

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ACÚMULO DE FORRAGEM VERDE, EXTRAÇÃO DE  
NUTRIENTES E VALOR NUTRICIONAL DO CAPIM-XARAÉS  
ADUBADO COM NITROGÊNIO**

**Ana Flávia Gouveia de Faria**  
Zootechnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL  
Novembro de 2010

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ACÚMULO DE FORRAGEM VERDE, EXTRAÇÃO DE  
NUTRIENTES E VALOR NUTRICIONAL DO CAPIM-XARAÉS  
ADUBADO COM NITROGÊNIO**

**Ana Flávia Gouveia de Faria**

**Orientadora: Profa. Dra. Mara Cristina Pessoa da Cruz  
Co-orientador: Dr. Fábio Prudêncio de Campos**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Ciência do Solo).

**JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL  
Novembro de 2010**

F224a Faria, Ana Flávia Gouveia de  
Acúmulo de forragem verde, extração de nutrientes e valor nutricional do capim-xaraés adubado com nitrogênio / Ana Flávia Gouveia de Faria. -- Jaboticabal, 2010  
ix, 81 f. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010

Orientadora: Mara Cristina Pessôa da Cruz

Co-orientador: Fábio Prudêncio de Campos

Banca examinadora: Manoel Evaristo Ferreira, Francisco Maximino Fernandes

Bibliografia

1. *Brachiaria brizantha*. 2. Adubação nitrogenada. 3. Forragem. 4. Valor nutricional. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.84:633.3

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

## **DADOS CURRICULARES DA AUTORA**

**ANA FLÁVIA GOUVEIA DE FARIA** – nascida em 26 de outubro de 1984, na cidade de Anápolis – GO, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal do Tocantins, em julho de 2008. Em agosto de 2008 iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós-graduação em Agronomia (Ciência do Solo), na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Unesp, Campus de Jaboticabal – SP. Durante o mestrado foi bolsista da FAPESP, participou do XX Congresso Brasileiro de Zootecnia e publicou, nos anais do evento, dois resumos expandidos, um como autora, o qual recebeu o prêmio de melhor resumo expandido na área de forragicultura e pastagens, e outro como co-autora. Participou do I Encontro de Produção Animal Sustentável, no qual publicou um resumo expandido como autora. Publicou dois resumos simples no Southern Regional Branch, em 2010, como co-autora, e dois resumos expandidos na Fertbio 2008 como co-autora. Tem três artigos científicos publicados, um como autora, na Revista Brasileira de Ciência do Solo.

## **Dedico**

Aos meus amados pais Luiz Antônio Barcelos e Célia Leite pelo exemplo de vida, pelo amor e pelo apoio em todas as minhas decisões.

## **Ofereço**

Ao meu namorado, amigo e companheiro de todas as horas Thiago Martins por sempre estar ao meu lado em todos os momentos.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre estar comigo me dando coragem e força de vontade em enfrentar e superar os desafios e obstáculos em todos os momentos.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, pela oportunidade.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa.

Ao Instituto de Zootecnia, por ceder a área onde foi realizado o experimento.

Aos meus queridos pais, pelo carinho, amor, ensinamentos e apoio.

À minha irmã e ao meu cunhado, Lely e Luis Gustavo, pelo companheirismo, amizade e momentos de alegria.

Ao meu amigo e companheiro de todas as horas, Thiago Martins dos Santos.

À Professora Mara Cristina Pessôa da Cruz, pela oportunidade, orientação, incentivo, dedicação, paciência, amizade e, principalmente, pelos conhecimentos transmitidos.

Ao Dr. Fábio Prudêncio de Campos e a Dra. Patrícia Sarmiento, pela co-orientação, apoio e suporte durante a realização do experimento, ensinamentos e amizade.

Ao Professor Manoel Evaristo Ferreira, pelo incentivo, amizade e pelos ensinamentos e conhecimentos transmitidos.

À Selma Guimarães Figueiredo, pelo auxílio nas análises de laboratório, paciência, ensinamentos, e pela amizade que levarei comigo.

Aos colegas do Laboratório de Fertilidade do Solo, pela convivência, troca de experiências, conhecimentos e pela valiosa colaboração e disposição durante o experimento de campo: Felipe Batistella Filho, Fernando Kuhnen, Leonardo Mella de Godoi e Thiago de Barros Sylvestre.

A todo o grupo do Laboratório de Fertilidade do Solo: Bruno Braos, Cássia, Daily, Juan, Rangel e Rita Guimarães, pela convivência, momentos de descontração e aprendizado.

Ao Carlos Alberto Kenji Taniguchi, pela ajuda no experimento, nas análises laboratoriais, pelo apoio, conselhos, troca de conhecimentos e experiências, convivência e principalmente pela grande amizade cultivada durante o curso de mestrado e que levarei para a vida.

À Adriana Guirado Arthur e Isabella Guidi, pelo apoio, convivência, e principalmente pela amizade.

À Deise Rafaelle Nicácio e Marcos Gasqui, pela ajuda durante o experimento de campo, convivência, troca de experiências, momentos de descontração, por tornar os dias menos difíceis e mais alegres durante as coletas de campo, e pela amizade verdadeira.

Aos pós-graduandos e funcionários do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa, principalmente da fazenda Palmeira, onde foi realizado o experimento, por me receberem de braços abertos.

Aos técnicos do Laboratório de Nutrição Animal da FCAV/UNESP, Ana Paula, Juliana e Sr. Orlando, pelo auxílio nas análises bromatológicas.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO .....	vii
SUMMARY .....	viii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 <i>Brachiaria brizantha</i> cv. xaraés .....	3
2.2 Respostas de plantas forrageiras à adubação nitrogenada .....	4
2.3 Valor nutricional das plantas forrageiras .....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	19
3.1 Local, período de condução do experimento e descrição da área experimental .....	19
3.2 Informações climáticas .....	19
3.3 Análise do solo, correção da acidez e adubação básica .....	20
3.4 Descrição dos tratamentos e delineamento experimental .....	22
3.5 Condução do experimento e coleta de forragem .....	23
3.6 Acúmulo de forragem verde .....	25
3.7 Determinação e cálculo da extração dos macronutrientes e recuperação aparente do N .....	25
3.8 Análises bromatológicas .....	26
3.9 Análises estatísticas .....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	28
5. CONCLUSÕES .....	58
6. REFERÊNCIAS .....	59

## ACÚMULO DE FORRAGEM VERDE, EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES E VALOR NUTRICIONAL DO CAPIM-XARAÉS ADUBADO COM NITROGÊNIO

**RESUMO** – Com este trabalho objetivou-se avaliar os efeitos da adubação nitrogenada no acúmulo de forragem verde, na extração de nutrientes e no valor nutricional da *Brachiaria brizantha* cv. xaraés, sob pastejo de bovinos. O experimento foi conduzido no Instituto de Zootecnia, Nova Odessa-SP, de setembro de 2009 a junho de 2010. Foram avaliados oito ciclos de pastejo, seis no período chuvoso e dois no período seco. Os tratamentos foram seis doses de N, 0, 125, 250, 375, 500 e 625 kg ha<sup>-1</sup>, parceladas em cinco vezes no período das chuvas, em delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições. A fonte de N foi a uréia. Foram avaliados o acúmulo de forragem verde, a extração e a recuperação aparente de N, a extração de P, K, Ca, Mg e S, as características bromatológicas e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Os máximos acúmulos de forragem verde no período chuvoso (19.743 kg ha<sup>-1</sup>) e o total (24.934 kg ha<sup>-1</sup>) foram obtidos com 500 e 493 kg ha<sup>-1</sup> de N, mas 250 kg ha<sup>-1</sup> de N são suficientes para atingir 92% do máximo. As extrações máximas de N, no período chuvoso e total anual foram de 300 e 375 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, e a recuperação aparente de N diminuiu com o aumento das doses, mas foi baixa em todo período, variando de 19,9 a 31,9%. A adubação nitrogenada aumentou os teores de proteína bruta nas lâminas, e nos colmos + bainhas. A fibra em detergente ácido e a lignina aumentaram com as doses de N, e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca não foi alterada pela adubação nitrogenada.

**Palavras-chave:** *Brachiaria brizantha*, adubação nitrogenada, forragem, valor nutricional

## NUTRITIONAL VALUE, NUTRIENTS UPTAKE AND DIGESTIBILITY OF XARAES PALISADEGRASS FERTILIZED WITH NITROGEN

**SUMMARY** – The objective of this study was to evaluate the effects of nitrogen fertilization on nutritional value, chemical composition and in vitro dry matter digestibility of *Brachiaria brizantha* cv. xaraés, under cattle grazing. The experiment was carried out at the Instituto de Zootecnia, Nova Odessa-SP, from September 2009 to June 2010. Eight grazing cycles were six evaluated, six in the rainy and two in the dry season. The treatments were N rates (0, 125, 250, 375, 500 and 625 kg ha<sup>-1</sup>) in a randomized block design with four replicates. N source was urea. Green forage accumulation and nitrogen uptake and apparent N recovery, P, K, Ca, Mg and S uptake, nutritional value and in vitro dry matter digestibility were evaluated. Maximum (19,743 kg ha<sup>-1</sup>) and total green forage accumulation (24,934 kg ha<sup>-1</sup>) during the rainy season were obtained with 500 and 493 kg ha<sup>-1</sup> N, respectively, but 250 kg ha<sup>-1</sup> N are sufficient to achieve 92% of maximum green forage accumulation. Maximum N uptake in the rainy season and the total were 300 and 375 kg ha<sup>-1</sup> N, respectively. Apparent N recovery decreased with N rates increasing, but it was low throughout the period, ranging from 19.9 to 31.9%. N fertilization increased the crude protein content in the leaf blades and stems + sheaths. Acid detergent fiber and lignin increased with N rates. In vitro dry matter digestibility was not affected by N fertilization.

**Keywords:** nitrogen fertilization, *Brachiaria brizantha*, forage, nutritional value

## 1. INTRODUÇÃO

As plantas forrageiras são a principal fonte de alimento para a maior parte do rebanho bovino brasileiro. Espécies do gênero *Brachiaria* predominam nas pastagens do Brasil que, na sua maior parte, encontram-se degradadas ou em processo de degradação, devido, principalmente, à baixa disponibilidade de nutrientes.

A adubação, principalmente com nitrogênio, é indispensável, devido à grande quantidade do nutriente que é absorvida e exportada pelas plantas, e pelo efeito direto no aumento da produção. O aumento da produção possibilita maior capacidade de suporte e ganho de peso vivo por hectare, e deve ser acompanhado por aumento no teor de proteína bruta. Com a adubação nitrogenada, a planta cresce rapidamente, aumentando os teores de proteína, mas também de lignina e, assim, a adubação nitrogenada deve ser monitorada, buscando maior produção aliada ao melhor valor nutricional.

Além dos aspectos de qualidade da forrageira, e também das questões econômicas relativas à adubação, o equilíbrio na adubação nitrogenada é importante do ponto de vista ambiental, uma vez que o nitrato perdido por lixiviação pode comprometer a qualidade das águas.

Como a análise de solo não é ferramenta utilizada, no Estado de São Paulo, para recomendação da adubação nitrogenada, o conhecimento da extração e da recuperação aparente de nitrogênio é importante para dar apoio a estratégias de adubação que aumentem a eficiência e diminuam os riscos para o meio ambiente.

