sup>Aa</sup>	33,30 <sup>Aa</sup>	33,85 <sup>Aa</sup>	33,38 <sup>Aa</sup>	32,86 <sup>Aa</sup>	32,82 <sup>Aa</sup>

(SS: superfosfato simples, T: termofosfato;  $R^2 = 0,67$ ; CV = 4,73).

Letras maiúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Os teores FDA aumentaram em todos os tratamentos, devido à sucessão dos cortes ( $P < 0,01$ ), isso ocorreu em função do amadurecimento da planta, em que os tecidos vegetais ficaram mais lignificados, com maior proporção de parede celular. Este comportamento corrobora os resultados relatados por MARTINS-COSTA et al. (2008). Conforme QUESADA et al. (2004), os valores percentuais de FDA e seus componentes, variam com o intervalo entre cortes, e também com a umidade ocorrida no período de crescimento das plantas, e é inversamente proporcional aos teores de proteína das plantas. Valor de FDA na planta inteira inferior ao verificado nesse estudo foi relatado por BRUM et al. (2008), que encontraram 25,61% de FDA em pastagem de milho.

Dentre as fontes fosfatadas os teores de FDA não diferiram ( $P > 0,05$ ), com valor médio de 31,778%. Teores superiores foram quantificados por MAIA et al. (2000) quando encontraram teores de FDA em cultivares de milho cultivado na safrinha sem adubação adicional e verificaram teores de 40,87; 41,01 e 40,53%, para os cultivares comum, BN-2 e CMS 02, sequencialmente MULLER et al. (2006), relataram teores de FDA de 47,63 e 51,43%, na planta inteira de milho colhido aos 10 e 20 dias após a semeadura, respectivamente.

Em trabalho conduzido com gramínea tropical de grande porte pesquisadores verificaram teores de FDA na planta inteira superiores, mesmo quando avaliaram a planta forrageira na faixa etária em que foram realizadas as análises deste estudo, a saber: SANTOS et al. (2003) verificaram teores encontrados de FDA para o capim-elefante cultivar pioneiro de 38,32% e para o cultivar Mott de 36,92% de FDA; SILVA et al. (2007) relataram teores de FDA no capim-elefante de 39,23; 40,69; 43,93; 45,53, e 47,11% nas idades de 33, 48, 63, 78 e 93 dias de rebrota, respectivamente; MARTINS-COSTA et al. (2008) avaliaram o capim-elefante em várias idades de corte e observaram que os teores de FDA aumentaram com o avanço da idade de corte, médias de 44,20; 41,37; 41,73; 46,94; 49,40 e 47,81% para 30, 45, 60, 75, 90 e 105 dias de crescimento vegetativo, respectivamente.

Os menores teores de FDA da planta inteira foram obtidos quando aplicou-se as maiores doses de N, em que, observou-se diferença ( $P < 0,05$ ) apenas por ocasião do primeiro corte, com variação de 28,83 e 32,08%, nas doses referentes a 160 kg.ha<sup>-1</sup> e 40 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. MISTURA et al. (2007)

verificaram que os teores de FDA da planta inteira aumentaram de forma linear em função das doses de nitrogênio (100, 200, 300, 400 kg.ha<sup>-1</sup> de N).

Os teores de FDA da fração lâmina foliar nos cortes diferiram ( $P < 0,05$ ) apenas para o cultivar ADR-500 e entre as duas fontes fosfatadas utilizadas. Dentre os cultivares os teores de FDA na lâmina foliar somente diferiram por ocasião do segundo corte, cujo cultivar ADR-500, apresentou menor conteúdo (28,84%) (Tabela 9). QUEIROZ et al. (2000) avaliaram os conteúdos de FDA da lâmina foliar de capim-elefante cultivar Mott e observaram teor de 39,5% de FDA na lâmina amostrada no topo e 29,9% na lâmina da base de perfilhos.

TABELA 9 - Teores médios de fibra em detergente ácido (FDA) em %, da fração lâmina foliar de cultivares de milheto submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.

Corte	Cultivares			Fontes de Fósforo		Doses de N (kg.ha <sup>-1</sup> )			
	ADR-7010	ADR-500	BRS-1505	SS	T	0	40	80	160
1º	33,36 <sup>Aa</sup>	32,90 <sup>Aa</sup>	31,96 <sup>Aa</sup>	33,53 <sup>Aa</sup>	31,93 <sup>Aba</sup>	34,85 <sup>Aa</sup>	32,34 <sup>Aa</sup>	31,24 <sup>Aa</sup>	32,51 <sup>Aa</sup>
2º	30,80 <sup>Aa</sup>	28,84 <sup>Cb</sup>	30,25 <sup>Aab</sup>	30,06 <sup>Ba</sup>	29,85 <sup>Ba</sup>	30,75 <sup>Aa</sup>	29,71 <sup>Aa</sup>	29,54 <sup>Aa</sup>	29,85 <sup>Aa</sup>
3º	32,80 <sup>Aa</sup>	30,80 <sup>Ba</sup>	31,47 <sup>Aa</sup>	30,94 <sup>Ba</sup>	33,08 <sup>Aa</sup>	31,39 <sup>Aa</sup>	31,60 <sup>Aa</sup>	31,67 <sup>Aa</sup>	32,65 <sup>Aa</sup>

(SS: superfosfato simples, T: termofosfato;  $R^2 = 0,57$ ; CV = 6,71).

Letras maiúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Os teores médios da FDA na lâmina foliar entre as fontes fosfatadas foi de aproximadamente 30%. As doses de nitrogênio aplicadas não alteraram os teores da FDA em todos os cortes efetuados, cujo teor máximo foi de 34,85% no tratamento controle. QUESADA et al. (2004) observaram teores de FDA na lâmina foliar de cultivares de capim-elefante, sem e com fertilização nitrogenada (100 kg.ha<sup>-1</sup> de N) e observaram teores de 43,26 e 45,94%, (Gramafante), 46,32 e 45,02%, (Cameroon) e 43,9 e 41,87%, (BAG 02), respectivamente. MISTURA et al. (2007) conduziram experimento com capim-elefante cultivar Napier submetido à fertilização nitrogenada e verificaram que os teores de FDA nas lâminas foliares aumentaram de forma linear crescente em função das doses N.

Teores semelhantes e superiores de FDA em lâmina foliar foram relatados por LOPES et al. (2005), os quais registraram teores de FDA na lâmina foliar de capim-elefante de 33,8; 34,2; 34,8% e 34,2; 31,9; 32,1; 33,5 e 32,9%, para os tratamentos de 400 + 360; 300 + 240; 200 + 160 e 100 + 80 kg.ha<sup>-1</sup> de N + K, irrigado e em sequeiro respectivamente.

Os valores de FDA da fração colmo aumentaram com a sucessão dos cortes (P<0,01), os quais atingiram valores máximos com relação aos encontrados para planta inteira e fração lâmina foliar (Tabela 10). Esse acréscimo nos teores de FDA observados entre o primeiro e os demais cortes, o que pode ser atribuído não somente ao avanço no estágio vegetativo da planta, mas também a redução da ocorrência de chuvas no período citado.

Dentre os cultivares, observou-se diferença (P<0,05) no segundo corte, com menor valor encontrado para o cultivar BRS-1505 (33,36%). Valores semelhantes foram relatados por QUEIROZ et al. (2000) em trabalho com capim-elefante cultivar Mott, cujos teores foram 23,7% de FDA na fração colmo, amostrada no topo e 34,0%, na lâmina da base de perfilhos. NEUMANN et al. (2008) obtiveram teores de FDA em sorgo de 38,78 a 48,43%.

As fontes fosfatadas não diferiram entre os teores de FDA da fração colmo, assim como a adubação nitrogenada, que não exerceu influência sobre os valores de FDA do colmo, cujo teor máximo foi de 37,21%.

TABELA 10 - Teores médios de fibra em detergente ácido (FDA) em %, na fração colmo de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.

Corte	Cultivares			Fontes de Fósforo		Doses de N (kg.ha <sup>-1</sup> )			
	ADR-7010	ADR-500	BRS-1505	SS	T	0	40	80	160
1º	28,43 <sup>Ba</sup>	27,47 <sup>Ba</sup>	28,10 <sup>Ba</sup>	28,16 <sup>Ba</sup>	27,85 <sup>Ba</sup>	27,04 <sup>Ba</sup>	28,85 <sup>Ba</sup>	28,89 <sup>Ba</sup>	27,04 <sup>Ba</sup>
2º	37,51 <sup>Aa</sup>	37,03 <sup>Aa</sup>	33,36 <sup>Ab</sup>	36,50 <sup>Aa</sup>	35,44 <sup>Aa</sup>	35,36 <sup>Aa</sup>	35,05 <sup>Aa</sup>	37,21 <sup>Aa</sup>	36,23 <sup>Aa</sup>
3º	36,10 <sup>Aa</sup>	34,07 <sup>Aa</sup>	34,50 <sup>Aa</sup>	34,86 <sup>Aa</sup>	35,14 <sup>Aa</sup>	34,68 <sup>Aa</sup>	35,51 <sup>Aa</sup>	34,60 <sup>Aa</sup>	34,77 <sup>Aa</sup>

(SS: superfosfato simples, T: termofosfato; R<sup>2</sup> = 0,87; CV = 6,52).

Letras maiúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os valores de fibra em detergente neutro obtidos para planta inteira ficaram abaixo da faixa de 60% e diferiram ( $P < 0,05$ ) entre os cortes, cultivares e fontes fosfatadas (Tabela 11). Os conteúdos de FDN dentre todos os constituintes da planta forrageira, é o fator que está mais associado ao consumo animal e pode ocasionar o efeito de enchimento do rúmen se for superior a 60%. Entretanto, a fibra é essencial para os ruminantes, já que os ácidos graxos voláteis produzidos pela fibra durante a fermentação ruminal são as principais fontes de energia para o animal (VAN SOEST, 1994; MERTENS, 2001).

TABELA 11 - Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN) em %, na planta inteira de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.

Corte	Cultivares			Fontes de Fósforo		Doses de N ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )			
	ADR-7010	ADR-500	BRS-1505	SS	T	0	40	80	160
1º	58,39 <sup>Aa</sup>	57,15 <sup>Aa</sup>	56,96 <sup>Ba</sup>	59,01 <sup>Aa</sup>	56,00 <sup>Bb</sup>	58,17 <sup>Aa</sup>	58,58 <sup>Aa</sup>	56,36 <sup>Ba</sup>	56,89 <sup>Ba</sup>
2º	58,85 <sup>Aab</sup>	57,59 <sup>Ab</sup>	59,67 <sup>Aa</sup>	58,35 <sup>Aa</sup>	59,06 <sup>Aa</sup>	59,02 <sup>Aa</sup>	58,73 <sup>Aa</sup>	58,59 <sup>Aa</sup>	58,47 <sup>Aa</sup>
3º	55,10 <sup>Bb</sup>	58,29 <sup>Aa</sup>	57,11 <sup>Bab</sup>	56,25 <sup>Ba</sup>	57,34 <sup>ABa</sup>	56,48 <sup>Ba</sup>	56,30 <sup>Ba</sup>	56,68 <sup>Ba</sup>	57,77 <sup>ABa</sup>

(SS: superfosfato simples, T: termofosfato;  $R^2 = 0,32$ ;  $CV = 4,1$ ).

Letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Letras maiúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Entre os cultivares, as diferenças ( $p < 0,01$ ) somente foram verificadas por ocasião do segundo e terceiro corte com menores teores de 57,59 e 55,10%, para os cultivares ADR-500 e ADR-7010, respectivamente. Teores de FDN superiores aos encontrados para a planta inteira e suas frações em todos os tratamentos foram relatados por MAIA et al. (2000) em experimento com os cultivares de milho comum, BN-2 e CMS 02, com valores médios de FDN de 66,85; 67,19 e 68,80%, respectivamente; AGUIAR et al. (2006) avaliaram a planta inteira do milho cultivar IPA-Bulk -1 e verificaram teor de FDN de 64,33% em plantas em estágio vegetativo reprodutivo; PILAU & LOBATO (2008) obtiveram 66% de FDN em biomassa vegetal de pastagem de milho colhida aos 67 dias após a germinação e por COSÉR et al. (2008) que utilizaram o método de corte para colher a biomassa vegetal e relatam teor de 65,5% e quando adotaram a técnica do

pastejo simulado de 66,2%. Em experimento com gramínea do mesmo gênero SANTOS et al. (2003) encontraram teores de FDN para o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) cultivar pioneiro de 68,08% e para o cultivar Mott de 69,61% de FDN.

O menor teor de FDN (56%) foi observado para a planta inteira com utilização da fonte fosfatada termofosfato apenas no primeiro corte, enquanto, nos demais cortes não foi observada diferença ( $P>0,05$ ) entre as fontes. BOMFIM et al. (2003), em estudo com adubação fosfatada em planta forrageira tropical observaram que a aplicação de fósforo resultou em maiores concentrações de fibras. Em contrapartida, PATÊS et al. (2008) trabalharam com forrageira e relataram que os efeitos da fertilização nitrogenada e fosfatada, assim como a interação desses fatores não foram significativos sobre os conteúdos de FDN.

MARTINS-COSTA et al. (2008) avaliaram o capim-elefante em várias idades de corte e observaram que os teores de FDN aumentaram com o avanço da idade de corte, cujos valores médios foram: 69,49; 68,70; 73,94; 79,87; 76,67 e 78,85%, para as idades de 30, 45, 60, 75, 90 e 105 dias de crescimento vegetativo, respectivamente.

Os teores de FDN da planta inteira encontrados em função das doses de N não diferiram ( $P>0,05$ ) com teor máximo de 59% no tratamento controle. Em experimento conduzido com cultivares de capim-elefante em diferentes idades de corte e submetido à fertilização nitrogenada, MAGALHÃES et al. (2009) relataram teores de FDN em função das doses de N superiores aos observados nessa pesquisa, com teores médios de 70,39; 70,32 e 70,70%, nas doses referentes a 150, 300 e 450 kg.ha<sup>-1</sup> de N, os quais não foram significativos entre si, comportamento semelhante como ao verificado nesse estudo.

Mesmo quando cultivado de forma hidropônica o milho apresentou valores de FDN acima de 60% em estudo realizado por MULLER et al. (2006), uma vez colhido aos 10 dias, o conteúdo de FDN foi de 63,66% e quando aos 20 dias foi de 68,01. Segundo os autores, este acréscimo no teor de fibra ocorreu em função da maturidade da planta, pois, com o avanço do ciclo, ocorre aumento no teor de lignina e aumento e espessamento da parede celular nos tecidos da planta, devido, principalmente, à diminuição da relação folha/colmo.

Os tratamentos aplicados propiciaram biomassa vegetal com teores nutricionais satisfatórios de fibra em detergente neutro na planta inteira, visto que, tais teores podem promover adequada fermentação ruminal e conseqüentemente, se outros fatores não forem limitantes, bom desempenho animal.

Os valores obtidos de FDN na fração da lâmina foliar foram semelhantes e alguns superiores aos obtidos para a planta inteira (Tabela 12). Houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre os cortes somente quando aplicou-se a dose referente a  $160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de N, o qual apresentou teor máximo de FDN (63,81%). O amadurecimento da planta ocasiona acréscimo nos teores de fibra e redução nos teores de proteína bruta, assim como foi observado nesse estudo com os teores de PB da fração lâmina foliar. As diferenças ( $P < 0,05$ ) entre os cultivares e as fontes de fósforo foram observadas somente no primeiro corte, enquanto, entre as doses, os teores de FDN diferiram por ocasião do terceiro corte.

TABELA 12 - Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN) em %, na fração lâmina foliar de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.

Corte	Cultivares			Fontes de Fósforo		Doses de N ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ )			
	ADR-7010	ADR-500	BRS-1505	SS	T	0	40	80	160
1º	60,75 <sup>Aa</sup>	59,34 <sup>Aab</sup>	58,93 <sup>Aa</sup>	60,69 <sup>Aa</sup>	58,64 <sup>Ab</sup>	60,51 <sup>Aa</sup>	60,04 <sup>Aa</sup>	58,88 <sup>Aa</sup>	59,24 <sup>Ba</sup>
2º	59,83 <sup>Aa</sup>	58,11 <sup>Aa</sup>	59,87 <sup>Aa</sup>	58,58 <sup>Aa</sup>	59,29 <sup>Aa</sup>	58,71 <sup>Aa</sup>	58,77 <sup>Aa</sup>	59,79 <sup>Aa</sup>	59,48 <sup>Ba</sup>
3º	59,32 <sup>Aa</sup>	59,43 <sup>Aa</sup>	61,45 <sup>Aa</sup>	59,04 <sup>Aa</sup>	61,67 <sup>Aa</sup>	60,18 <sup>Aab</sup>	57,58 <sup>Ab</sup>	58,93 <sup>Aab</sup>	63,81 <sup>Aa</sup>

(SS: superfosfato simples, T: termofosfato;  $R^2 = 0,31$ ; CV = 4,37).

Letras maiúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Dentre os cultivares, o maior teor de FDN foi quantificado no primeiro corte para o ADR-7010 (60,75%), enquanto o menor foi verificado para BRS-1505 (58,93%). Teores semelhantes e superiores aos obtidos no presente estudo foram relatados por QUEIROZ et al. (2000) quando avaliaram as frações dos perfilhos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, cv. Mott) em dois níveis de inserção (Topo e base) e encontraram teores de FDN para a fração lâmina foliar de 69,3% (topo) e

50,0% (base) e por SILVA et al. (2007) em experimento com capim-Elefante, determinaram teores de FDN de 60,62%; 63,47%; 67,68%; 69,58% e 69,23% nas idades de 33, 48, 63, 78 e 93 dias de rebrota, respectivamente.

O superfosfato simples promoveu ( $P < 0,05$ ) teor máximo (60,69%) de FDN na lâmina foliar no primeiro corte. Os demais teores foram todos inferiores a 60%. As doses de N apresentaram diferença ( $P < 0,05$ ) apenas no último corte com variação de 63,81 a 57,58%, de FDN nas doses referentes a 160 kg.ha<sup>-1</sup> de N e 40 kg.ha<sup>-1</sup> de N. Valores superiores foram relatados por MELLO et al. (2003) quando avaliaram sorgo interespecífico AG-2501C, submetido a dois cortes e verificaram teores de FDN de 70,87 e 74,28%, colhidos aos 50 e 85 dias após a emergência e por LOPES et al. (2005) que verificaram teores de FDN na lâmina foliar de capim-elefante de 67,5; 68,9; 68,7% e 66,3; 67,5; 69,2; 70,7 e 70,0%, para os tratamentos de 400 + 360; 300 + 240; 200 + 160 e 100 + 80 kg.ha<sup>-1</sup> de N + K, irrigado e em sequeiro respectivamente.

VITOR et al. (2009) ressaltaram que os teores de FDN do capim-elefante decresceram com a elevação das doses de N. Nesse sentido, CORSI (1984) discorreu e sobre os benefícios da fertilização nitrogenada sobre os conteúdos de FDN, e afirmou que o nitrogênio pode reduzir esses conteúdos através do estímulo ao crescimento de tecidos jovem rápido, com menores teores de carboidratos estruturais. Entretanto, boas condições climáticas atrelada ao nitrogênio podem acarretar rápido desenvolvimento da planta, com maiores teores de folhas senescentes e teores de fibra.

Os maiores teores de FDN foram observados na fração colmo, os quais apresentaram alguns valores superiores a 60% (Tabela 13). Naturalmente, plantas de grande porte, possuem maior teor de fibras no colmo quando comparadas as folhas (QESADA et al., 2004).

Os cortes diferiram ( $P < 0,05$ ) em todos os tratamentos com menores teores obtidos no primeiro corte, quando a planta apresentou menores teores de matéria seca e conseqüentemente maior proporção de conteúdo celular.

TABELA 13 - Teores de fibra em detergente neutro (FDN) em %, na fração colmo de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.

Corte	Cultivares			Fontes de Fósforo		Doses de N (kg.ha <sup>-1</sup> )			
	ADR-7010	ADR-500	BRS-1505	SS	T	0	40	80	160
1º	57,57 <sup>Ca</sup>	55,99 <sup>Ba</sup>	57,99 <sup>Ba</sup>	58,10 <sup>Ba</sup>	56,29 <sup>Bb</sup>	57,55 <sup>Bab</sup>	58,84 <sup>Ba</sup>	56,83 <sup>Bab</sup>	55,54 <sup>Bb</sup>
2º	62,31 <sup>Ba</sup>	62,74 <sup>Aa</sup>	64,02 <sup>Aa</sup>	62,65 <sup>Aa</sup>	63,40 <sup>Aa</sup>	62,55 <sup>Aa</sup>	62,65 <sup>Aba</sup>	63,33 <sup>Aa</sup>	63,57 <sup>Aa</sup>
3º	66,19 <sup>Aa</sup>	63,79 <sup>Aa</sup>	66,15 <sup>Aa</sup>	65,26 <sup>Aa</sup>	65,69 <sup>Aa</sup>	64,80 <sup>Aa</sup>	68,03 <sup>Aa</sup>	63,69 <sup>Aa</sup>	64,89 <sup>Aa</sup>

(SS: superfosfato simples, T: termofosfato; R<sup>2</sup> = 0,77; CV = 4,37).