Ainda, devido à frequência com que são introduzidos novos cultivares mais competitivos, com maior resistência a pragas e doenças, menor sazonalidade e alto potencial para produção de forragem de qualidade, a resposta à adubação nitrogenada

precisa ser constante e particularmente avaliada. A *Brachiaria brizantha* cv. xaraés foi lançada a cerca de sete anos pela Embrapa-Gado de Corte, com o objetivo de diversificação de materiais genéticos e, deste modo, redução do monocultivo de *B. brizantha* cv. marandu (VALLE et al., 2003). Por se tratar de um cultivar novo, há poucas informações sobre suas características produtivas e qualitativas em resposta ao manejo da adubação nitrogenada. Com este trabalho objetivou-se avaliar os efeitos da adubação nitrogenada no acúmulo de forragem verde, na extração de nutrientes e no valor nutricional da *Brachiaria brizantha* cv. xaraés, sob pastejo de bovinos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 *Brachiaria brizantha* cv. xaraés

No Brasil existem cerca de 117 milhões de hectares de pastagens, mais da metade constituídos por pastagens cultivadas (ANUALPEC, 2009). O gênero *Brachiaria* está em 85% destas áreas (MOREIRA et al., 2009), sendo que em aproximadamente 40%, a espécie é *Brachiaria brizantha* (DETOMONI, 2004).

Das espécies de *Brachiaria*, uma das mais utilizadas no Brasil é o capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. marandu), por ser um capim agressivo, adaptado a solos de média fertilidade, resistente à cigarrinha-das-pastagens, e com bons índices de produtividade animal (VALLE et al., 2004). No entanto, a diversificação por introdução de novas espécies e cultivares é interessante e desejável. Desta forma, o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) introduziram, por cultivo *in vitro*, o capim-xaraés no Brasil.

O capim-xaraés é uma variedade resultante de processo de seleção. A planta é muito vigorosa, atinge altura média de 1,5 m, é cespitosa, podendo enraizar nos nós basais, as folhas são largas, lanceoladas, com pouca pubescência, e de coloração verde-escura. É indicada para solos de média fertilidade, bem drenados e de textura média (VALLE et al., 2003).

O cultivar xaraés apresenta pentaploidia (cinco pares completos de cromossomos), o que o diferencia geneticamente do capim-marandu, que é tetraplóide. Este conjunto adicional de cromossomos pode ser a causa de seu excelente vigor vegetativo e de sua alta produtividade, que em ensaios em canteiros chegou a 21 t ha<sup>-1</sup> de massa seca (VALLE et al., 2001). É uma forrageira de estabelecimento rápido e com

rebrotagem superior ao cultivar marandu, o florescimento é tardio e concentrado em maio/junho, e a produtividade de sementes puras chega a 120 kg ha<sup>-1</sup> por ano (VALLE et al., 2003).

Em estudos feitos com o capim-xaraés foram obtidas resistência moderada à cigarrinha-das-pastagens, persistência e boa produtividade, com distribuição estacional da produção em 70% no período chuvoso e 30% no período seco. Comparado ao capim-marandu produz 5 t ha<sup>-1</sup> a mais de massa seca por ano, possibilitando maior taxa de lotação nas águas e 30% de produção de carne a mais por hectare (BRASIL, 2004). De acordo com PEDREIRA (2006), em experimento feito de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, a taxa média diária de acúmulo de forragem foi de 140 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca.

Frente às características do capim-xaraés, o manejo correto da adubação, particularmente da adubação nitrogenada, deve ser um dos fatores mais importantes para expressão do seu potencial produtivo.

## **2.2 Respostas de plantas forrageiras à adubação nitrogenada**

O nitrogênio é o nutriente que as plantas exigem em maiores quantidades e, geralmente, a sua concentração nos tecidos varia de 10 a 50 g kg<sup>-1</sup>. Ele é constituinte de muitos componentes da célula vegetal, incluindo aminoácidos, proteínas e ácidos nucléicos (TAIZ & ZEIGER, 2009). O nitrogênio da fração protéica constitui de 80 a 85% do total de nitrogênio nas plantas, participa da molécula de clorofila e, portanto, a deficiência de nitrogênio inibe rapidamente o crescimento (MENGEL & KIRKBY, 2001).

O nitrogênio é o nutriente mais extraído pelas gramíneas forrageiras (CARVALHO et al., 2006; PRIMAVESI et al., 2006; COSTA et al., 2008b) e por estar entre os que mais contribuem para aumentar a produtividade das pastagens, tem merecido maior atenção (SANTOS JÚNIOR, 2001). A adubação nitrogenada estimula o crescimento mais rápido das forrageiras, tornando possível que as colheitas sejam mais frequentes e que a forragem colhida seja mais digestível (RIBEIRO, 1995). A necessidade por esse nutriente é maior após o desenvolvimento inicial da gramínea,

quando passa a contribuir expressivamente para a produção de massa seca, e para o aumento do conteúdo de proteína bruta (MONTEIRO & WERNER, 1977).

Por ser o nutriente quantitativamente mais importante para o crescimento da planta, o nitrogênio pode proporcionar aumento na disponibilidade de forragem e na quantidade de proteína por hectare (PRIMAVESI et al., 2005). Isso implica em aumento da capacidade de suporte das pastagens, no ganho de peso vivo por hectare, em dietas mais nutritivas (DIAS et al., 2000) e em aumento na produção de leite por área (ALVIM & BOTREL, 2001).

A adubação nitrogenada determina o ritmo de crescimento e interfere na qualidade da forragem produzida pelas gramíneas forrageiras. Entretanto, devido aos custos elevados do nitrogênio, a sua utilização tem sido limitada. Daí a necessidade de estudos que determinem as espécies que apresentam maior potencial de resposta à aplicação de nitrogênio, contribuindo, assim, para a melhor distribuição de forragem ao longo do ano e viabilizando, desse modo, a aplicação do nutriente (DIAS, 2000). Para evitar perdas e aumentar a eficiência de utilização do N na produção das gramíneas e, conseqüentemente, na produção animal, é necessário conhecer a dose adequada (ALVIM et al., 2000).

O suprimento de N do solo proveniente da mineralização da matéria orgânica não é suficiente para atender à demanda de gramíneas com alto potencial produtivo, sendo necessária a aplicação de nitrogênio. Quando a adubação nitrogenada é feita, são observadas grandes alterações na taxa de acúmulo de massa seca de forragem ao longo das estações do ano, mesmo de espécies menos exigentes como o capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) (FAGUNDES et al., 2005). De acordo com PRIMAVESI et al. (2003), as doses mais adequadas de N para o capim-marandu situam-se entre 50 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de N por aplicação, após cada corte, no período das chuvas, e WERNER et al. (1996) recomendam, para o Estado de São Paulo, aplicação de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N por vez, após cada pastejo, independentemente da espécie de capim, também no período das chuvas. Segundo VICENTE-CHANDLER (1973), pode haver resposta à adubação nitrogenada até a dose de 1.792 kg ha<sup>-1</sup> em capins mais exigentes, como o capim-elefante.

Não raramente, na literatura, as doses de N aplicadas em pastagens chegam a  $800 \text{ kg ha}^{-1}$ . Em muitos casos, a resposta à adubação é linear, o que indica, de fato, alto potencial de resposta. No entanto, para trabalhar com doses tão elevadas, o manejo da adubação e da forragem precisam ser muito eficientes para que o sistema seja economicamente viável e adequado do ponto de vista ambiental. Neste último aspecto, a favor do uso de doses de N elevadas em pastagens está a profundidade das raízes das plantas forrageiras, que pode chegar a 280 cm (PRIMAVESI et al., 2001) e favorecer a absorção de  $\text{NO}_3^-$  mobilizado para camadas mais profundas.

ALVIM et al. (1990) compararam a produção de forragem de cinco acessos do gênero *Brachiaria* adubados com 0, 75 e  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  de N por ano. Na ausência de adubação com nitrogênio, o capim-marandu apresentou a menor produção anual de forragem e, quando adubado, apresentou a maior resposta, e a maior eficiência agronômica.

A adubação em pastagem de capim-angola (*Brachiaria mutica*) com  $125 \text{ kg ha}^{-1}$  de N na época das chuvas possibilitou o manejo eficiente, com a disponibilidade de forragem ao redor de  $2.000 \text{ kg ha}^{-1}$  de massa seca. Nessas condições, a lotação média da pastagem foi de aproximadamente 2,2 vacas por hectare, com produção diária de leite ao redor de 9,0 kg por vaca, ou  $20,0 \text{ kg ha}^{-1}$ . Sem adubação, com a pastagem sendo mantida com essa mesma disponibilidade de forragem, as produções diárias de leite, por vaca e hectare, foram inferiores, 7,0 kg por vaca, ou  $10,5 \text{ kg ha}^{-1}$  (ALVIM et al., 1992).

Estudando capim-marandu e combinação de doses de N (0, 100, 200 e  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  por ano) e P (0, 50 e  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  por ano) em esquema fatorial, MAGALHÃES et al. (2007) verificaram efeito apenas das doses de N, que resultaram em aumento na produção de massa seca de folhas e de colmos de forma linear e quadrática, respectivamente (MAGALHÃES et al., 2007).

Em capim-papuã (*Brachiaria plantaginea*), MARTINS et al. (2000), observaram resposta linear em função da adubação nitrogenada com 0, 100 e  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, com incrementos na taxa de acumulação diária de massa seca, o que influenciou a produção total de massa seca e, conseqüentemente, aumento linear no ganho de peso

vivo por hectare. Avaliando respostas do capim-mombaça (*Panicum maximum*) a doses de nitrogênio (0, 250 e 500 kg ha<sup>-1</sup>), BRAGA et al. (2004) observaram aumento linear da produção de forragem.

Em estudo com adubação nitrogenada (100, 250 e 400 kg ha<sup>-1</sup> por ano) em capim-coastcross (*Cynodon dactylon*), ALVIM & BOTREL (2001) verificaram que a dose de 250 kg ha<sup>-1</sup> de N por ano maximizou a taxa de lotação da pastagem e a produção de leite por área, resultando em maior retorno econômico por unidade de área. A dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N por ano resultou em maior produção de leite por kg de N aplicado. Em estudo com gramínea da mesma espécie, porém com o cultivar tifton-68, em que foram avaliados três intervalos de corte e cinco doses de nitrogênio (0, 100, 200, 400 e 600 kg ha<sup>-1</sup> por ano), ALVIM et al. (2000) constataram que, independentemente do intervalo de corte, a produção anual de massa seca e também a produção na época da seca aumentaram, ao aumentar a dose anual até 400 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Quando se faz adubação nitrogenada, o esperado é que a concentração de N nas folhas aumente, mas ela pode não variar, e até mesmo diminuir. Quando a concentração diminui, o efeito é chamado diluição de N e ocorre mais intensamente em dosséis densos, causado por autossombreamento e mudança na relação de massa entre folha e caule (PLÉNET & LEMAIRE, 1999).

Avaliando quatro doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> por ano) em capim-marandu, COSTA et al. (2008a) observaram maior concentração de N nas folhas, na maior dose de N aplicado. Em estudo de doses de N e S na recuperação de pastagem de capim-marandu, em Neossolo Quartzarênico, OLIVEIRA et al. (2005) obtiveram aumento da concentração de N na parte aérea da planta à medida que ocorreu aumento no fornecimento de N. COSTA et al. (2009a) relataram efeito linear positivo da adubação nitrogenada na concentração de N nas lâminas de capim MG-4, capim-marandu e capim-xaraés, com concentrações de 12,28; 12,74 e 13,77 g kg<sup>-1</sup> de N na testemunha, e de 20,49; 22,79 e 25,07 g kg<sup>-1</sup> de N na maior dose de N (150 mg dm<sup>-3</sup>), nos cultivares MG-4, marandu e xaraés, respectivamente.

Trabalhando com capim-marandu em condições de campo e doses de N de 0, 50, 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup> por corte, em quatro cortes, PRIMAVESI et al. (2006) verificaram

efeito linear das doses de N na extração de N. Resultados semelhantes foram obtidos por COSTA et al. (2009a), que com o mesmo capim e com 0, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de N por ano, observaram aumento linear na extração de N nos anos de 2004, 2005 e 2006. Ainda em capim-marandu, OLIVEIRA et al. (2005) observaram que a extração total de N em três cortes foi de 89, 123 e 167 kg ha<sup>-1</sup> de N com a aplicação de 70, 140 e 210 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente.

PRIMAVESI et al. (2004) verificaram resposta positiva à adubação nitrogenada na extração de N em capim-coastcross, com ajuste ao modelo quadrático. A máxima extração ficou além ou em torno da dose máxima aplicada (200 kg ha<sup>-1</sup> por corte) em cinco cortes no período chuvoso. Estes autores destacaram que a extração dos nutrientes aumentou com o aumento da produção de forragem, e que a remoção de nutrientes foi elevada.

Em experimento conduzido por COLOZZA et al. (2005) com capim-guaçu (*Pennisetum purpureum* Schumach), houve aumento linear da extração total de N por ano (soma de cinco cortes), no primeiro e segundo anos de experimento, em função da adubação com 60, 120, 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de N por ano. VELLINGA et al. (2009), trabalhando com várias gramíneas de clima temperado, observaram que a adubação com 0, 40, 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N por corte resultou em aumento linear na extração de N. Os autores também observaram efeito residual da adubação na extração.

Quando fertilizantes são fornecidos aos capins, pode ocorrer aumento da concentração, em particular, de um nutriente fornecido, mas também podem ocorrer efeitos secundários da adubação, resultando em aumento ou diminuição nas concentrações de outros nutrientes, com conseqüente aumento ou diminuição na extração (BATISTA & MONTEIRO, 2010).

Como já comentado, a adubação em pastagens, principalmente a nitrogenada, está entre os fatores mais importantes na determinação da produção por área, e com a maior produção vegetal, ocorre a extração de outros nutrientes do solo, que, se não repostos, podem limitar a eficiência da adubação nitrogenada. Vários pesquisadores (OLIVEIRA et al., 2005; PRIMAVESI et al., 2006; COSTA et al., 2008b) têm estudado a interferência do fornecimento de nitrogênio na concentração e extração de outros

nutrientes nos capins, com o intuito de determinar o suprimento adequado de nutrientes para as plantas. Dentre os nutrientes, o nitrogênio e o potássio são os mais extraídos pelas gramíneas forrageiras (PRIMAVESI et al., 2004; PRIMAVESI et al., 2006; CARVALHO et al., 2006), e, portanto, devem ser fornecidos em maior quantidade.

MAGALHÃES et al. (2002) avaliaram as relações entre produção de massa seca e exportação de nutrientes, em solos originalmente sob cerrado com vários anos de cultivo de *Brachiaria brizantha*, e observaram que a produção de massa seca, a concentração de nutrientes da parte aérea e as quantidades exportadas aumentaram após três anos de implantação, e depois diminuíram com o tempo de uso do solo pela forrageira.

PRIMAVESI et al. (2005) constataram que a aplicação de 0, 25, 50, 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de N propiciaram aumento linear nas concentrações de K, Ca e Mg em capim-coastcross e diminuição na concentração de P, mas não houve efeito na concentração de S.

A aplicação de N geralmente proporciona diminuição na concentração média de cálcio. Isso pode estar associado ao efeito de diluição, devido aos aumentos na produção de massa seca promovidos pelo aumento nas doses de N. ROCHA et al. (2000) observaram diminuição na concentração média de cálcio com o aumento das doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 400 kg ha<sup>-1</sup> por ano), e a concentração média de cálcio na parte aérea do capim-tifton 85 foi superior a do capim-tifton 68 e, a deste, superior a do capim-coastcross.

Estudando capim-tanzânia (*Panicum maximum*) em casa de vegetação, SILVEIRA & MONTEIRO (2010) com combinação de doses de nitrogênio (2; 9; 16; 23; 30 mmol L<sup>-1</sup>) e cálcio (0; 0,50; 1,75; 3,00; 4,25 e 5,50 mmol L<sup>-1</sup>) em solução nutritiva, observaram que as concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas aumentaram com o aumento do suprimento de nitrogênio, e a concentração de magnésio, diminuiu.

Em experimento em condições de campo com capim-marandu, PRIMAVESI et al. (2006) e COSTA et al. (2009a) observaram que a extração de K aumentou linearmente com as doses de N. O aumento (soma de quatro cortes) foi de 90% da

maior dose em relação à testemunha no primeiro caso, e de 80% (soma de três cortes por ano) no segundo e, neste caso, a cada kg de N adicionado houve extração de 620 g de K.

COSTA et al. (2008b) relataram aumento linear da extração de enxofre pelo capim-xaraés à medida que as doses de N aumentaram. Segundo estes autores, tal fato se justifica devido às funções desempenhadas pelo N e pelo S como componentes estruturais de proteínas e enzimas.

O nitrogênio proveniente da adubação pode ser absorvido pela planta, perdido por volatilização ou por lixiviação ou, ainda, permanecer no solo. Em geral, 50% do nitrogênio do fertilizante aplicado no solo é absorvido pelas plantas, 25% é perdido por vários processos e 25% permanece no solo (AZAM et al., 1985). De acordo com CANTARELLA (2007), aproximadamente 50 a 60% do nitrogênio aplicado é recuperado.

Determinação da recuperação aparente de nitrogênio é importante para dar suporte a estratégias de adubação, e tem a vantagem de ser de baixo custo e de fácil avaliação, pois pode ser calculada utilizando apenas a extração de nitrogênio (MELLO et al., 2008). Em pastagens manejadas intensivamente, é necessário maior detalhamento dos conhecimentos sobre extração e recuperação do N do fertilizante pelas plantas, a fim de orientar a adubação, evitar prejuízos devido a desequilíbrios nutricionais, maximizar a eficiência do uso do fertilizante e minimizar o impacto ambiental (PRIMAVESI et al., 2006).

MELLO et al. (2008) relataram que a porcentagem de recuperação aparente de nitrogênio pelo capim-mombaça foi alta para as doses aplicadas (0, 100, 300 e 500 kg ha<sup>-1</sup>), e no primeiro ano houve máxima recuperação aparente de N de 86% com a dose de 1.800 kg ha<sup>-1</sup> de N, dose acima do intervalo estudado no experimento. No segundo ano, o máximo foi 84% de recuperação aparente de N na dose de 346 kg ha<sup>-1</sup>, e esta resposta foi atribuída ao efeito residual das aplicações de nitrogênio ao solo ao longo do tempo de experimentação, e ao efeito de diluição, pois a forrageira produziu menos neste período e concentrou nitrogênio em seus tecidos.

A adubação com 0, 25, 50, 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de N por corte em capim-coastcross, resultou, segundo PRIMAVESI et al. (2004) em 45, 52, 46 e 37% de recuperação aparente de N respectivamente, com ajuste ao modelo linear decrescente. PRIMAVESI et al. (2006), trabalhando com *Brachiaria brizantha* cv. marandu, observaram recuperação aparente de N no primeiro corte de 48, 47 e 51%, no segundo corte de 69, 64 e 43%, no terceiro de 34, 22 e 21% e no quarto corte de 19, 22 e 13%, em função das doses de 50, 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de N por corte, respectivamente.

Baixa porcentagem de recuperação aparente de nitrogênio foi observada por CAMPOS et al. (2008), que aplicando doses de 0, 100, 300 e 500 kg ha<sup>-1</sup> em capim-braquiária, relataram recuperação de N abaixo de 21%, o que, segundo os autores, pode estar relacionado com a distribuição do nitrogênio para outras partes da planta.

### **2.3 Valor nutricional das plantas forrageiras**

A fibra em detergente neutro (FDN) é constituída basicamente de celulose, hemicelulose e lignina, e a fibra em detergente ácido (FDA) é constituída principalmente de lignina e celulose (VAN SOEST, 1994, citado por ROCHA et al., 2001). Por isso, a FDA está mais relacionada com a digestibilidade, enquanto a FDN está mais relacionada com ingestão, taxa de enchimento e passagem do alimento no sistema digestivo dos ruminantes.

A parede celular das forragens pode ser descrita como uma rede de microfibrilas de celulose, na qual a hemicelulose e a lignina estão envolvidas, e as mudanças que ocorrem na composição da parede celular são principalmente devidas ao aumento nos teores de lignina. A concentração de lignina e sua composição parecem regular a variação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca das forrageiras (NAVE, 2007).

As frações fibrosas e protéicas são as mais analisadas, pois com o aumento da maturidade da planta aumenta a concentração de constituintes da parede celular nos tecidos vegetais. As bainhas das folhas apresentam maior porcentagem de fibra e lignina, folhas velhas senescem e perdem água, hastes alongam e se tornam pouco suculentas. Com o aumento da produção de massa seca ocorre declínio na proporção

de folhas em relação aos colmos e no teor de proteína bruta da forragem. A deficiência proteica também limita a produção animal, seja porque a forragem disponível pode conter proteína insuficiente ou a concentração de proteína bruta é inferior ao nível crítico mínimo (7%) para o bom funcionamento do rúmen (BUENO, 2003).

Os componentes dos alimentos estão no conteúdo celular e na parede celular e compreendem, respectivamente, os compostos solúveis e os componentes estruturais cuja disponibilidade para o ruminante depende da fermentação por micro-organismos do rúmen (PACIULLO et al., 2001).

Segundo VAN SOEST (1967) o valor nutricional da forragem baseia-se na separação das frações fibrosas, com o uso de detergente neutro e detergente ácido (Figura 1). O detergente neutro separa o conteúdo celular da parede celular. O conteúdo celular é formado principalmente por proteínas, gorduras, carboidratos solúveis, pectina e outros constituintes solúveis em água. A parede celular, que é a parte da forragem insolúvel em detergente neutro (FDN) é composta por celulose, hemicelulose, lignina, proteína danificada pelo calor, proteína da parede celular e sais (cinzas). O detergente ácido solubiliza o conteúdo celular, a hemicelulose e os sais solúveis. O resíduo restante, denominado de fibra em detergente ácido, é constituído por celulose, lignina, proteína danificada pelo calor e parte da proteína da parede celular e de sais insolúveis (cinzas). A lignina é determinada a partir da fibra em detergente ácido, utilizando-se o método do  $H_2SO_4$  a 72% ou o método do  $KMnO_4$  (VAN SOEST, 1967). A estrutura química da lignina é muito complexa e ainda não muito bem definida. O conteúdo de lignina na maioria dos vegetais superiores varia de 4 a 12%, podendo chegar nas forragens mais fibrosas a 20% da matéria seca. É a fração menos digestível da forrageira (SILVA & QUEIROZ, 2009).

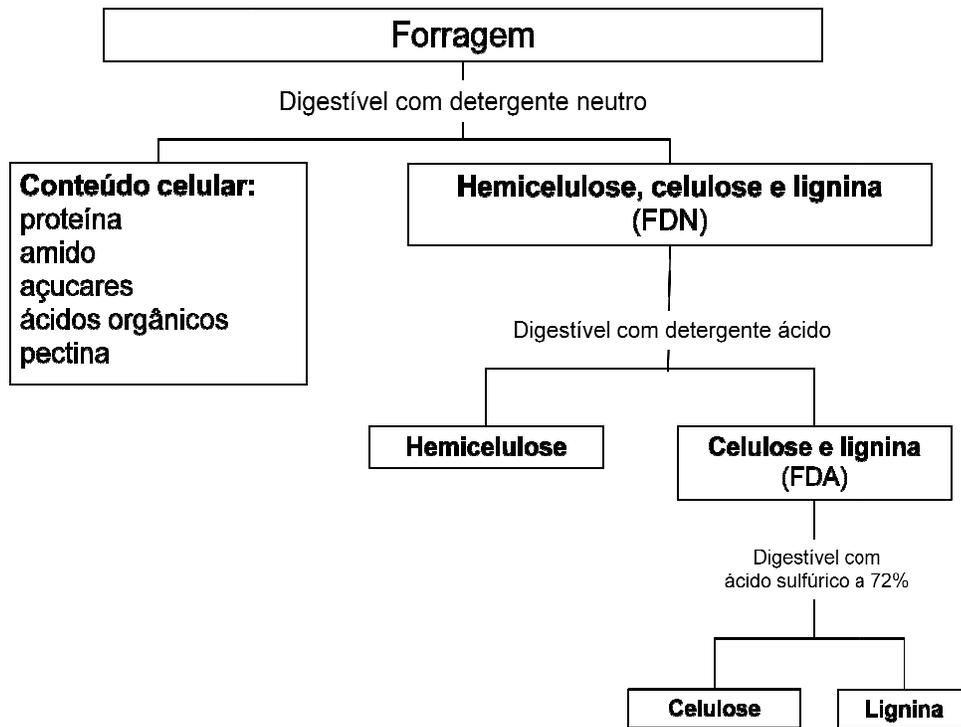


Figura 1. Sistema de análise de forragem por detergente neutro, detergente ácido e ácido sulfúrico (Adaptado de Van Soest, 1967).