Letras maiúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Não houve diferença (P>0,05) entre os cultivares avaliados em todos os cortes, contudo, os maiores valores foram determinados por ocasião do último corte. QUEIROZ et al.(2000) avaliaram os conteúdos de FDN do colmo de perfilhos no topo (52,3%) e perfilhos na base (64,3%) de capim-Elefante e observaram menores valores de FDN nos perfilhos inseridos no topo. Em trabalho conduzido com sorgo cultivar AG-2501C, MELLO et al. (2003) relataram teores de FDN no colmo de 66,91 e 69,58%, de plantas colhidas aos 50 e 85 dias após a germinação, esses resultados caracterizam o aumento da fração fibrosa com o avanço do ciclo produtivo da planta.

As fontes de fósforo somente diferiram (P<0,05) no primeiro corte, cujo teor máximo foi observado quando se aplicou superfosfato simples (58,10%), esse comportamento acompanhou o teor de matéria seca da fração lâmina foliar, o qual também foi superior, visto que, essa fonte propiciou maior produção de massa seca dos cultivares. Dentre as fontes fosfatadas, verificou-se acréscimo nos teores de FDN do colmo em função da sucessão dos cortes. Possivelmente isso ocorreu devido a maior lignificação dessa fração estrutural da planta promovida pela maturidade fisiológica.

As doses de N propiciaram diferença (P<0,05) apenas no primeiro corte, em que se verificou que os maiores conteúdos de FDN do colmo foram obtidos no tratamento controle (57,55%) e na dose equivalente a 40 kg.ha<sup>-1</sup>. Teores inferiores foram registrados por QUESADA et al. (2004), com teores de FDN no colmo de cultivares de capim-elefante de 53,18 e 52,89%; 52,91 e 53,05%; 53,14 e 53,61%,

para os cultivares Gramafante, Cameroon e BAG 02, cultivados sem e com fertilização nitrogenada ( $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de N), respectivamente.

A hemicelulose (HEM) se constitui na mistura homogênea de polissacarídeos amorfos com grau de polimerização muito inferior ao da celulose (VAN SOEST, 1994). Observou-se diferença ( $P < 0,05$ ) entre os cortes em todos os tratamentos, exceto nas maiores doses de nitrogênio aplicadas (Tabela 14). O menor teor de HEM foi observado no terceiro corte, assim como foi verificado para os teores de FDN da planta inteira.

TABELA 14 - Teores de hemicelulose (HEM) em %, na planta inteira de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.

Corte	Cultivares			Fontes de Fósforo		Doses de N ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ )			
	ADR-7010	ADR-500	BRS-1505	SS	T	0	40	80	160
1º	27,05 <sup>Aa</sup>	27,21 <sup>Aa</sup>	27,06 <sup>Aa</sup>	28,18 <sup>Aa</sup>	26,04 <sup>Aa</sup>	27,14 <sup>Aa</sup>	26,50 <sup>Aa</sup>	26,75 <sup>Aa</sup>	28,05 <sup>Aa</sup>
2º	25,37 <sup>Aa</sup>	24,47 <sup>Bab</sup>	27,10 <sup>Aa</sup>	24,76 <sup>Ba</sup>	26,23 <sup>Aa</sup>	25,28 <sup>Aba</sup>	26,15 <sup>Aa</sup>	24,94 <sup>Aa</sup>	25,61 <sup>Aa</sup>
3º	21,86 <sup>Bb</sup>	24,00 <sup>Ba</sup>	24,65 <sup>Ba</sup>	23,16 <sup>Ba</sup>	24,04 <sup>Ba</sup>	22,63 <sup>Ba</sup>	22,92 <sup>Ba</sup>	23,81 <sup>Aa</sup>	24,94 <sup>Aa</sup>

(SS: superfosfato simples, T: termofosfato;  $R^2 = 0,52$ ; CV = 8,29).

Letras maiúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Entre os cultivares houve diferença ( $P < 0,05$ ) por ocasião do segundo e terceiro corte, cujos maiores teores de HEM na planta inteira foram 27,10% e 24,65, obtidos no cultivar BRS-1505, respectivamente. Teores semelhantes e inferiores foram relatados por MULLER et al. (2006) em estudo com milho hidropônico, cujos teores de HEM variaram de 19,49% a 24,71%. As fontes de fósforo e doses de nitrogênio não alteraram ( $P > 0,05$ ) os teores de hemicelulose da planta inteira.

Os teores de HEM obtidos na fração lâmina foliar foram superiores aos registrados para a planta inteira, os quais diferiram entre os cortes e cultivares avaliados (Tabela 15). Por ocasião do terceiro corte observou-se variação de 26,52% a 35,27% nos teores de hemicelulose para os cultivares ADR-7010 e BRS-1505, respectivamente.

TABELA 15 - Teores de hemicelulose (HEM) em %, da fração lâmina foliar de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.

Corte	Cultivares			Fontes de Fósforo		Doses de N (kg.ha <sup>-1</sup> )			
	ADR-7010	ADR-500	BRS-1505	SS	T	0	40	80	160
1º	27,39 <sup>Aa</sup>	26,43 <sup>Ba</sup>	26,96 <sup>Aa</sup>	27,15 <sup>Aa</sup>	26,70 <sup>Ba</sup>	25,65 <sup>Aa</sup>	27,69 <sup>ABa</sup>	27,64 <sup>Aa</sup>	26,71 <sup>Ba</sup>
2º	29,03 <sup>Aa</sup>	29,27 <sup>Aa</sup>	28,62 <sup>Aa</sup>	28,51 <sup>Aa</sup>	29,43 <sup>Aa</sup>	27,95 <sup>Aa</sup>	29,06 <sup>Aa</sup>	30,26 <sup>Aa</sup>	28,62 <sup>ABa</sup>
3º	26,52 <sup>Aa</sup>	28,63 <sup>Abab</sup>	35,27 <sup>Aa</sup>	30,91 <sup>Aa</sup>	28,59 <sup>ABa</sup>	35,06 <sup>Aa</sup>	25,97 <sup>Ba</sup>	27,25 <sup>Aa</sup>	31,15 <sup>Aa</sup>

(SS: superfosfato simples, T: termofosfato; R<sup>2</sup> = 0,28; CV = 19,38).

Letras maiúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

As fontes de fósforo e doses de nitrogênio não alteraram (P>0,05) os teores de hemicelulose da lâmina foliar assim como ocorreu com os teores de HEM da planta inteira. Em estudo com híbrido de sorgo interespecífico AG-2501C, MELLO et al. (2003) obtiveram teores de HEM na lâmina foliar de 33,20 e 35,47% por ocasião do primeiro e segundo corte, respectivamente.

Os maiores teores de hemicelulose foram verificados na fração colmo, cujos teores entre os cortes e cultivares diferiram (P<0,05) significativamente (Tabela 16).

TABELA 16 - Teores de hemicelulose (HEM) em %, na fração colmo de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.

Corte	Cultivares			Fontes de Fósforo		Doses de N (kg.ha <sup>-1</sup> )			
	ADR-7010	ADR-500	BRS-1505	SS	T	0	40	80	160
1º	29,14 <sup>AA</sup>	28,53 <sup>Aa</sup>	33,41 <sup>Aa</sup>	32,28 <sup>Aa</sup>	28,44 <sup>Aa</sup>	35,01 <sup>Aa</sup>	29,98 <sup>ABa</sup>	27,94 <sup>Aa</sup>	28,51 <sup>Aa</sup>
2º	24,80 <sup>Bb</sup>	25,72 <sup>Ab</sup>	30,66 <sup>Aa</sup>	26,16 <sup>Ba</sup>	27,97 <sup>Aa</sup>	27,19 <sup>Aa</sup>	27,59 <sup>Ba</sup>	26,12 <sup>Aa</sup>	27,33 <sup>Aa</sup>
3º	30,05 <sup>Aa</sup>	29,21 <sup>Aa</sup>	31,27 <sup>Aa</sup>	30,48 <sup>ABa</sup>	29,73 <sup>Aa</sup>	30,02 <sup>Aa</sup>	31,23 <sup>Aa</sup>	29,01 <sup>Aa</sup>	29,94 <sup>Aa</sup>

(SS: superfosfato simples, T: termofosfato; R<sup>2</sup> = 0,54; CV = 14,69).

Letras maiúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Essa maior proporção de HEM na fração colmo já se é esperado, visto que, a hemicelulose está relacionada a parede celular, a qual é mais estruturada no colmo. Contudo, o consumo animal desses cultivares de milho não será limitado, pois a hemicelulose é um carboidrato estrutural com elevada degradabilidade ruminal.

Entre os cultivares houve diferença ( $P < 0,05$ ) por ocasião do segundo corte, em que o menor foi observado para o cultivar ADR-7010 (24,80%). Valor superior (27,88%) foi relatado por MELLO et al. (2003) em estudo com sorgo.

#### 4 CONCLUSÕES

Os cultivares testados se equivaleram quanto à composição bromatológica.

As fontes de fósforo e doses de nitrogênio, não afetaram a composição bromatológica dos cultivares de milho avaliados.

Com base nos resultados da fração fibrosa dos cultivares de milho, sugere-se que os ruminantes podem consumir esses volumosos sem ocasionar alterações no funcionamento normal do compartimento ruminal.

Novas pesquisas devem ser conduzidas com maiores doses nitrogenadas para elucidar os incrementos proporcionados em cultivares de milho forrageiro.

#### 5 REFERÊNCIAS

AGUIAR, E. M.; LIMA, G. F. C.; SANTOS, M. V. F.; CARVALHO, F. F. R.; GUIM, A.; MEDEIROS, H. R.; BORGES, A. Q. Rendimento e composição químico-bromatológica de feno triturado de gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.6, p.2226-2233, 2006.

ANDREWS, D. J.; KUMAR, K. A. Pearl millet for, food, feed and forage, **Advances in Agronomy**, San Diego, v.48, p.89-139, 1992.

ARAÚJO, I. B.; FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V.; ALVES, V. M. C.; MENDES, B. R. Fontes e modos de aplicação de fósforo na produção e nutrição

mineral do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.3, n.2, p.250-264, 2004.

BAILEY, R. W. Water in herbage. In: BUTLER, G. W.; BAILEY, R. W. (Eds.) **Chemistry and biochemistry of herbage**. London: Academic Press, 1973. p.13-24.

BARROS, C. O.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; MUNIZ, J. A.; ANDRADE, I. F.; SANTOS, R. A. S. Rendimento e composição química do capim-Tanzania estabelecido com milheto sob três doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n.5, p.1068-1075, 2002.