Os teores de FDN, FDA e lignina podem influenciar a digestibilidade das forrageiras. Segundo OLIVEIRA et al. (2010), o decréscimo no valor de FDA é considerado importante por indicar aumento da digestibilidade do alimento. NUSSIO et al. (1998) relataram que forragens com valores de FDA em torno de 40% ou mais, apresentam baixo consumo e menor digestibilidade. De acordo com COSTA et al. (2009b), altos teores de FDA na planta forrageira diminuem a digestibilidade da matéria seca, comprometendo o desempenho dos animais.

A importância da lignina na digestibilidade ocorre de forma indireta, pois observam-se correlações negativas dos teores de lignina com a digestibilidade da matéria seca, da celulose e da hemicelulose (SILVA & QUEIROZ, 2009). As correlações dos teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido com a digestibilidade podem estar condicionadas ao grau de associação entre os teores de lignina e de fibra. Se essa associação é baixa, o conteúdo de fibra da forrageira não é bom indicador da digestibilidade (QUEIROZ et al., 2000).

O baixo valor nutricional das plantas forrageiras é frequentemente mencionado na literatura, e este é, na maioria das vezes, associado ao reduzido teor de PB e de sais, e ao alto teor de fibras que ocorre geralmente em pastagens mais maduras ou que não foram manejadas adequadamente (BUENO, 2003). Em vários estudos tem sido demonstradas respostas do valor nutricional de plantas forrageiras à adubação nitrogenada, porém os resultados apontam para uma única direção. Desta forma, entende-se que estudos dos efeitos da adubação nitrogenada nas características qualitativas de gramíneas forrageiras são essenciais para gerar conhecimentos e definir práticas de manejo.

A adubação nitrogenada, além de aumentar a produção de massa seca, aumenta o teor de PB da forragem e, na maioria dos casos, diminui o teor de fibras, por estimular o crescimento de tecidos novos, que possuem menores teores de carboidratos estruturais na matéria seca, melhorando, desta forma, sua qualidade. No entanto, o fornecimento de nitrogênio em doses elevadas, aliado a condições climáticas favoráveis, pode acelerar a maturidade e a senescência da planta, limitando o efeito benéfico da adubação nitrogenada nos valores de FDN. A diminuição dos teores de FDN é importante para melhorar o valor nutricional da forragem e aumentar o consumo pelos animais, pois a FDN é característica que define qualidade da forragem, bem como é fator que limita a capacidade ingestiva dos animais (COSTA et al., 2007). De acordo com VAN SOEST (1994) citado por COSTA et al. (2007), valores de FDN acima de 55 a 60% correlacionam-se de maneira negativa com o consumo voluntário pelos animais.

Em experimento conduzido por ANDRADE et al. (1996) com *Brachiaria ruziziensis* e doses de nitrogênio e potássio, foram observados, sem a aplicação de N, valores médios de 7,7% de proteína bruta (PB) na matéria seca, enquanto que, com 100 kg ha<sup>-1</sup>, o valor foi de 12,39% de PB. RUGGIERI et al. (1995) avaliaram doses de nitrogênio e regimes de corte em *Brachiaria brizantha*, e constataram que, com 28 dias de intervalo de corte, os valores de PB foram de 13,5; 16,3 e 17,3% para as doses de 0, 33 e 66 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente. De acordo com os mesmos autores, houve aumento no teor de PB de folhas com o aumento das doses de N.

A adubação nitrogenada com 0, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> em capim-braquiária resultou em valores de proteína bruta de 9,6; 12,4; 14,2 e 14,9% nas lâminas e 5,9; 6,9; 8,0 e 8,8% nos colmos (MAGALHÃES et al., 2007). Ajustes ao modelo linear de regressão em função da adubação nitrogenada para os teores de PB foram verificados por: COSTA et al. (2009b) em capim-xaraés, marandu e MG-4; CECATO et al. (2004), BENETT et al. (2008) e COSTA et al. (2010), em capim-marandu, e MOREIRA et al. (2009), em capim-braquiária.

Em estudo com capim-braquiária e doses de 0, 150, 300, 450 e 600 kg ha<sup>-1</sup> de N por ano, parceladas em três vezes no período chuvoso, e em cinco avaliações no período chuvoso e uma no período seco, OLIVEIRA et al. (2010) verificaram ajuste dos teores de PB ao modelo linear de regressão, variando de 14,4 a 18,8% no primeiro corte, de 6,2 a 14,7% no segundo corte, e de 7,4 a 11,9% no quinto corte, da menor para a maior dose, respectivamente. Em relação aos teores de FDN, os mesmos autores observaram ajuste ao modelo quadrático na segunda e terceira avaliações, com teores mínimos de 71,0 e 67,0% nas doses de 428 e 468 kg ha<sup>-1</sup> de N por ano, respectivamente. Na quinta avaliação houve ajuste ao modelo linear decrescente de regressão, com valores variando de 71,6 a 68,8% de FDN.

Comportamento linear negativo dos teores de FDN em função da adubação nitrogenada também foi observado por CECATO et al. (2004); BENETT et al. (2008); COSTA et al. (2009b); COSTA et al. (2010). No entanto, MOREIRA et al. (2009) relataram que a adubação nitrogenada (75, 150, 225 e 300 kg ha<sup>-1</sup> por ano) em *Brachiaria decumbens* cv. basilisk não influenciou os teores de FDN, com média de 76,2%. Em trabalho com quatro doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> por ano) e três de fósforo (0, 50 e 100 kg ha<sup>-1</sup> por ano), em capim-tanzânia, SOUSA et al. (2010) relataram que houve efeito apenas da adubação nitrogenada no teor de FDN, cujo comportamento foi quadrático, com teores médios de 75,9; 74,0; 74,0 e 72,2% em função das doses. Segundo os autores, esses valores de FDN na parte aérea do capim-tanzânia são altos, o que pode comprometer o valor nutricional da forragem.

BENETT et al. (2008), em capim-marandu, observaram resposta linear negativa dos teores de FDA no primeiro e segundo cortes, à adubação nitrogenada (0, 50, 100,

150 e 200 kg ha<sup>-1</sup>) e no terceiro corte os autores não observaram resposta. CECATO et al. (2004), também em capim-marandu, verificaram comportamento linear negativo para FDA com as doses de nitrogênio aplicadas ao solo (0, 200, 400 kg ha<sup>-1</sup> de N por ano). Outros autores também observaram resposta linear negativa de FDA ao aumento de doses de N no capim-marandu, MG-4 e xaraés (COSTA et al., 2009b; e COSTA et al., 2010). No entanto, OLIVEIRA et al. (2010) observaram no quarto corte, em capim-braquiária, aumento nos teores de FDA com aumento das doses de N.

Em experimento com capim-tanzânia, FRANÇA et al. (2007), observaram resposta dos teores de FDA à adubação nitrogenada, apresentando médias de 49,93%, 52,80% e 49,04%, com aplicações de 200, 400 e 600 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente.

As mudanças que ocorrem na parede celular são devidas, principalmente, ao aumento nos teores de lignina (NAVE, 2007). Em estudo em casa de vegetação, as doses de nitrogênio (0, 75, 150 e 225 mg dm<sup>-3</sup>) reduziram os teores de lignina no capim-marandu e no capim-braquiária (MARANHÃO et al., 2009). Entre os cultivares, o capim-marandu mostrou-se mais digestível, pois apresentou menores teores de FDA e lignina. MOREIRA et al. (2009) verificaram, com doses de 75, 150, 225 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de N e cinco períodos de avaliação em capim-braquiária, que os valores de lignina não foram influenciados pela adubação nitrogenada, com média de 11,3% de lignina. FRANÇA et al. (2007) também não observaram efeito significativo das doses de nitrogênio nos teores de lignina em capim-tanzânia. Com intervalo de pastejo de 28 dias, NAVE (2007) observou que o capim-xaraés apresentou teor de lignina nas folhas, nos colmos e na parte aérea de 3,7; 4,5 e 4,3%, respectivamente.

Os animais têm preferência por folhas e partes novas da planta. Em geral, essas partes apresentam melhor valor nutricional e aparecem em maior proporção nos estratos superiores do dossel forrageiro (BUENO, 2003). Maior proporção de lâminas pode indicar forragem com melhor valor nutricional, proporcionando maior consumo animal (BOTREL & ALVIM, 1997), pois as lâminas são notadamente mais digestíveis (COSTA et al., 2007).

O fornecimento de nitrogênio pode resultar em melhoria da relação lâmina foliar:colmo e da disponibilidade de lâminas (ANDRADE et al., 2003). MAGALHÃES et

al. (2007), estudando *Brachiaria decumbens* e quatro doses de N (0, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup>), verificaram que, quando não foi feita adubação nitrogenada, a relação lâmina foliar:colmo foi igual a 1. Nas doses de N superiores a 200 kg ha<sup>-1</sup>, a relação tendeu a diminuir. Alta relação lâmina foliar:colmo representa forragem de elevado teor de proteína e melhor ganho animal. Decréscimos na relação lâmina foliar:colmo mais bainha foram observados por BONFIM-DA-SILVA & MONTEIRO (2006) no primeiro e segundo ciclos do capim-braquiária adubado com nitrogênio e enxofre.

As lâminas foliares são mais digestíveis e nutricionalmente mais ricas. O valor nutricional da forragem pode ser bastante diferente entre as espécies forrageiras e partes da planta (BRÂNCIO et al., 2002), e de acordo com RUGGIERI et al. (1995), além dos teores de PB, a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) está relacionada diretamente com o consumo de forragem pelos animais. MOREIRA et al. (2009) verificaram que a adubação nitrogenada não alterou a digestibilidade do capim-braquiária, cuja média geral foi de 54,6%. Ausência de efeito da adubação nitrogenada na DIVMS também foi obtida por ROCHA et al. (2001) e ALVIM et al. (2003) com espécies do gênero *Cynodon* e CECATO et al. (2004) com capim-marandu. No entanto, OLIVEIRA et al. (2010), em *Brachiaria decumbens* e FRANÇA et al. (2007), em capim-tanzânia, verificaram resposta positiva da DIVMS à adubação nitrogenada.