BENETT, C. G. S.; BUZETTI, S.; SILVA, K. S.; BERGAMASCHINE, A. F.; FABRICIO, J. A. Produtividade e composição bromatológica do capim-Marandu a fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1629-1636, 2008.

BOMFIM, E. R. P.; PINTO, J. C.; SALVADOR, N.; MORAIS, A. R.; ANDRADE, I. F.; ALMEIDA, O. C. Efeito do tratamento físico associado à adubação em pastagem degradada de braquiária, nos teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v. 27, n.4, p.912-920, 2003.

BORTOLO, M.; CECATO, U.; MACEDO, F. A. F.; CANO, C. C. P.; COALHO, M. R.; DAMASCENO, J. C. Desempenho de ovelhas, composição química e digestibilidade *in vitro* em uma pastagem de *Coastcross-1* (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) sob diferentes níveis de matéria seca residual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 636-643, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação, Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas: 1961-1990**. Brasília, 1992. 84 p.

BRUM, M. S.; QUADROS, F. L. F.; MARTINS, J. D.; ROSSI, G. E.; DANIEL, E. MAIXNER, A. R.; BANDINELLI, D. G. Sistemas de alimentação para a recria de ovinos a pasto: avaliação do desempenho animal e características da forragem. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.1, p. 191-198, 2008.

CAMARGO, D. G.; ROCHA, M. G.; KOZLOSKI, G. V.; ELEJALDE, D. G.; BREMM, C.; POTTER, L.; ROSA, A. T. N.; OLIVEIRA NETO, R. A. Consumo de forragem por cordeiras suplementadas em pastagem de milheto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 2, mar-abr, p. 509-514, 2009.

CARELLI, M. L. C.; FAHL, J. I. Distribuição da assimilação de nitrato e de matéria seca em plantas jovens de café cultivadas em diferentes níveis de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 50, n.1, p. 29-37, 1991.

CARPIM, L. K.; ASSIS, R. L.; Braz, A. J. B. P.; SILVA, G. P.; PIRES, F. R., PEREIRA, V. C.; GOMES, G. G.; SILVA, A. G. Liberação de nutrientes pela

palhada de milho em diferentes estádios fenológicos. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 2813-2819, 2008.

CHAMBELA NETO, A.; FERNANDES, A. M.; DERESZ, F.; VIEIRA, R. A. M.; FONTES, C. A. A.; DEMINICIS, B. B.; BONAPARTE, T. P. Composição químico-bromatológica e digestibilidade de três gramíneas tropicais em Minas Gerais. **Archivs de Zootecnia**, Córdoba, v. 57, n. 219, p. 357-360, 2008.

CORREA, L. A.; CANTARELLA, H.; PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; FREITAS, A. F.; SILVA, A. G. Efeito de fontes e doses de nitrogênio na produção e qualidade da forragem de capim-Coastcross. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n.4, p. 763 -772, 2007.

CORSI, M. **Effects of nitrogen rates and harvesting intervals on dry matter production, tillering and quality of the tropical grass *Panicum maximum***, JACQ. 1984. 125f. Thesis (Doctor of Philosophy) – The Ohio State University, Ohio, 1984.

CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; DERESZ, F.; FREITAS, A. F.; PACIULLO, D. S. C.; ALENCAR, C. A. B.; VÍTOR, C. M. T. Produção de forragem e valor nutritivo do capim-Elefante, irrigado durante a época seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.11, p.1625-1631, 2008.

COSTA, N. L.; RODRIGUES, A. N. A.; PAULINO, V. T. Efeito da adubação fosfatada sobre o rendimento de forragem e composição química de *Paspalum atratum* BRA-009610. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, n. 08, 2005.

CUNHA, M. K.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JÚNIOR, P.; SIEWERDT, F. Doses de Nitrogênio e Enxofre na Produção e Qualidade da Forragem de Campo Natural de Planossolo no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 651-658, 2001.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

FOLONI, J. S. S.; TIRITAN, C. S.; CALONEGO, J. C.; ALVES JUNIOR, J. Aplicação de fosfato natural e reciclagem de fósforo por milho, braquiária, milho e soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 1147 -1155, 2008.

GUIDELI, C.; FAVORETTO, V.; MALHEIROS, E. B. Produção e qualidade do milho semeado em duas épocas e adubado com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n. 10, p. 2093 -2098, 2000.

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; JAYME, D. G.; PIRES, D. A. A. P. BORGES, A. C. C.; RODRIGUEZ, N. M.; SALIBA, E. O. S.; BORGES, I. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.4, n.2, p.251-258, 2005.

HART, R.H.; BURTON, G.W. Effect of row spacing seeding rate and nitrogen fertilization on forage yield and quality of Gahi-1 pearl millet. **Agronomy Journal**, Madison, v.57, n.4, p.376-378, 1965.

HERINGER, I.; MOOJEN, E. L.; Potencial produtivo, alterações da estrutura e qualidade da pastagem de milho submetida a diferentes Níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.875-882, 2002 (suplemento).

KICHEL, A. N.; MIRANDA C. B. **Uso do milho como planta forrageira**. Campo Grande, MS: Embrapa – CNPQC, 2000. (Documento nº 46). Disponível em: <[www.embrapa.com.br](http://www.embrapa.com.br)>. Acesso em: 26 fev. 2010.

KOEPPEN, W. **Climatologia Tradicional**. Traduzido para o Espanhol por Pedro Henchiehs Pérez, 1948.

KOLLET, J. L.; DIOGO, J. M. S.; LEITE, G. G. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de variedades de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.4, p.1308-1315, 2006.

LOPES, R. S.; FONSECA, D. M.; OLIVEIRA, R. A.; ANDRADE, A. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MASCARENHAS, A. G. Efeito da Irrigação e Adubação na Disponibilidade e Composição Bromatológica da Massa Seca de Lâminas Folíares de Capim-Elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.1, p.20-29, 2005.

LUPATINI, G. C.; MOOJEN, E. L.; RESTLE, J.; SILVA, J. H. S. Resposta do milho (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) sob pastejo a adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n.10, p.715-720, 1996.

MACHADO, F. O.; MAGALHAES, P. C.; SANTOS, F. G. **Fisiologia da Planta de Milho**. Sete Lagoas, MG: Embrapa CNPMS, 2003, 16 p. (Circular técnica 28).

MAGALHÃES, A. F.; PIRES, A. J. P.; CARVALHO, G. G. P.; SILVA, F. F.; SOUSA, R. S.; VELOSO, C. M. Influência do nitrogênio e do fósforo na produção do capim-Braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1240-1246, 2007.

MAGALHÃES, J. A.; RODRIGUES, B. H. N.; CARNEIRO, M. S S.; ANDRADE, A. C.; COSTA, N. L.; PINTO, M. S. C.; MOCHEL FILHO, W. G. E. Influência da adubação nitrogenada e idade de corte sobre os teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro de três cultivares de capim-Elefante. **Revista electrónica de Veterinária**, {on line}, v. 10, n. 4, abril, 2009. Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040409/040917.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2009.

MAIA, M. C.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R. Concentração de fibras (FDN e FDA) e minerais de cultivares de milho em sucessão a cultura de feijão no sul de Minas Gerais. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v 1, n. 1, p. 23-29, 2000.

MALAVOLTA, E. Absorção e transporte de íons e nutrição mineral. In: FERRI, M.G. (Ed.) **Fisiologia vegetal 1**. São Paulo. USP. p.77-113, 1979.

MALAVOLTA, E. **Elemento de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MARTINS-COSTA, R. H. A.; CABRAL, L. S.; BHERING, M.; ABREU, J. G.; ZERVOUDAKIS, J. T.; RODRIGUES, R. C.; OLIVEIRA, Í. S. Valor nutritivo do capim-elefante obtido em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.9, n.3, p. 397-406, 2008.

MELLO, R.; NORBNBER, J. L.; ROCHA, M. G.; DAVID, D. B. Análise produtiva e qualitativa de um híbrido de sorgo interespecífico submetido a dois cortes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete lagoas, v.2, n.1, p.20-33, 2003.

MELO, D.; SOUSA, A.; SOUTO, J.; PEREIRA, R. Avaliação do milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) B. R.) sob diferentes níveis de água no solo. In: Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 2, 2007, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2007. 10 p. CD-ROM.

MENEGATTI, D. P.; ROCHA, G. P.; FURTINI NETO, A. E.; MUNIZ, J. A. Nitrogênio na produção de matéria seca, teor e rendimento de proteína bruta de três gramíneas do gênero *Cynodon*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.3, p.633-642, mai./jun., 2002.

MERTENS, D. R. Physical effective NDF and its use in formulating dairy rations. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOS DE LEITE, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras:UFLA-FAEPE, 2001. p.25-36.

MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, p.1548-1558, 1987.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.

MESQUITA, E. E.; PINTO, J. C. Nitrogênio e Métodos de Semeadura no Rendimento da Forragem de Pós-Colheita de Sementes de Milheto [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.]. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n.4, p. 971-977, 2000.

MINSON, D.J. Effects of chemical and physical composition of herbage eater upon intake. In: HACKER, J.B. (Ed.). **Nutritional limits to animal production from pasture**. Farmhand Royal, UK. Commonwealth Agriculture Bureau. p.167-162. 1983.

MISTURA, C.; FONSECA, D. M.; MOREIRA, L. M.; FAGUNDES, J. L.; MORAIS, R. V.; QUEIROZ, A. C.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Efeito da adubação nitrogenada e irrigação sobre a composição químico-bromatológica das lâminas foliares e da planta inteira de capim-elefante sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p.1707-1714, 2007.

MONKS, P.; FERREIRA, O. G. L.; PESKE, S. T. Produção e qualidade da forragem, antes e após a colheita de sementes, de milheto submetido a diferentes

sistemas de cortes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, n. 2, p. 227-230, 2005.

MONTAGNER, D. B.; ROCHA, M. G.; SANTOS, D. T.; GENRO, T. C. M.; QUADROS, F. L. F.; ROMAN, J.; PÖTTER, L.; BREMM, C. Manejo da pastagem de milho para recria novilhas de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.8, p.2293-2299, 2008.

MORAES FILHO, C. G.; FRANÇA, A. F. S.; CARMO, L. I.; SILVA, A. G.; MIYAGI, E. S. Produção e composição bromatológica da palhada de milho forrageiro cv. ADR-300, sob doses crescentes de nitrogênio. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 9, 2007, Londrina, PR. **Anais eletrônicos...** [CD-ROM], Londrina: ZOOTEC, 2007.

MULLER, L.; SANTOS, O. S.; MANFRON, P. A.; HAUT, V.; FAGAN, B. E.; MEDEIROS, S. L. P.; DOURADO NETO, D. Produção e Qualidade Bromatológica de gramíneas em sistema hidropônico. **Revista da Faculdade Zootecnia, Veterinária e Zootecnia**, Uruguiana, v.12, n.1, p. 88-97. 2005.