O extrato etéreo pode ser definido como gorduras, óleos, pigmentos e outras substâncias gordurosas solúveis, e sua determinação é feita por extração com éter. A gordura constitui a fração mais energética dos alimentos. SARMENTO et al. (2010), ao analisar três gramíneas forrageiras (coastcross, tifton-85 e tifton-68), verificaram que o coastcross apresentou maior valor de extrato etéreo (4,53%) em relação ao tifton-85 (4,49%) e ao tifton-68 (4,36%). Em estudo com sorgo-sudão cv. AG2501C e adubação nitrogenada (100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup>) e potássica (0, 80 e 160 kg ha<sup>-1</sup>) SIMILI et al. (2008) observaram aumento de extrato etéreo em relação às doses de N, com valores de 2,8; 2,1 e 2,5%, respectivamente. SANTOS et al. (2008) verificaram, em experimento com capins tanzânia e tifton-85, que os valores de extrato etéreo ficaram dentro da faixa estabelecida por VALADARES et al. (2001) sem adubação nitrogenada. SANTOS et al. (2003) obtiveram valores de extrato etéreo de 0,37% para o capim-elefante cv.

pioneiro (*Pennisetum purpureum*) e 0,48% para o cv. mott. Nos capins mombaça, tanzânia e marandu os valores foram de 0,55; 0,42 e 0,46% de extrato etéreo.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local e período de condução do experimento

O experimento foi conduzido em condições de campo no Centro de Pesquisa de Bovinos de Leite/APTA (Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios)/SAA (Secretaria de Agricultura e Abastecimento), localizado no município de Nova Odessa, SP, nas coordenadas 22º 75'12" latitude Sul e 47º 27' 81" longitude Oeste. A área com a espécie forrageira *Brachiaria brizantha* cv. xaraés foi implantada em janeiro de 2008 (Figura 2). O experimento teve início em setembro de 2009 e as avaliações se estenderam até junho de 2010.

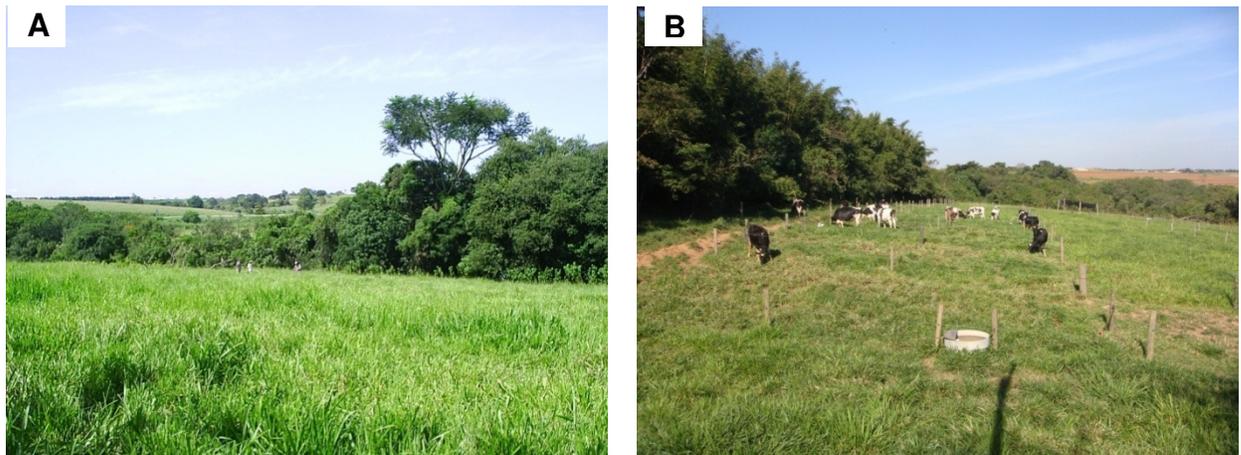


Figura 2. Vista parcial da área experimental antes do início do experimento (A) e experimento com os animais em pastejo (B).

### 3.2 Informações climáticas

Os dados climáticos referentes ao período experimental foram obtidos na Estação Meteorológica do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), estação meteorológica mais próxima da área experimental. Na região em que está o Instituto de Zootecnia, o clima é do tipo Cwa (PEEL et al., 2007) definido como subtropical, chuvoso no verão e seco no inverno. Os dados de precipitação pluvial e de temperatura do ar máxima, mínima e média estão apresentados na Figura 3. A precipitação média registrada durante a condução do experimento foi de 1.361 mm.

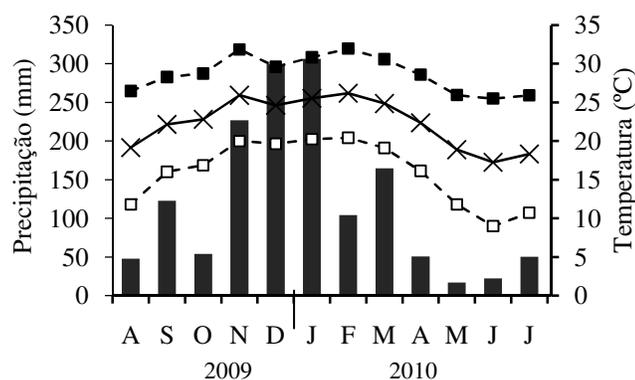


Figura 3. Dados climáticos durante o período experimental. Colunas representam a precipitação pluvial, ■, □ e × referem-se à temperatura do ar máxima, mínima e média, respectivamente.

### 3.3 Análise do solo, correção da acidez e adubação básica

Em agosto de 2009, antecedendo o início do experimento, foi feita amostragem de solo na área experimental, bloco por bloco, na profundidade de 0-0,2 m. Na amostragem foram coletadas 20 amostras simples por amostra. As amostras de solo foram submetidas a análises química e granulométrica, segundo métodos descritos por RAIJ et al. (2001) e CAMARGO et al. (1986), respectivamente. Os resultados da análise química, média de quatro blocos, foram: P resina, 13 mg dm<sup>-3</sup>; MO, 21 g dm<sup>-3</sup>; pH em CaCl<sub>2</sub>, 4,6; K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, H+Al, SB e CTC, 1,2; 11; 5; 33; 17; e 50 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>,

respectivamente; e V, 34%. Os resultados da análise granulométrica foram, em  $\text{g kg}^{-1}$ : areia, 669; silte, 188 e argila, 143, com classe textural franco-arenosa.

Foi feito corte de uniformização do pasto, por meio de corte mecânico, em setembro de 2009, à altura de aproximadamente 15 cm da superfície do solo. Em seguida, foi feita aplicação de calcário agrícola com teor de MgO entre 12 e 15% e com 75% de PRNT, visando elevar a saturação por bases a 60%. A quantidade de calcário aplicada foi definida com base na análise do solo, média dos quatro blocos, e foi de  $1,7 \text{ t ha}^{-1}$ . A área experimental foi dividida em faixas de  $7 \text{ m}^2$  ( $7 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ ) (Figura 4A) para melhorar a qualidade da distribuição de calcário, e a quantidade a ser aplicada por faixa foi previamente pesada. A distribuição do calcário foi feita manualmente, à lanço sem incorporação, porque a forrageira já estava estabelecida (Figura 4B).

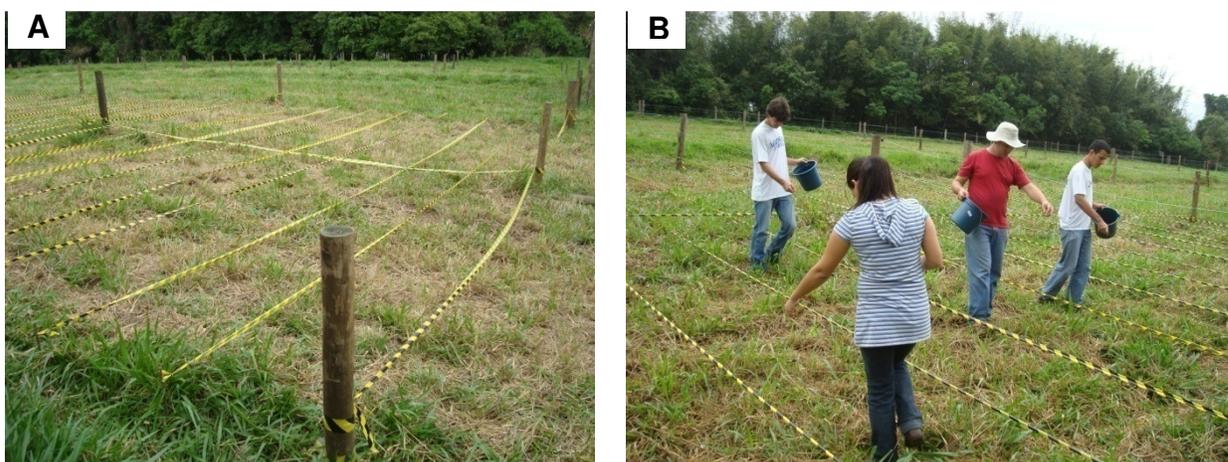


Figura 4. Divisão das parcelas em faixas de  $7 \text{ m} \times 1 \text{ m}$  no momento da calagem (A) e na primeira adubação (B).

A quantidade de adubo fosfatado adicionada ao solo foi calculada com base na análise de solo, média dos quatro blocos, seguindo as recomendações de WERNER et al. (1996), sendo aplicados  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  na forma de superfosfato simples. A quantidade de potássio foi calculada com base na extração do nutriente pelo capim-xaraés, considerando produção de  $20 \text{ t ha}^{-1}$  por ano de massa seca (VALLE et al., 2001), e concentração de K na massa seca de  $20 \text{ g kg}^{-1}$ , o que resultou em  $482 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , que foram aplicados ao solo na forma de cloreto de potássio. Devido à dose de

KCl ser elevada e a textura do solo ser franco-arenosa, metade foi aplicada de 22 a 25 de setembro de 2009, nos blocos 1, 2, 3 e 4, respectivamente, e metade, de 17 a 20 de novembro de 2009, nos respectivos blocos. Os adubos superfosfato simples, cloreto de potássio e uréia foram pesados separadamente, e em seguida, juntados em um único saco, homogeneizados, e então o saco foi lacrado. A adubação foi feita manualmente, a lanço, em faixas previamente demarcadas de 7 m x 1 m (7 m<sup>2</sup>).

### **3.4 Descrição dos tratamentos e delineamento experimental**

Os tratamentos foram seis doses de N, 0, 125, 250, 375, 500 e 625 kg ha<sup>-1</sup>, parcelado cinco vezes no período das chuvas, em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais com área total de 112 m<sup>2</sup> (14 m x 8 m) cada uma e área útil de 72m<sup>2</sup>( 12m x 6 m)(Figura 5).

### **3.5 Condução do experimento e coleta de forragem**

A adubação nitrogenada, de acordo com os tratamentos, foi feita manualmente, a lanço, em faixas previamente demarcadas de 7 m x 1 m (7 m<sup>2</sup>). O N foi aplicado na forma de uréia e parcelado igualmente em cinco vezes durante o período das águas. A primeira adubação nitrogenada foi feita nos dias 22 a 25-09-2009 (um bloco por dia), juntamente com a adubação fosfatada e potássica, e as demais foram feitas após a saída dos animais das parcelas no primeiro, segundo, terceiro e quarto ciclos, respectivamente.

Foram feitas oito amostragens de forragem em oito ciclos de pastejo (Tabela 1) no pré-pastejo (antes da entrada dos animais nos piquetes). Ao todo, foram seis amostragens no período das águas e duas no período das secas. As amostragens de forragem no período das águas foram feitas com 28 dias de intervalo; entre a última amostragem do período das águas e a primeira amostragem do período das secas, o intervalo foi de 42 dias, e o intervalo entre as amostragens do período das secas foi de 56 dias.

Na amostragem da forragem foi utilizado um quadrado de 0,36 m<sup>2</sup>, posicionado três vezes dentro da área útil de cada parcela em local em que a altura da forrageira era semelhante à média determinada dentro da parcela. Para a determinação da altura média foi feito caminhamento em ziguezague dentro da área útil da parcela, e a altura foi considerada o comprimento medido desde o nível do solo até a altura do dossel forrageiro, utilizando plantas ao acaso. Na primeira e segunda amostragens de pré-pastejo, o corte foi feito rente ao solo. Na segunda amostragem, foi observado que as áreas amostradas na primeira amostragem não haviam rebrotado. Então, nas demais, passou-se a cortar a 10 cm da superfície do solo.