MULLER, L.; SANTOS, O. S.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P.; HAUT, V.; DOURADO NETO, D.; MENEZES, N. L.; GARCIA, D. C. Forragem hidropônica de milho: produção e qualidade nutricional em diferentes densidades de semeadura e idades de colheita. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p.1094-1099, 2006.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; FILHO, D. C. A.; MACCARI, M.; PELLEGRINI, L. G.; SOUZA, A. N. M.; PEIXOTO, L. A. O. Qualidade de forragem e desempenho animal em pastagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, L.), fertilizada com dois tipos de adubo, sob pastejo contínuo. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.11, n. 2, p. 221-226, 2005a.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; FILHO, D. C. A.; PELLEGRINI, L. G.; SOUZA, A. N. M.; KUSS, F. Desempenho de bezerros e bezerras de corte em pastagem de capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) associado a diferentes níveis de suplementação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 157- 163, 2005.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; NORBERG, J. L.; OLIBONI, R.; PELLEGRINI, L. G.; FARIA, M. V.; OLIVEIRA, M. R. Efeito associativo do espaçamento entre linhas de plantio, densidade de plantas e idade sobre o desempenho vegetativo e qualitativo do sorgo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.7, n. 2, p. 165-181, 2008.

PATÊS, N. M. S.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; OLIVEIRA, A. C.; FONCECA, M. P.; VELOSO, C. M. Produção e valor nutritivo do capim-Tanzânia fertilizado com nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.11, p.1934-1939, 2008.

PILAU, A.; LOBATO, J. F. P. Manejo de novilhas prenhes aos 13/15 meses de idade em sistemas a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.7, p.1271-1279, 2008.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; CANTARELLA, H.; SILVA, A. G. **Extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio em capim-Marandu**. São Carlos: Embrapa – CNPPS, 2005. 6 p. (Comunicado Técnico, 57).

QUEIROZ, D. S.; GOMIDE, J. A.; MARIA, J. Avaliação da Folha e do Colmo de Topo e Base de Perfilhos de Três Gramíneas Forrageiras. 1. Digestibilidade *in vitro* e Composição Química. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 53-60, 2000.

QUESADA, D. M.; BODDEY, R. M.; REIS, V. M.; URQUIAGA, S. **Parâmetros qualitativos de genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) estudados para a produção de energia através da biomassa**. Seropédica, RJ: Embrapa – Agrobiologia, 2004. (Circular técnica 8). Disponível em: <http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/download/cit008.pdf>. Acesso em 24 fev. 2010.

REICHARDT, K. A água: absorção e translocação. In: FERRI, M.G. (Coord.) **Fisiologia vegetal**. 2 ed. São Paulo: EPU, 1985. cap.1, p.20-21.

SANTOS, Í. P. A.; PINTO, J. C.; FURTINI NETO, A. E.; MORAIS, A. R.; MESQUITA, E. E.; FARIA, D. J. G.; ROCHA, G. P. Frações de fósforo em gramíneas forrageiras tropicais sob fontes e doses de fósforo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, Oct. 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542006000500021&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542006000500021&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 31 out. 2009.

SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SILVA, M. C.; SANTOS, S. F.; FERREIRA, R. L. C.; MELLO, A. C. L.; FARIA, I. FREITAS, E. V. Produtividade e composição química de gramíneas tropicais na zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.4, p.821-827, 2003.

SAS. **Statistical Analysis System user's guide**. Version 9.13 ed. Cary: SAS Institute, USA, 2007.

SCARAVELLI, L. F. B.; PEREIRA, L. E. T.; OLIVO, C. J.; AGNOLIN, C. A. Produção e qualidade de pastagens de Coastcross-1 e milheto utilizadas com vacas leiteiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.3, p.841-846, 2007.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; AGRANIONIK, H.; FONTANELI, R. S. Acúmulo de biomassa e composição bromatológica de milhetos das cultivares comum e africano. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.10, n. 4, p. 483-486, 2004.

SEIFFERT, N. F. **Gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria***. Campo Grande, MS: Embrapa – CNPGC, 1984 (Circular Técnica n° 1).

SHUNKE, R. M. **Alternativas de manejo de pastagem para melhor aproveitamento do nitrogênio do solo**. Campo Grande: Embrapa – CNPGC, 2001 (Embrapa – CNPGC. Documentos 111).

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos** (Métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 239p.

SILVA, P. A.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; CECCON, P. R.; DETMANN, E.; PAIXÃO, M. L. Valor energético do capim-elefante em diferentes idades de rebrota e estimativa da digestibilidade *in vivo* da fibra e S.M detergente neutro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, n.3, p.711-718, 2007.

SILVA, R. M.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JÚNIOR, P.; SIEWERDT, F. Nível e fracionamento da aplicação do nitrogênio na produção de forragens em campo natural de planossolo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.2, n. 1, p. 39-44, 1996.

STEFANUTTT, R.; MALAVOLTA, E.; MURAOKA, T. Recuperação do fósforo residual do solo, derivado de um termofosfato magnésiano com diferentes granulometrias e do superfosfato simples granulado. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 233-238, 1995.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press. 1994, 476p.

VILELA, L., W. V. SOARES, D. M. G. DE SOUSA; M. C. M. MACEDO. **Calagem e adubação para pastagens na região do Cerrado**. 2 ed., rev. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2000, 15 p. (Circular técnica 37).

VITOR, C. M. T.; FONSECA, D. M.; COSER, A. C.; MARTINS, C. E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-Elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.3, p.435-442, 2009.

VITOR, C. M. T.; FONSECA, D. M.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-Elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.3, p.435-442, 2009.

WERNER, J. C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootenia, 1984. 49 p. (Boletim Técnico, 18).

WHITEHEAD, D. C. Volatilization of ammonia. In: WHITEHEAD, D.C. (Ed.). **Grassland nitrogen**. Wallingford: CAB International, 1995. p.152-179.

## CAPÍTULO 4 - FRACIONAMENTO DA PROTEÍNA DA MASSA SECA DE CULTIVARES DE MILHETO

### RESUMO

As plantas forrageiras devem ser melhor caracterizadas quanto aos teores de proteína, bem como suas frações nitrogenadas, para que as dietas dos ruminantes sejam bem ajustadas e as perdas desse nutriente pelo animal sejam menores. Foi conduzido experimento com o objetivo de avaliar os constituintes nitrogenados de cultivares de milho forrageiro (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), submetidos à fontes fosfatadas e adubação nitrogenada, nas condições do município de Goiânia, Goiás. O experimento constou de um fatorial 2 x 3 x 4, arranjado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo os fatores: fontes de fósforo (superfosfato simples e termofosfato), cultivares (ADR-7010; ADR-500 e BRS-1501) e doses de nitrogênio (0; 40; 80 e 160 kg.ha<sup>-1</sup> sob forma de uréia). Os três cortes foram realizados a 0,30 m da superfície do solo. Os teores de proteína bruta (PB) e das frações A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> e C da proteína dos cultivares de milho foram avaliados pelo *Cornell Net Carbohydrate and Protein System*. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento PROC GLM do programa estatístico Statistical Analysis System e para verificar a significância das diferenças entre as médias dos tratamentos, foi aplicado o teste Tukey a 5% de probabilidade. A análise estatística não revelou interações significativas (P>0,05) entre as variáveis pesquisadas. Os teores de PB da planta inteira de cultivares de milho variaram entre 16,23% a 18,25% entre os cultivares, com conteúdos de 16,30% quando aplicou-se o superfosfato simples e 18,19% quando aplicou-se o termofosfato. Observou-se que as doses de N promoveram acréscimos aos conteúdos de PB com resposta linear positiva. Não verificou-se diferença significativa (P<0,05) para as frações nitrogenadas entre todos os tratamentos aplicados. O valor médio entre os cultivares da fração A foi de 46,23% e entre as fontes fosfatadas 46,26%. O maior resultado da fração B<sub>1</sub> entre os cultivares foi para o ADR-7010, cujo teor foi de 2,81%. As concentrações da fração B<sub>2</sub>, variaram entre os cultivares de 15,21% para o ADR-500 a 16,63% para o BRS-1505. O menor valor dessa fração B<sub>3</sub> foi verificado quando aplicou-se 160 kg.ha<sup>-1</sup> de N (29,49%). Os conteúdos determinados para a fração C, foram todos inferiores a 10%. As frações nitrogenadas dos cultivares foram semelhantes e as fontes fosfatadas e doses nitrogenadas não alteraram as frações protéicas dos cultivares.

**Palavras-chave:** adubação nitrogenada, CNCPS, frações protéicas, fontes fosfatadas, *Pennisetum glaucum*.

## DRY MATTER PROTEIN FRACTIONATION OF PEARL MILLET FORAGE CULTIVARS

### ABSTRACT

The forage plants must be better characterized as the protein content as well as its nitrogen fractions to the diets of ruminants are well adjusted and the losses of this nutrient by the animal minors. So, it was conducted the experiment to evaluate the nitrogenous constituents in pearl millet forage cultivars (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) submitted to phosphate sources and nitrogen fertilization under the conditions of the city of Goiania, Goias state. The experiment was a factorial  $2 \times 3 \times 3 \times 4$ , arranged in a completely randomized design with four replications, and the factors: sources of phosphorus (simple superphosphate and thermophosphate), cultivars (ADR-7010 ADR-500 and BRS-1501) and nitrogen doses (0; 40; 80 and 160 kg ha<sup>-1</sup> in the urea form). The tree cuts were made at 0.30 m from the soil surface. The crude protein content (CP) and fractions A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> and C of pearl millet cultivars protein were assessed by the *Cornell Net Carbohydrate and Protein System*. The results were submitted to analysis of variance using PROC GLM procedure of the statistical program Statistical Analysis System and to examine the significance of differences between treatments averages, was applied the Tukey test at 5% of probability. Statistical analysis revealed no significant interactions ( $P > 0.05$ ) between the variables surveyed. CP content of whole plant pearl millet cultivars ranged from 16.23% to 18.25% among cultivars, with contents of 16.30% when applied to the simple superphosphate and 18.19% when applied to the thermophosphate. It was observed that the doses of N promoted additions to the content of CP with linear positive response. It found no significant difference ( $P < 0.05$ ) for the nitrogen fractions of all treatments applied. The average value among cultivars fraction A was 46.23% and among phosphate sources 46.26%. The best result of the fraction B<sub>1</sub> among the cultivars was for the ADR-7010, whose content was 2.81%. The concentrations of the B<sub>2</sub> fraction varied among cultivars of 15.21% to the ADR-500 and 16.63% to the BRS-1505. The lowest value of this fraction B<sub>3</sub> was observed when applied 160 kg ha<sup>-1</sup> N (29.49%). The contents determined for the fraction C, were all below 10%. The nitrogen fractions of the cultivars were similar and phosphate sources and nitrogen doses did not changed the protein fractions of the cultivars

**Keywords:** CNCPS, nitrogen fertilization, *Pennisetum glaucum*, phosphate sources, protein fractions .

## 1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de criação de ruminantes vêm se tornando cada vez mais intensivos, com utilização de práticas produtivas específicas, o que resulta em melhores índices zootécnicos e um produto final de maior qualidade. Dentre os manejos praticados à criação desses animais, destaca-se o alimentar, o qual possui o maior custo de produção da atividade agropecuária. No Brasil, a alimentação de ruminantes é baseada em plantas forrageiras tropicais, as quais precisam ser cultivadas em grande escala e com qualidade, para que dessa forma possam atender as exigências nutricionais dos animais.

O valor nutritivo de uma forragem não depende apenas dos teores de nutrientes nela presentes, mas, também, da sua digestibilidade, dos produtos da digestão e do consumo pelos animais (ROSA & FADEL, 2001). A determinação do valor nutritivo de alimentos destinados aos ruminantes tem sido estudada com a finalidade de prever, com maior exatidão, seus valores energéticos e protéicos (CLIPES et al., 2005) o que pode ser melhor compreendido com o conhecimento das frações protéicas e de carboidratos. As plantas forrageiras tropicais representam a fonte primária de proteína para os ruminantes, assim, a avaliação e a correta caracterização das frações dos compostos nitrogenados contidos nestas são extremamente importantes para se reduzir custos, bem como, possibilitar alcançar níveis produtivos mais elevados através da utilização de formulações de rações mais ajustadas, que visem à maximização do crescimento microbiano ruminal e, conseqüentemente, a melhor previsão do desempenho dos animais (RIIBEIRO et al., 2001; HENRIQUES et al. 2007).

O CNCPS (*Cornell Net Carbohydrate and Protein System*) é um sistema com modelo matemático desenvolvido para avaliação de dieta e previsão do desempenho do rebanho a partir dos princípios básicos de função ruminal, crescimento microbiano, fisiologia animal, digestão e fluxo dos nutrientes e simula a digestão, o metabolismo e o desempenho de ruminantes. Portanto, no CNCPS é enfatizada a necessidade da sincronização na degradação de N e carboidratos no rúmen, para que se obtenha a máxima eficiência e estimativa da quantidade de síntese de proteína microbiana, bem como a redução das perdas energéticas e nitrogenadas decorrentes da fermentação ruminal, e, com isso, da proteína

metabolizável, a partir dos dados relativos às frações de carboidratos e de proteínas, bem como de suas taxas de degradação (RUSSELL et al., 1992; SNIFFEN et al., 1992; BALSALOBRE et al., 2003)

Para prever melhor o desempenho animal, o CNCPS inclui ainda características de manejo, condições climáticas e a caracterização dos alimentos e dos animais (FOX et al., 2004). Entretanto, o entrave para utilização desse sistema nos trópicos é o seu banco de dados, cuja caracterização dos alimentos e padrão racial dos animais são projetados com base em sistemas de produção de clima temperado, os quais são muito diferentes das condições brasileiras. Para minimizar essa problemática, a nova versão do CNCPS (versão 5.0) possui um banco de dados sobre alimentos tropicais atualizado e expandido, o que, teoricamente, permite melhor ajuste nas previsões do desempenho em sistemas de produção de bovinos em condições tropicais (ELYAS et al., 2009).

Contudo, HENRIQUES et al. (2007) relataram que fatores edafoclimáticos, bem como a idade de corte ou pastejo e adubação, resultam em grande variação na composição bromatológica das forrageiras que ocasionam, de forma geral, alterações no valor nutritivo, decorrente, principalmente, de alterações no teor e na composição da parede celular. De acordo com MENKE & STEINGASS, (1988) a estimativa do valor nutritivo de forrageiras também pode fornecer subsídios para melhorar a qualidade de forrageiras, por meio de seleção genética, técnicas de manejo mais adequadas ou, ainda, do tratamento de resíduos forrageiros.

A cultura do milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.) é uma gramínea tropical, anual de verão, que possui fácil implantação e manejo, se destaca por sua ampla adaptação em diversos ambientes e a diferentes condições de clima e solo, alto potencial de produção e qualidade nutritiva (KOLLET et al., 2006).

A produção forrageira do milheto é bastante dependente do manejo e da adubação utilizada, especialmente a nitrogenada (LUPATINI et al., 1996). Estes autores relataram que a pastagem de milheto responde, em condições favoráveis, em produção e qualidade de forragem com respostas lineares positivas, a altas doses (150 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> de N) de adubação nitrogenada fracionada.

Os teores de fósforo na solução do solo, são muito baixos e o fornecimento de fósforo via adubação deve ser adequado para que a planta forrageira possa ter seu desenvolvimento inicial vigoroso e ao longo do ciclo

expressar o seu potencial (STEFANUTTI et al.,1995). Estão disponíveis no mercado, diversas fontes fosfatadas, tais como superfosfato simples e triplo, termofosfatos e fosfatos naturais, entretanto, seus efeitos não estão completamente conhecidos para os cultivares de milho.

Neste contexto, objetivou-se avaliar os constituintes nitrogenados de cultivares de milho forrageiro, submetidos à fontes fosfatadas e adubação nitrogenada, nas condições de Goiânia-GO para que a partir desses resultados, seja possível adequar estratégias de manejo alimentar que promovam incrementos significativos na produção animal.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Localização**

O experimento foi realizado nas dependências do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás - UFG, Campus II, no município de Goiânia – GO, localizada na latitude S 16° 35' 00", longitude W 49° 16' 00" e altitude de 727 m.

### **2.2 Dados Climáticos**

Os dados meteorológicos foram monitorados, mensalmente durante a condução do experimento e mensurados pela estação evaporimétrica de primeira classe da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás (EAEA/UFG). O clima regional segundo a classificação de KOEPPEN (1948) é do tipo Aw (quente e semi-úmido, com estações bem definidas, a seca, dos meses de maio a outubro e as águas, entre novembro e abril) com temperatura média anual de 23,2°C (Figura 1) (BRASIL, 1992).

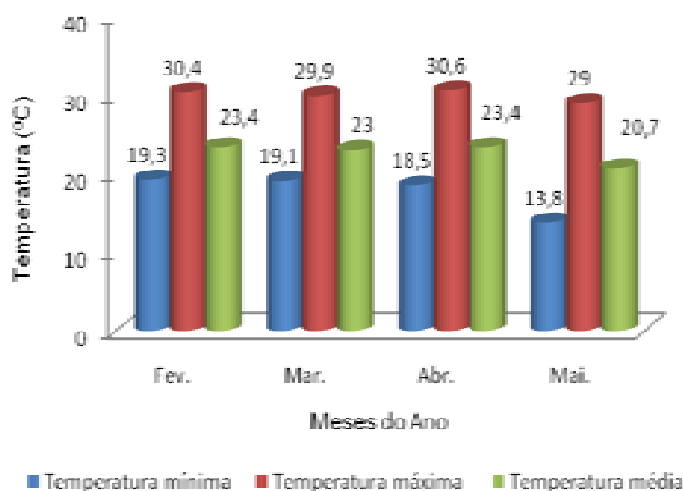


FIGURA 1- Médias de temperatura durante o período experimental (Fevereiro a Maio de 2008).

Fonte: Estação Evaporimétrica da EAEA/UFG

A precipitação média é de 1.759,9 mm (BRASIL, 1992) e a estação chuvosa é caracterizada por baixa insolação (Figura 2).

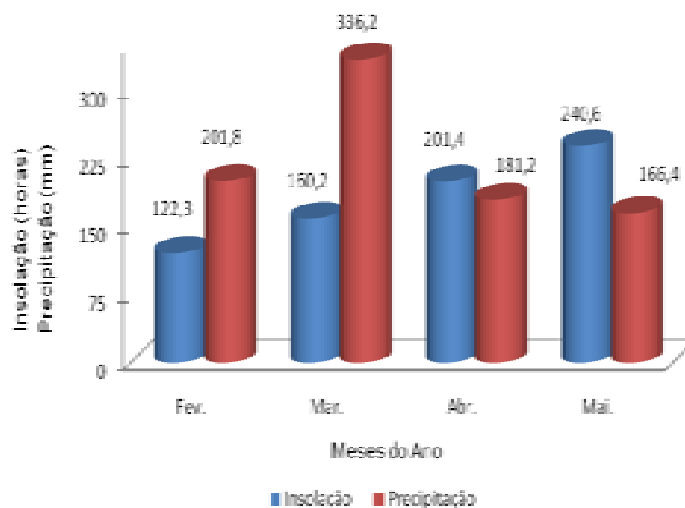


FIGURA 2- Médias de insolação (horas) e precipitação (mm) durante o período experimental (Fevereiro a Maio de 2008).

Fonte: Estação Evaporimétrica da EAEA/UFG.

### 2.3 Caracterização da área experimental

O solo da área experimental é classificado em Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 1999) e para fins de sua caracterização química foram coletadas amostras na profundidade de 0,20 m. Na Tabela 1, são apresentados os dados dos atributos químicos do solo da área experimental antes da instalação do experimento.

TABELA 1 - Atributos químicos do solo da área experimental.

Ca	Mg	CTC	Al	H	P(Mel)	K	pH	V	M.O.
		cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>			mg.dm <sup>-3</sup>		CaCl <sub>2</sub>	%	g/kg
4,0	2,0	9,4	0	1,9	17,5	114,0	5,6	67,0	39

Em função dos resultados da análise do solo, foram realizadas as adubações fosfatada e potássica de formação, de acordo com as recomendações de VILELA et al. (2000). No preparo do solo de forma convencional, utilizou-se uma aração, seguida por duas gradagens.

### 2.4 Tratamentos

Os tratamentos foram constituídos por cultivares de milho : ADR- 7010; ADR-500 e BRS-1505; fontes de fósforo: superfosfato simples (SS) e termofosfato (T), as quais foram aplicadas 70 kg.ha<sup>-1</sup> e doses de nitrogênio: 0; 40; 80 e 160 kg.ha<sup>-1</sup> sob forma de uréia, com sistema de colheita em regime de cortes.