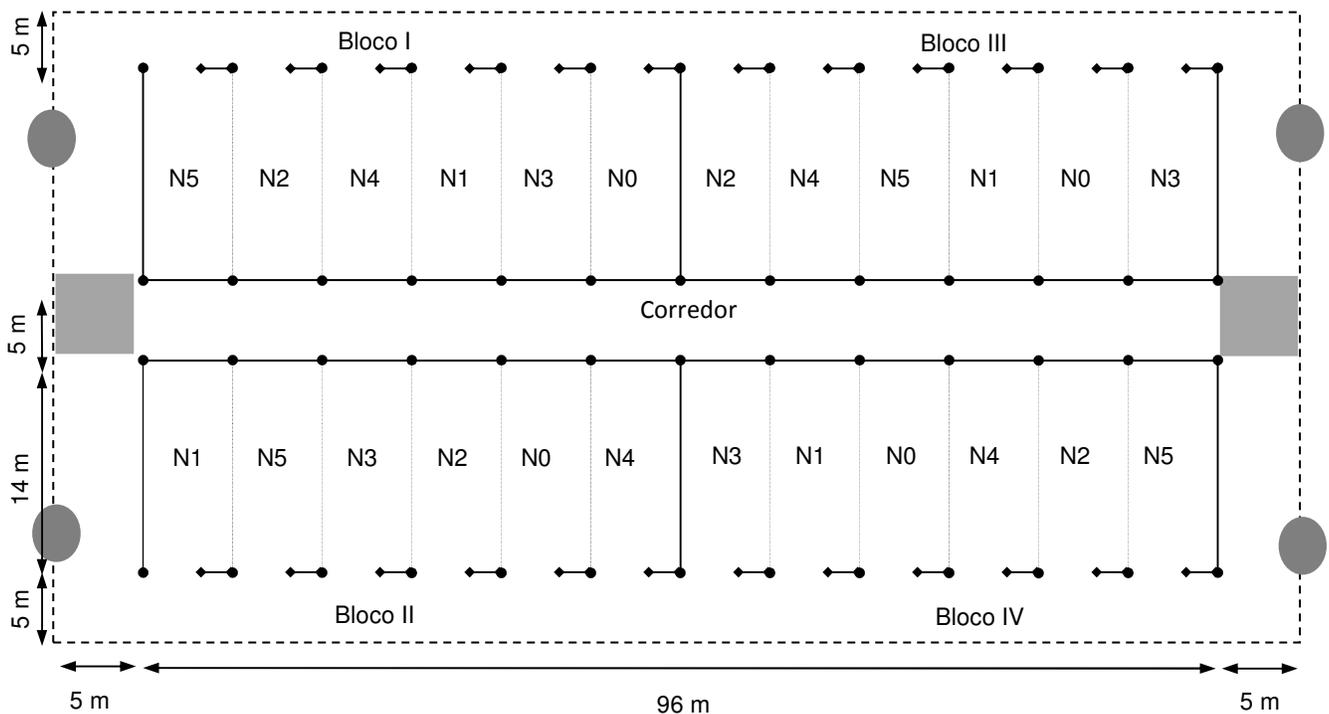


Figura 5. Croqui da área experimental. N0, N1, N2, N3, N4 e N5 correspondem às doses 0, 125, 250, 375, 500 e 625 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio. ● Bebedouro, ■ Sombrite ---- 1 fio, — 2 fios.

Após as amostragens de forragem no pré-pastejo foram colocados três animais da raça Holandesa, categoria vacas secas, em cada piquete, exceto no tratamento testemunha, no qual foram colocados dois animais devido a menor altura das plantas. Os animais permaneceram nas parcelas por um dia, até que a altura do resíduo pós-pastejo

atingisse de 10 a 15 cm da superfície do solo (EMBRAPA, 2003). A partir do segundo ciclo, houve dificuldade em deixar a altura do resíduo abaixo de 20 cm com apenas um dia de pastejo. Como o aumento da lotação animal visando a redução da altura do resíduo pós-pastejo acarretaria aumento de perdas de forragem por tombamento do capim devido ao pisoteio, optou-se por aumentar o período de ocupação para dois dias a partir do terceiro ciclo. Por outro lado, como algumas unidades experimentais iniciaram processo de degradação em função da menor altura do resíduo ( $20 \pm 1$  cm), optou-se por adotar altura do resíduo de 24 a 27 cm, a fim de assegurar a perenidade do pasto. Para garantir esta altura do resíduo e a saída dos animais em momento compatível com a altura de resíduo desejada, às 6h, 12h e 18h, foi medida a altura do pasto em 10 pontos ao acaso. Depois do pastejo, foi feita a coleta do pós-pastejo e os procedimentos de coleta e de obtenção de subamostras foram os mesmos.

Tabela 1. Amostragens, data de início, de término e período das avaliações do capim-xaraés.

Amostragens	Início	Término	Período
1 <sup>o</sup>	19-10-2009	23-10-2009	Chuvoso
2 <sup>o</sup>	16-11-2009	20-11-2009	Chuvoso
3 <sup>o</sup>	14-12-2009	19-12-2009	Chuvoso
4 <sup>o</sup>	11-01-2010	16-01-2010	Chuvoso
5 <sup>o</sup>	08-02-2010	13-02-2010	Chuvoso
6 <sup>o</sup>	08-03-2010	13-03-2010	Chuvoso
7 <sup>o</sup>	19-04-2010	24-04-2010	Seco
8 <sup>o</sup>	14-06-2010	19-06-2010	Seco

A amostra de forragem fresca proveniente de cada piquete, no pré-pastejo e no pós-pastejo, coletada com auxílio do quadrado de 0,36 m<sup>2</sup>, foi pesada, e dela foram retirados 200 g que foram imediatamente colocados em estufa com circulação forçada de ar a cerca de 65°C até peso constante, para obtenção da massa seca de forragem. Todo o material restante da amostra coletada no pré-pastejo foi separado em lâmina foliar, colmos + bainhas e material senescente. Do material restante da coleta do pós-pastejo foram retirados 500 g, aproximadamente, para separação em lâmina foliar, colmos mais bainhas e material senescente. As lâminas e os colmos + bainhas coletados no pré-pastejo foram divididos em duas subamostras, que serão designadas A e B. A subamostra A foi lavada conforme procedimentos descritos em CARMO et al. (2000) e seca em estufa com circulação forçada de ar a cerca de 65°C até peso constante, para obtenção da massa

seca de forragem verde (lâmina, colmos + bainhas), e posterior cálculo do acúmulo de forragem verde. Esta subamostra foi moída em moinho tipo Willey, passada em peneira com abertura de malha de 1 mm e usada para determinação da concentração dos macronutrientes e cálculo da extração de nutrientes pelo capim-xaraés. A subamostra B não foi lavada e foi seca em estufa com circulação forçada de ar a cerca de 55°C para quantificação da massa seca de forragem verde. Estas subamostras foram moídas em moinho tipo Willey e passadas em peneira com abertura de malha de 1 mm, para as análises bromatológicas.

### **3.6 Acúmulo de forragem verde**

Para obtenção de acúmulo de lâminas e de colmos + bainhas em cada ciclo foi usada a massa seca de material verde (massa seca de lâminas e de colmos + bainhas no pré e no pós-pastejo), e o cálculo foi feito da seguinte forma: massa seca de forragem verde do pré-pastejo - massa seca de forragem verde do pós-pastejo do período anterior. O acúmulo foi usado para o cálculo da extração dos macronutrientes.

### **3.7 Extração dos macronutrientes e recuperação aparente do N**

Para a determinação do N-total (subamostra A) foi feita digestão sulfúrica e destilação segundo o método semimicro Kjeldhal (AOAC, 1995). Para os demais macronutrientes (P, K, Ca, Mg e S) foi feita digestão nítrico-perclórica e posterior determinação da concentração de P por método colorimétrico, de K por fotometria de chama, de Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica e de enxofre por turbidimetria (CARMO et al., 2000). As análises para determinação da concentração dos macronutrientes foram feitas no Laboratório de Fertilidade do Solo da FCAV/Unesp.

A quantidade de macronutrientes extraída foi calculada pela fórmula:

$$n_{\text{extr}} = 0,001 \times MS \times Cn$$

em que:

$n_{\text{extr}}$  (kg ha<sup>-1</sup>) = quantidade do nutriente extraído.

MS (kg ha<sup>-1</sup>) = produção de massa seca (massa seca de forragem verde do pré-pastejo- massa seca de forragem verde do pós-pastejo do período anterior).

$C_n$  (g kg<sup>-1</sup>) = concentração do nutriente.

A recuperação aparente do nitrogênio foi calculada pela fórmula:

$$N_{\text{rec}} = \frac{N_{\text{extr}} \text{ na parcela adubada} - N_{\text{extr}} \text{ na parcela testemunha}}{\text{dose de N aplicada}} \times 100$$

em que:

$N_{\text{rec}}$  (%) = recuperação aparente do nitrogênio.

$N_{\text{extr}}$  = quantidade de nitrogênio extraído, em kg ha<sup>-1</sup>.

### 3.8 Análises bromatológicas

Para o cálculo da PB foi usada a concentração de N multiplicada pelo fator 6,25 para conversão de nitrogênio em proteína bruta (AOAC, 1995).

Foram determinados, na subamostra B: FDN, FDA, lignina, EE e DIVMS. As determinações de FDN, FDA e lignina foram feitas pelo método sequencial proposto pela Ankon Fiber Analyser (ANKON TECHNOLOGY CORPORATION, FAIRPORT, NY), segundo métodos de GOERING & VAN SOEST (1970), adaptados por CAMPOS et al. (2004). Nestas determinações foram utilizados saquinhos do tipo F57 Filter Bags. As determinações de DIVMS foram feitas pelo método proposto por GOERING & VAN SOEST (1970). As determinações de FDN, FDA, lignina, PB e DIVMS foram feitas em todas as amostras coletadas no pré-pastejo.

Os teores de FDN, FDA, lignina, PB e DIVMS foram corrigidos após determinação da matéria seca a 105°C, conforme procedimento recomendado por CAMPOS et al. (2004).

As análises para determinação de FDN e FDA foram feitas no Laboratório de Nutrição da FCAV/Unesp, e a DIVMS foi determinada no Laboratório de Análises

Bromatológicas e Minerais do Centro APTA de Bovinos de Leite, pertencente ao Instituto de Zootecnia, localizado na cidade de Nova Odessa (SP).

### **3.9 Análises estatísticas**

A análise estatística dos resultados foi feita com o procedimento GLM (modelo linear) e com o procedimento NLIN (modelo não-linear) do programa SAS (Statistical Analysis System), para Windows (SAS INSTITUTE, 2005). Foi aplicado o teste F e ajustaram-se equações de regressão linear, quadrática e linear segmentada. O nível de significância adotado foi de 10%.

Para comparação entre os ciclos de pastejo, os ciclos foram considerados subparcelas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey e o nível de significância adotado foi de 5%.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acúmulo de forragem verde do capim-xaraés, em função da adubação nitrogenada, ajustou-se ao modelo quadrático de regressão, no primeiro e quinto ciclos de pastejo (Tabela 2), e as doses de 109,0 e 82,7 kg ha<sup>-1</sup> de N por ciclo resultaram no máximo acúmulo de forragem verde, 1.881 e 3.982 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. A adubação nitrogenada aumentou o acúmulo de forragem verde de forma linear no segundo e terceiro ciclos, e no quarto ciclo, não influenciou o acúmulo. Nos sexto e sétimo ciclos houve efeito residual da adubação nitrogenada no acúmulo de forragem verde, com ajuste ao modelo linear de regressão e, no oitavo, não houve.

Tabela 2. Médias de acúmulo de forragem verde em função de adubação nitrogenada do primeiro ao oitavo ciclos do capim-xaraés, equações de regressão e coeficientes de determinação.

CP <sup>1</sup>	Nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> por ciclo)						Média	Equações de regressão	R <sup>2</sup>	CV	
	0	25	50	75	100	125					
	Acúmulo de forragem verde, kg ha <sup>-1</sup>										(%)
1 <sup>o</sup>	1020	1458	1677	1798	1766	1925	1607	e	$\hat{Y}=1067,50+14,9143X-0,0683X^2$	0,95 <sup>+</sup>	18,03
2 <sup>o</sup>	1978	2166	2994	3029	3180	3114	2744	cd	$\hat{Y}=2118,82+10,0038X$	0,78 <sup>**</sup>	22,37
3 <sup>o</sup>	2817	3925	3225	3955	4030	3793	3624	ab	$\hat{Y}=3201,72+6,7679X$	0,41 <sup>+</sup>	19,59
4 <sup>o</sup>	2934	3601	3617	3912	5084	3632	3797	a	$\hat{Y}=3797,12$	ns	34,03
5 <sup>o</sup>	2265	2448	2582	3039	3526	3902	3478	abc	$\hat{Y}=2438,66+37,3213X-0,2255X^2$	0,82 <sup>*</sup>	21,03
6 <sup>o2</sup>	1665	1791	2057	2160	2076	1877	2300	de	$\hat{Y}=1742,80+8,9205X$	0,62 <sup>**</sup>	24,82
7 <sup>o2</sup>	2024	2897	2954	2876	3312	3146	2868	bcd	$\hat{Y}=2384,83+7,7398X$	0,65 <sup>+</sup>	27,35
8 <sup>o2</sup>	1698	1880	1714	2114	1862	2075	1891	e	$\hat{Y}=1891,10$	ns	28,75

<sup>1</sup> CP = ciclo de pastejo. <sup>2</sup> efeito residual da adubação nitrogenada. \*\*, \* e + Significativo a 1, 5 ou 10% pelo teste F, respectivamente. ns = não significativo.

A resposta quadrática observada no primeiro ciclo pode ser explicada pela capacidade do solo em fornecer N, resultado da mineralização do material do corte de uniformização que antecedeu as avaliações e da própria matéria orgânica do solo. No quinto ciclo, o efeito residual das adubações anteriores, associado à quinta adubação,

resultou em ajuste quadrático. Além disso, o primeiro e o quinto ciclos estão no início e no final do período das águas e o potencial de resposta à adubação é menor.

O maior acúmulo de forragem verde ocorreu no quarto ciclo, não diferindo dos valores observados no terceiro e no quinto ciclos (Tabela 2). Isto ocorreu devido, provavelmente, ao efeito direto do N aplicado no solo, somado ao efeito indireto do N residual das adubações anteriores, e, além disso, esta é a época de máximo crescimento vegetativo das plantas, devido às condições mais favoráveis de precipitação pluvial e temperatura (Tabela 1). O acúmulo de forragem verde no primeiro ciclo pode ter sido menor porque só havia o efeito da primeira adubação, e, além disso, anteriormente ao primeiro ciclo, foi feito corte de uniformização a 10 cm do solo, o que pode ter contribuído para a menor quantidade produzida, já que nos outros ciclos a forragem foi pastejada à altura de 24 a 27 cm do solo. No oitavo ciclo, o menor acúmulo de forragem verde ocorreu devido à ausência de efeito residual da adubação nitrogenada, da baixa precipitação pluvial e baixas temperaturas observadas, pois de acordo com MENDONÇA & RASSINI (2006), abaixo de 15°C a *Brachiaria brizantha* tem sua produção prejudicada (Figura 3).

A adubação nitrogenada aumentou o acúmulo de forragem verde do capim-xaraés no período chuvoso, no período seco e na soma dos dois períodos (Figura 6). No período seco a resposta foi linear. No período chuvoso e na soma dos dois períodos houve ajuste aos modelos de regressão quadrático e de regressão linear segmentada.

Considerando o modelo quadrático de regressão, os máximos acúmulos de forragem verde total (24.934 kg ha<sup>-1</sup>) e no período chuvoso (19.743 kg ha<sup>-1</sup>) foram obtidos com 500 kg ha<sup>-1</sup> de N. Por outro lado, de acordo com o modelo de regressão linear segmentada, houve aumento linear do acúmulo de forragem verde até a dose de 350 kg ha<sup>-1</sup> no período chuvoso, com acúmulo de forragem verde de 19.569 kg ha<sup>-1</sup>, ou seja, seriam necessários mais 150 kg ha<sup>-1</sup> de N para atingir o máximo determinado por meio do modelo quadrático, e o aumento de produção seria de apenas 179 kg ha<sup>-1</sup>. O acúmulo de forragem verde total, considerando o modelo linear segmentado, aumentou até a dose de 345 kg ha<sup>-1</sup> de N, com acúmulo de 24.698 kg ha<sup>-1</sup>. Assim, seriam

necessários mais 155 kg ha<sup>-1</sup> de N para obter aumento de apenas 236 kg ha<sup>-1</sup> de acúmulo de forragem verde.

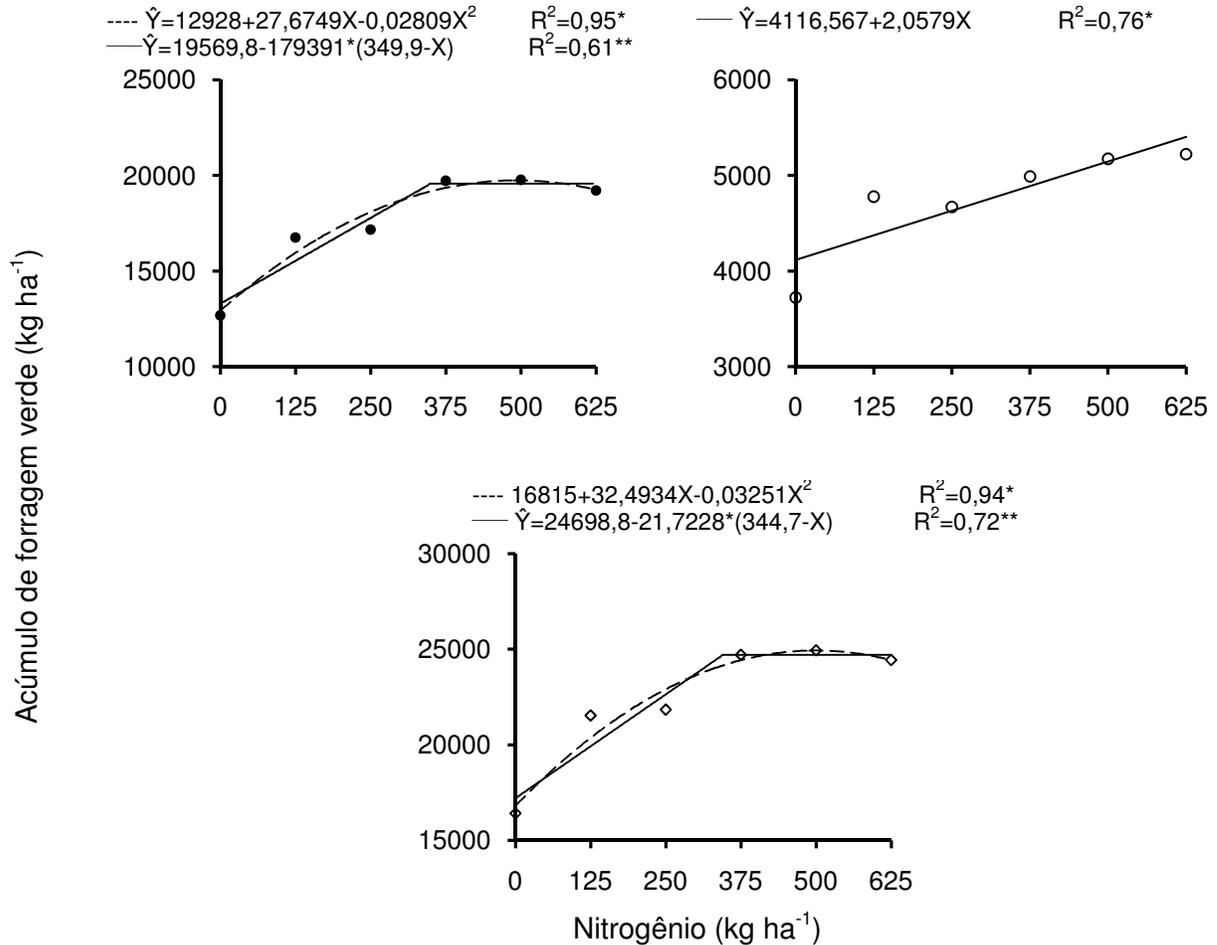


Figura 6. Acúmulo de forragem verde do capim-xaraés (AFV) adubado com nitrogênio. ●, ○, ◇, correspondem aos valores de acúmulo de forragem verde no período chuvoso, no período seco e no total, respectivamente.

A dose de 250 kg ha<sup>-1</sup> de N, que é a recomendada por WERNER et al. (1996) para sistemas intensivos, resultou em 92% do máximo nos dois casos, acúmulo total e do período chuvoso, respectivamente. No período seco, o efeito residual da adubação nitrogenada fez com que o acúmulo de forragem verde aumentasse de forma linear. A resposta das plantas forrageiras à adubação nitrogenada é relatada com muita frequência na literatura (ALVIM et al., 2000; MARTINS et al., 2000; ALVIM & BOTREL,

2001; BRAGA et al., 2004; MAGALHÃES et al., 2007), mesmo em solos com teor alto de MO (ANDRADE et al., 1996; PRIMAVESI et al., 2006).

As doses de N resultaram em aumentos significativos na extração de N pelo capim-xaraés, do primeiro ao quinto ciclos (Tabela 3). O modelo linear de regressão foi o que resultou em melhor ajuste do primeiro ao quarto ciclos, e o quadrático, no quinto ciclo. No sexto e sétimo ciclos houve efeito residual da adubação nitrogenada na extração de N, com ajuste aos modelos quadrático e linear, respectivamente. No oitavo ciclo não houve efeito residual da adubação nitrogenada na extração de N. Trabalhando com várias gramíneas de clima temperado, e em vários tipos de solos, VELLINGA et al. (2009) observaram que a adubação com 0, 40, 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup> por corte resultou em aumento linear na extração de N. Os autores também observaram efeito residual da adubação na extração de N. Com doses de até 200 kg ha<sup>-1</sup> de N por corte, em Latossolo Vermelho Distrófico com 55 g dm<sup>-3</sup> de MO, PRIMAVESI et al. (2006) verificaram efeito linear das doses de N na extração do nutriente pelo capim-marandu.

Tabela 3. Médias de extração de nitrogênio em função de adubação nitrogenada do primeiro ao oitavo ciclos do capim-xaraés, equações de regressão e coeficientes de determinação.

CP <sup>1</sup>	Nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> por ciclo)						Média	Equações de regressão	R <sup>2</sup>	CV	
	0	25	50	75	100	125					
	----- Extração de N, kg ha <sup>-1</sup> -----										
										%	
1 <sup>o</sup>	13,9	22,0	27,7	28,6	35,2	36,9	27,3	c	Ŷ=16,27+0,1776X	0,94**	26,39
2 <sup>o</sup>	22,4	26,3	46,9	43,6	49,9	53,6	40,4	ab	Ŷ=24,47+0,2554X	0,84**	26,69
3 <sup>o</sup>	28,6	45,3	42,0	50,7	58,5	57,1	47,0	a	Ŷ=33,41+0,2183X	0,84**	16,74
4 <sup>o</sup>	26,6	37,5	44,5	50,3	71,9	48,7	46,5	a	Ŷ=30,87+0,2510X	0,60**	33,53
5 <sup>o</sup>	23,6	38,4	43,5	54,7	50,9	53,4	44,0	a	Ŷ=24,15+0,5729X-0,0027X <sup>2</sup>	0,96*	18,69
6 <sup>o2</sup>	21,0	25,1	27,1	41,0	33,9	42,5	31,7	bc	Ŷ=19,87+0,2721X-0,0007X <sup>2</sup>	0,75 <sup>+</sup>	13,60
7 <sup>o2</sup>	24,1	39,8	39,3	41,6	48,4	45,7	39,8	ab	Ŷ=30,13+0,1554X	0,86**	22,63
8 <sup>o2</sup>	21,8	27,4	24,5	32,8	28,8	28,3	27,2	c	Ŷ=27,27	ns	23,77

<sup>1</sup> CP = ciclo de pastejo. <sup>2</sup> efeito residual da adubação nitrogenada. \*\*, \* e <sup>+</sup> Significativo a 1, 5 ou 10% pelo teste F, respectivamente. ns = não significativo.