### 2.5 Delineamento

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com arranjo fatorial 2 x 3 x 4 (2 fontes de fósforo x 3 cultivares de milho x doses de nitrogênio) com quatro repetições. O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + F_j + D_k + (FD)_{jk} + (CD)_{jk} + (CF)_{ij} + (CFD)_{ijk} + e_{ijkl}, \text{ em que:}$$

$Y_{ijk}$ : valor observado da variável;

$\mu$ : média geral;

$C_i$ : efeito do cultivar  $i$ , com  $i = \text{ADR-500; ADR-7010 e BRS-1501}$ ;

$F_j$ : efeito da fonte  $j$ , com  $j = \text{SS e T}$ ;

$D_k$ : efeito da dose  $k$ , com  $k = 0; 40; 80 \text{ e } 160$ ;

$FD_{jk}$ : efeito da interação doses de N x fonte de P;

$CD_{ik}$ : efeito da interação cultivar x doses de N;

$CF_{ij}$ : efeito da interação cultivar x fonte de P;

$CFD_{ijk}$ : efeito da interação cultivar x fonte de P x doses de N;

$e_{ijk}$ : erro experimental.

## 2.6 Período Experimental

O experimento foi implantado em meados do período chuvoso do ano agrícola de 2008, a cultura foi avaliada entre os meses de março a abril do corrente ano. As análises laboratoriais e estatísticas foram conduzidas no período compreendido entre julho de 2008 a janeiro de 2010.

## 2.7 Implantação do experimento

Foram alocados na área experimental 96 parcelas de 5 x 2 metros lineares. As parcelas eram constituídas por seis linhas (fileiras) de cinco metros lineares, espaçadas de 0,40 m, totalizando 10 m<sup>2</sup>. Foram consideradas bordaduras as duas linhas externas. A semeadura manual em linhas dos cultivares, foi realizada no dia 16 de fevereiro de 2008 com uma taxa de semeadura de 20 sementes puras viáveis (SPV) por metro linear. Juntamente com as sementes foram aplicadas as fontes de fósforo e micronutrientes sob a forma do fertilizante BR-12.

A germinação ocorreu quatro dias após o plantio, no dia 20 de fevereiro de 2008. No dia 02 de março de 2008 foi realizada as adubações potássica com aplicação de  $60 \text{ kg.ha}^{-1}$  de cloreto de potássio e nitrogenada de cobertura de acordo com os tratamentos.

## **2.8 Cortes de avaliação e preparo das amostras**

A idade fisiológica foi o parâmetro utilizado para a realização do corte, o qual foi realizado no momento que antecedeu o processo de emissão da inflorescência (Anexo 1). Os três cortes foram realizados em: 21 de março, 05 de abril e 19 de abril de 2008, manualmente com tesoura de aço. Para fins de avaliação da produção de massa seca foram tomadas duas linhas centrais, excluindo-se 0,50 m das extremidades, procedendo-se os cortes a 0,30 m da superfície do solo. Após cada corte, o material foi levado para o laboratório, onde foi classificado para fins de avaliação em plantas inteiras, lâminas foliares e colmos.

As amostras foram levadas à estufa de ventilação forçada a uma temperatura de  $65^{\circ}\text{C}$  por um período de 72 horas. Posteriormente, o material foi submetido à moagem em moinho tipo “Willey” com peneira de 1 mm de diâmetro e finalmente, acondicionado em sacos plásticos.

## **2.9 Variáveis Analisadas**

As análises do fracionamento foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Produção Animal da Escola de Medicina Veterinária da UFG, Campus Samambaia.

Determinou-se teor de matéria seca (MS) e de proteína bruta (PB) segundo metodologia descrita por SILVA & QUEIROZ (2002). Para as determinações propostas, as amostras foram homogeneizadas em suas respectivas frações por tratamentos, formando uma amostra composta.

As determinações de nitrogênio não protéico (NNP), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e em detergente ácido (NIDA) foram executadas segundo a metodologia descrita por LICITRA et al. (1996), e o nitrogênio solúvel (NS) de acordo com KRISHNAMOORTHY et al. (1982), realizadas em Macro Kjeldahl. A fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido utilizadas para a determinação do teor de nitrogênio foram analisadas em equipamento convencional de fibra, não se utilizando o sulfito de sódio.

As frações de proteína foram calculadas pelo sistema de Cornell (CNCPS) (SNIFFEN et al., 1992). A proteína foi analisada e calculada para as cinco frações, ou seja, fração A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> e C em porcentagem da PB.

A fração "A", constituída de compostos nitrogenados não protéicos (NNP) foi determinada pela diferença entre o N total e o N insolúvel em ácido tricloracético (TCA) conforme a seguinte fórmula:  $A (\%Nt) = Nt - N_1 / Nt \times 100$ , em que: Nt = nitrogênio total da amostra e N<sub>1</sub> = teor de nitrogênio insolúvel em ácido tricloracético. A fração "B<sub>1</sub>" referente às proteínas solúveis rapidamente degradadas no rúmen foi obtida pela diferença entre o nitrogênio solúvel em tampão borato fosfato (TBF) menos o NNP e calculada pela seguinte fórmula:  $B_1 (\%Nt) = N_1 - N_2 / Nt \times 100$ , em que N<sub>2</sub> = nitrogênio insolúvel em tampão borato fosfato.

A fração "B<sub>2</sub>" e "B<sub>3</sub>", constituídas pelas proteínas insolúveis com taxa de degradação intermediária e lenta no rúmen foram determinadas pela diferença entre a fração insolúvel em TBF e a fração do NIDN e, a NIDN menos o NIDA, respectivamente. A fórmula para calcular o valor da B<sub>2</sub> é:  $B_2 (\%Nt) = N_2 - NIDN / Nt \times 100$  e para a fração B<sub>3</sub>  $B_3 (\% Nt) = NIDN - NIDA / Nt \times 100$ . A fração "C", constituída de proteínas insolúveis e indigeríveis no rúmen e intestinos é determinada pelo conteúdo de nitrogênio residual da amostra após ser tratada com detergente ácido (NIDA) e é expressado em porcentagem do Nt da amostra.

## 2.10 Análises Estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo PROC GLM do programa estatístico Statistical Analysis System (SAS, 2007). Para verificar a

significância das diferenças entre as médias dos tratamentos, foi aplicado o teste Tukey a 5% de probabilidade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como a análise estatística não foram verificadas interações significativas ( $P > 0,05$ ) entre as variáveis pesquisadas, os resultados serão apresentados com efeitos isolados dos cultivares, fontes de fósforo e doses de nitrogênio (Tabela 2). Os teores de PB da planta inteira de cultivares de milho variaram entre 16,23% a 18,25%, entre os cultivares, com conteúdos de 16,30%, quando aplicou-se o superfosfato simples e 18,19%, quando aplicou-se o termofosfato. Observou-se que as doses de N promoveram acréscimos aos conteúdos de PB com resposta linear positiva ( $y = 16,16578 + 0,71878x$ ). Não se verificou diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para as frações nitrogenadas entre todos os tratamentos aplicados.

TABELA 2 - Frações dos compostos nitrogenados (%PB) obtidas pelo sistema CNCPS, da planta inteira de cultivares de milho submetido a fontes de fósforo e doses de nitrogênio.

Fração	Cultivares			Fontes de Fósforo		Doses de N ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )			
	ADR-7010	ADR-500	BRS-1505	SS	T	0	40	80	160
A	46,11	46,64	46,04	46,52	46,01	47,57	45,32	45,79	46,38
B <sub>1</sub>	2,81	1,99	2,49	2,19	2,66	1,57	2,80	3,32	2,00
B <sub>2</sub>	15,43	15,21	16,63	14,75	16,77	15,66	14,90	15,31	17,16
B <sub>3</sub>	30,78	31,22	30,14	31,49	29,92	30,42	32,14	30,79	29,49
C	4,87	4,95	4,71	5,04	4,64	4,78	4,83	4,78	4,97

(SS: superfosfato simples, T: termofosfato; Fração A:  $R^2 = 0,29$ ; CV = 3,91; Fração B<sub>1</sub>:  $R^2 = 0,25$ ; CV = 74,80; Fração B<sub>2</sub>:  $R^2 = 0,31$ ; CV = 19,21; Fração B<sub>3</sub>:  $R^2 = 0,23$  CV = 10,89; Fração C:  $R^2 = 0,10$ ; CV = 29,12).

O fracionamento dos compostos nitrogenados dos cultivares estudados revelou alta proporção da fração A, a qual é constituída de nitrogênio não protéico (NNP) e possui alta digestibilidade ruminal. O valor médio entre os cultivares da

fração A foi de 46,23% e entre as fontes fosfatadas de 46,26%, enquanto o valor médio da fração A entre as doses de nitrogênio foi 46,26%. Os microorganismos ruminais que fermentam os carboidratos estruturais utilizam a amônia como fonte de N, assim, altas proporções de NNP podem resultar em maiores perdas de nitrogênio em função da ausência de esqueleto de carbono prontamente disponível para que ocorra a síntese da proteína microbiana (RUSSELL et al., 1992).

Teores inferiores da fração A, foram determinados por RIOS et al. (2007) em experimento com cultivar de milho ADR-300, cujos teores foram de 40,02; 43,22; 41,62 e 41,38%, nas doses equivalentes a 0, 50, 100 e 150 kg.ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente. ELYAS et al. (2009) observaram que a fração A de capim-coast-cross (*Cynodon dactylon* (L) Pers), diminuiu em função do amadurecimento da planta, com teores de 32,74; 26,01; 23,44; 23,18; 31,66 e 29,08%, colhidos nos meses de janeiro, março, maio, julho, setembro e novembro, respectivamente. De acordo com HENRIQUES et al. (2007), a fração de NNP de plantas forrageiras são influenciadas pela idade de corte, assim com o avanço da idade das plantas ocorre redução nestes teores.

A fração B, representa a proteína verdadeira que é subdividida em três sub-frações, baseadas na velocidade de degradação ruminal, em que a fração B<sub>1</sub> é rapidamente solúvel no rúmen (albumina e globulina), B<sub>2</sub> com taxa de degradação intermediária (maioria das albuminas e glutelinas) e a fração B<sub>3</sub> que é a proteína associada à parede celular, tem degradação lenta (prolaminas, extensinas e proteínas desnaturadas) (SNIFFEN et al., 1992).

O valor médio da fração B<sub>1</sub> entre os cultivares foi de 2,43%. Valores bem próximos foram quantificados entre as fontes fosfatadas, sendo eles 2,19%, quando aplicou-se superfosfato simples e 2,66%, quando aplicou-se termofosfato. A fertilização nitrogenada não promoveu variações na fração B<sub>1</sub>. RIOS et al. (2007) determinaram teores superiores desta fração em cultivar de milho com variação de 15,18% a 18,47%. SILVA et al. (2009), em experimento com capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv Mombaça), relataram teores semelhantes, sendo eles 1,84; 1,69 2,21 e 1,94%, na forragem colhida a 0,20 m da superfície do solo e 1,39; 1,47; 1,78 e 1,73%, quando colhida a 0,40 m da superfície do solo no período seco do ano, nas doses: 0, 100, 300 e 500 kg.ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente.

Os valores médios da fração B<sub>2</sub> foram 15,75%; 15,76% e 15,75% para os cultivares, fontes de fósforo e doses de nitrogênio, respectivamente. De acordo com RIOS et al. (2007), a maior quantidade de fração B<sub>2</sub> na planta indica que menos proteína se ligou à fibra e, assim, mais proteína verdadeira estará disponível para os microrganismos do rúmen. MELLO & NORBERG (2003) avaliaram as frações protéicas de silagens e determinaram para a fração B<sub>2</sub> teores médios de 14,56% (silagem de milho), 11,01% (silagem de sorgo) e 23,93% (silagem de girassol). Valores superiores de fração B<sub>2</sub>, aos encontrados nessa pesquisa, foram verificados por RIBEIRO et al. (2001) com feno de capim-tifton (*Cynodon spp.*) de diferentes idades de rebrotas, que foram: 31,34; 30,48; 30,37 e 31,24%, colhidos aos 28, 35, 42 e 56 dias, respectivamente.

A fração B<sub>3</sub> apresentou teores médios de 30% entres os cultivares, fontes de fósforo e doses de nitrogênio. Conforme BALSALOBRE et al. (2003), a fração B<sub>3</sub> que é obtida pela subtração do nFDN pelo nFDA, e representa a proteína aderida a parede celular com potencial de ser degradada, em média foi de 40%, da proteína bruta do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.). HENRIQUES et al. (2007) verificaram que houve pouca influencia da adubação nitrogenada sobre a fração B<sub>3</sub>. Resultados semelhantes e superiores foram relatados por SILVA et al. (2009), em que a fração B<sub>3</sub> apresentou variação de 41,7 a 32,2%, na altura de 0,20 m, e de 44,5 a 30,8% na altura de 0,40 m, no período chuvoso em pastagem de capim-mombaça.

Os teores determinados para a fração C, foram todos inferiores a 10%, sendo que essa fração é constituída por proteínas insolúveis em detergente ácido, ou seja, que não é digerível no rúmen e intestino (SNIFFEN et al., 1992). Entre os cultivares, o valor médio da fração C foi de 4,84%. Quando aplicou-se o termosofato obteve-se o valor médio de 4,84%, possivelmente, as plantas fertilizadas com termosofato absorveram menores quantidades de P, em função da disponibilidade do nutriente no solo no primeiro ano e cresceram menos com teores reduzidos da fração fibrosa nos tecidos vegetais. Os teores da fração C, entre as doses de N, aumentaram em função da elevação das doses, cujo maior teor foi 4,97%, na dose referente a 160 kg.ha<sup>-1</sup>. Resultados inferiores foram verificados por RIOS et al. (2007) cujos teores da fração C de milho variaram de 1,93 a 3,91%. Conteúdos superiores foram relatados por PIRES et al. (2009) quando avaliaram

silagens de capim-Elefante pura, com casca de café, com farelo de cacau e com farelo de mandioca e encontraram 8,0; 19,4; 20,7 e 10,1%, respectivamente.

Segundo VAN SOEST (1994), o aumento da indisponibilidade de parte da proteína bruta constitui um dos efeitos mais negativos do avanço da idade fisiológica da planta, sob o ponto de vista nutricional, entretanto, 5 a 15% do N total das forragens encontra-se ligado à lignina, totalmente indisponível, estando os valores encontrados nesta pesquisa, para os cultivares de milho abaixo do limite inferior dessa faixa.

#### 4 CONCLUSÕES

Os cultivares avaliados possuem frações nitrogenadas semelhantes e uma pequena proporção da fração C.

As fontes fosfatadas e fertilização nitrogenada não alteraram a composição das frações protéicas.

#### 5 REFERÊNCIAS

BALSALOBRE, M. A. A.; CORSI, M.; SANTOS, P. M.; VIEIRA, I.; CÁRDENAS, R. R. Composição química e fracionamento do nitrogênio e dos carboidratos do capim-tanzânia irrigado sob três níveis de resíduo pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.3, p.519-528, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação, Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas: 1961-1990**. Brasília, 1992. 84 p.

CARVALHO, G. G. P.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V.; PEREIRA, O. G.; FERNANDES, F. E. P.; CECON, P. R.; AZEVEDO, J. A. G. Fracionamento de proteínas de silagem de capim-elefante emurchecido ou com farelo de cacau. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 3, p. 648-656, 2008.

CLIPES, R. C; COELHO DA SILVA, J. F.; DETMANN, E.; VASQUEZ, H. M.; SCOLFORO, L.; LOMBARDI, C. T. Avaliação de métodos de amostragem em pastagens de capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) e Mombaça (*Panicum maximum*, Jacq) sob pastejo rotacionado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.57, n.1, p.120-127, 2005.

ELYAS, A. C. W.; PAIVA, P. C. A.; LOPES, F. C. F.; VILELA, D.; ARCURI, P. B.; MORENZ, M. J. F. Avaliação do modelo CNCPS na predição do consumo de matéria seca em vacas da raça Holandesa em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1096-1103, 2009.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

FOX, D. G.; TEDESCHI, L. O.; TYLUTKI, T. P.; VAN AMBURGH, M. E.; CHASE, L. E.; A. N; OVERTON The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.112, n.1/4, p.29-78, 2004.

HENRIQUES, L. T.; COELHO DA SILVA, J. F.; DETMANN, E.; VASQUEZ, H. M.; PEREIRA, O. G. Frações dos compostos nitrogenados de quatro gramíneas tropicais em diferentes idades de corte e doses de adubação nitrogenada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, n.3, p.740-748, 2007.

KOEPPEN, W. - **Climatologia Tradicional**. Traduzido para o Espanhol por Pedro Henchiehs Pérez, 1948.

KOLLET, J. L.; DIOGO, J. M. S.; LEITE, G. G. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de variedades de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.4, p.1308-1315, 2006.

KRISHNAMOORTHY, U., MUSCATO, T. V., SNIFFEN, C. J.; VAN SOEST, P. J. Nitrogen fraction in selected feedstuffs. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.65, n. 2, p. 217-225, 1982.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.

LUPATINI, G. C.; MOOJEN, E. L.; RESTLE, J.; SILVA, J. H. S. Resposta do milho (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) sob pastejo a adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n.10, p.715-720, 1996.

MELLO, R.; NORBNBER, J. L.; ROCHA, M. G.; DAVID, D. B. Análise produtiva e qualitativa de um híbrido de sorgo interespecífico submetido a dois cortes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete lagoas, v.2, n.1, p.20-33, 2003.

MENKE, K.H., STEINGASS, H. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. **Animal Research Development**, v.28, p.7, 1988.

PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; GARCIA, R.; CARVALHO JUNIOR, J. N.; RIBEIRO, L. S. O.; CHAGAS, D. M. T. Fracionamento de carboidratos e proteínas de silagens de capim-elefante com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.3, p.422-427, 2009.

RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; GARCIA, R. CABRAL, L. S. Caracterização das frações que constituem as proteínas e os carboidratos e respectivas taxas de digestão, do feno de capim-tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 589-595, 2001.

RIOS, L. C.; FRANÇA, A. F. S.; MELLO, S. Q. S.; SILVA, A. G.; MOARES FILHO, C. G.; FERREIRA, J. L. Fracionamento da proteína do milho forrageiro sob doses de nitrogênio em regime de cortes. In: 44ª reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Jaboticabal, 2007. **Anais Eletrônico...**Jaboticabal: UNESP, 3 p., 2007. CD-ROM.

ROSA, B; FADEL, R. Uso de amônia anidra e de uréia para melhorar o valor alimentício de forragens conservadas. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, Maringá, 2001. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001, p.41-63.

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.70, n.11, p.3351-3561, 1992.

SAS. **Statistical Analysis System user's guide**. Version 9.13 ed. Cary: SAS Institute, USA, 2007.

SILVA, A. G.; FRANCA, A. F. S.; MIYAGI, E. S.; MELLO, S. Q. S.; FERREIRA, J. L.; CARVALHO, E. R. Frações proteicas do capim-mombaça submetido a doses de nitrogênio em duas alturas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.61, n.5, p.1148-1155, 2009.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos** – Métodos químicos e biológicos. 3ª ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SNIFFEN, C.J. O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et. al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p.3562-3577, 1992.

STEFANUTTI, R.; MALAVOLTA, E.; MURAOKA, T. Recuperação do fósforo residual do solo, derivado de um termofosfato magnesiano com diferentes granulometrias e do superfosfato simples granulado. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 233-238, 1995.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press. 1994, 476p.

VILELA, L., W. V. SOARES, D. M. G. DE SOUSA; M. C. M. MACEDO. **Calagem e adubação para pastagens na região do Cerrado**. 2 ed., rev. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2000, 15 p. (Circular técnica 37).

## **CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A utilização de gramíneas forrageiras tropicais de alto potencial forrageiro e boa qualidade nutricional pode maximizar os índices produtivos dos sistemas de criação de ruminantes, mesmo em sistemas considerados extensivos.

Assim, o cultivo de milho forrageiro para ser fornecido no cocho, verde ou conservado e ainda colhido pelo próprio animal em áreas de pastagens pode melhorar a alimentação animal, visto que, com base nos resultados obtidos nessa pesquisa, o milho responde produtivamente bem a fertilização fosfatada e nitrogenada, possui teores adequados de fibra e alta concentração de proteína bruta, fatores esses que não limitam o consumo animal.

Entretanto, estudos mais aprofundados sobre o detalhamento dos constituintes da proteína bruta devem ser conduzidos para esclarecer a influência da fertilização nitrogenada sobre os mesmos e evitar conclusões equivocadas. Vale ressaltar que, somente é possível prever o aproveitamento total do volumoso pelo animal, quando se considera suas necessidades e seu desempenho.

Face à grande preocupação ambiental de preservar os ecossistemas, mesmo os de pastagens, a utilização de práticas de fertilização deve ser executada somente para repor os nutrientes do solo corretamente e suprir as necessidades da planta, conseqüentemente do animal. A correta aplicação de insumos evitará desequilíbrio nos ecossistemas e prejuízos ao produtor quando há superestimação ou subestimação das necessidades do nutriente, não atingindo adequadamente o foco da fertilização.

**ANEXOS**

ANEXO 1- Vista da área experimental com cultivares de milho forrageiro.



ANEXO 2 - Cultivares de milho no momento de corte.



ANEXO 3 - Linha de cultivar de milho forrageiro após o primeiro corte.