No tratamento testemunha foram extraídos 16,3; 24,5; 33,4 e 30,8 kg ha<sup>-1</sup> de N, e na dose de 125 kg ha<sup>-1</sup> de N por ciclo a extração foi de 38,4; 56,3; 60,6 e 62,2 kg ha<sup>-1</sup> de N no primeiro, segundo, terceiro e quarto ciclos, respectivamente. No quinto ciclo a extração máxima de N (53,7 kg ha<sup>-1</sup>) foi obtida com 103,4 kg ha<sup>-1</sup> de N. PRIMAVESI et al. (2006) verificaram no tratamento testemunha extração de 6; 7; 10 e 4 kg ha<sup>-1</sup> de N no primeiro, segundo, terceiro e quarto ciclos, respectivamente, enquanto na dose de

200 kg ha<sup>-1</sup> de N por ciclo, a extração foi de 108, 94, 51 e 29 kg ha<sup>-1</sup> de N, que correspondem a aumentos de 94, 93, 80 e 86% do primeiro ao quarto ciclos, em relação à testemunha, respectivamente. A extração na parte colhida, obtida no tratamento testemunha, representa a fração do N fornecida pelo solo e, no caso, somando os oito ciclos, obtém-se 182 kg ha<sup>-1</sup> por ano. Comparando com a extração de N pela *Brachiaria brizantha* cv. marandu relatada por PRIMAVESI et al. (2006), 27 kg ha<sup>-1</sup> em quatro ciclos, os valores obtidos com o capim-xaraés são 6,7 vezes maiores e, apesar da diferença entre cultivares, o solo, neste caso, deve ser a causa principal da variação. Os experimentos foram conduzidos em solos argiloso (capim-marandu) e franco arenoso (capim-xaraés), com teores de MO de 55 e 21 g dm<sup>-3</sup>, respectivamente. Solos de textura mais grosseira aliam maior aeração e maior temperatura, condições que favorecem a mineralização do nitrogênio do solo (ZECH et al., 1997) e a absorção pelas plantas.

No primeiro ciclo ocorreu a menor extração, menor inclusive que a obtida no período seco (sétimo e oitavo ciclos). A explicação para este resultado está principalmente no menor acúmulo de forragem no tratamento testemunha no primeiro ciclo em relação aos demais, uma vez que a concentração de N foi semelhante à do material colhido nos demais ciclos. Em relação aos sétimo e oitavo ciclos, a menor extração de N no tratamento testemunha no primeiro ciclo deve-se aos intervalos diferentes entre os ciclos, maiores no período das secas.

As extrações de N no período chuvoso e total ajustaram-se ao modelo quadrático e ao modelo de regressão linear segmentada (Figura 7).

Em relação ao modelo quadrático de regressão, as máximas extrações, total (375 kg ha<sup>-1</sup>) e no período chuvoso (300 kg ha<sup>-1</sup>), foram obtidas com 613 e 642 kg ha<sup>-1</sup> de N, sendo que no período chuvoso a dose que resultaria na máxima extração de N está acima do intervalo de doses experimental. No período seco foi verificada resposta linear. Em relação ao modelo de regressão linear segmentado, houve aumento da extração de N de forma linear até as doses 362, 155 e 360 kg ha<sup>-1</sup> com extrações de N de 248, 72 e 323 kg ha<sup>-1</sup>, nos três períodos avaliados, respectivamente. Comparando-se os dois modelos estatísticos observa-se diferença de 251 e 282 kg ha<sup>-1</sup> de N para o

total e período chuvoso, respectivamente, que resultariam em aumento no acúmulo de forragem verde de apenas 52 kg ha<sup>-1</sup>, nos dois casos.

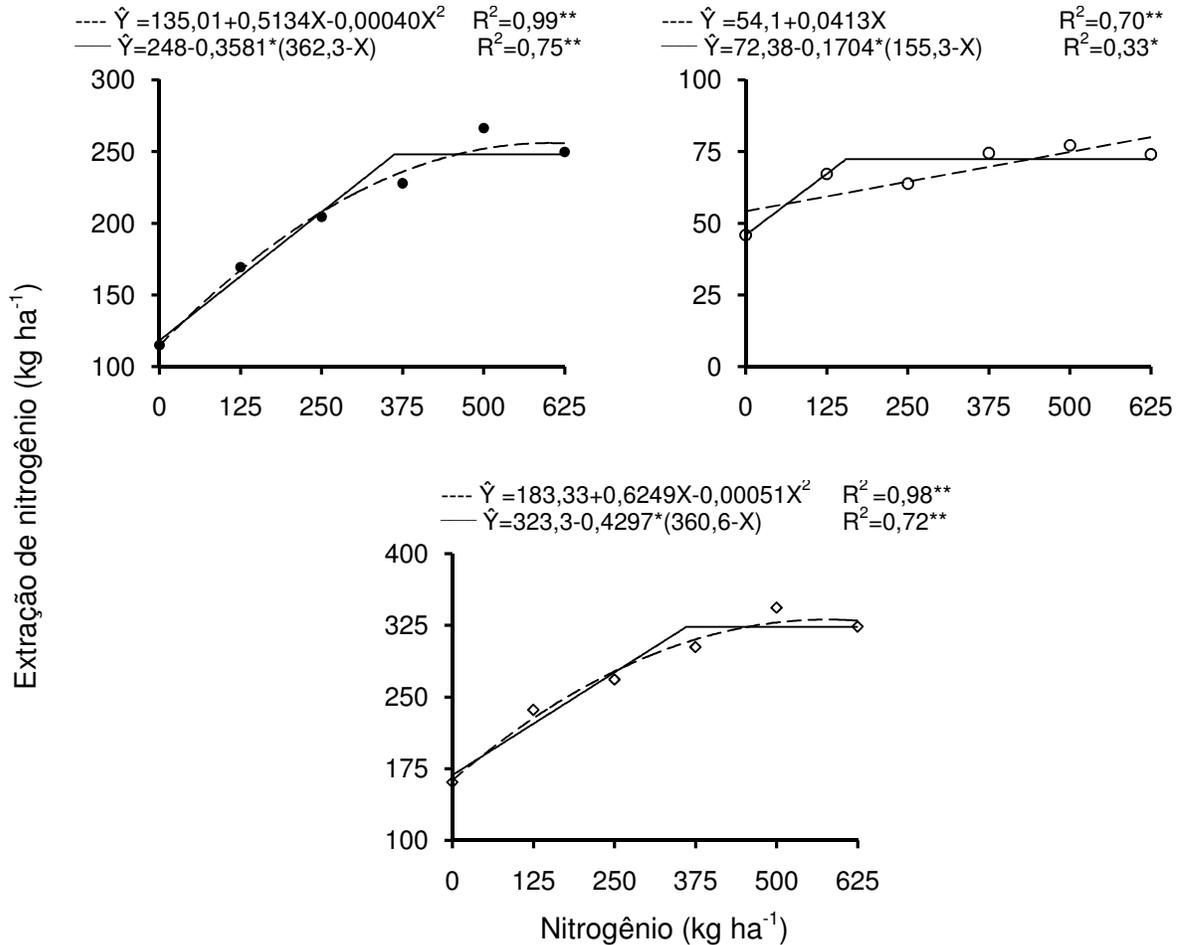


Figura 7. Extração de nitrogênio pelo capim-xaraés adubado com nitrogênio. ●, ○, ◇, correspondem aos valores de extração de nitrogênio no período chuvoso, no período seco e no total, respectivamente.

Esta tendência de resposta à adubação, nos períodos chuvoso, seco, e no total, são as mesmas observadas para o acúmulo de forragem verde, uma vez que no cálculo da extração, o acúmulo é levado em consideração. Em experimento conduzido por COLOZZA et al. (2005) com capim-guaçu (*Pennisetum purpureum*), houve aumento linear da extração total de N por ano (soma de cinco ciclos), no primeiro e segundo anos de experimento, em função da adubação com até 240 kg ha<sup>-1</sup> de N por ano. No entanto, capins do gênero *Pennisetum* são mais exigentes e apresentam maior

potencial de resposta, comparados aos capins do gênero *Brachiaria*, inclusive ao capim-xaraés. COSTA et al. (2009a) também obtiveram aumento linear da extração de N, neste caso para capim-marandu adubado com  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  de N por ano, em três anos. A resposta linear observada para o capim-marandu, diferente da resposta do capim-xaraés (quadrática) pode ser justificada pelos cultivares diferentes, mas também porque no experimento de COSTA et al. (2009a), as doses utilizadas foram menores.

Os resultados deste experimento indicam alta extração de nitrogênio, mesmo no tratamento testemunha, devido à alta exigência em nitrogênio do capim-xaraés e à capacidade de fornecimento do solo, e segundo PRIMAVESI et al. (2004), a alta extração contribui para redução de riscos ambientais, principalmente perdas de nitrato por lixiviação.

As maiores extrações de N ocorreram no terceiro, quarto e quinto ciclos, respectivamente (Tabela 3). Do primeiro para o terceiro, quarto e quinto ciclos, o aumento na quantidade extraída foi de 42, 41 e 38%, respectivamente, o que está associado à maior produção de forragem nestes ciclos (Tabela 2). O primeiro e o oitavo ciclos foram os que apresentaram as menores extrações de N, o que também está associado com as menores produções de forragem verde.

A recuperação aparente de N pela parte aérea do capim-xaraés diminuiu à medida que as doses do nutriente aumentaram. A maior recuperação aparente de N foi observada no quinto ciclo, mas foi semelhante ao primeiro, segundo, terceiro, quarto e sétimo ciclos (Tabela 4). De maneira geral, os menores valores foram obtidos com as doses de 100 e  $125 \text{ kg ha}^{-1}$  de N por corte. No entanto, a partir da dose de  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, em todos os ciclos, a recuperação foi muito baixa e muito menor do que a média relatada na literatura, que está entre 50 e 60% (CANTARELLA, 2007). Como a recuperação aparente de N foi baixa em todos os ciclos de pastejo, pode ter havido perdas de N por volatilização de  $\text{NH}_3$  ou lixiviação de  $\text{NO}_3^-$ . No entanto, parte do N pode permanecer no solo e ser incorporada à matéria orgânica, sobretudo se o aumento da quantidade de N no sistema favorecer aumento do teor de matéria orgânica do solo, e pode ser utilizada para renovação e desenvolvimento da planta.

O mesmo comportamento observado para o capim-xaraés (Tabela 4), ou seja, diminuição da recuperação aparente com o aumento das doses de N, foi relatado por PRIMAVESI et al. (2004), para o capim-coastcross, em Latossolo Vermelho Distrófico, com 32 g dm<sup>-3</sup> de MO. No caso, os autores obtiveram taxas de 45, 52, 46 e 37% para as doses 0, 25, 50, 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de N por corte, respectivamente, com ajuste ao modelo linear decrescente. PRIMAVESI et al. (2006), trabalhando com *Brachiaria brizantha* cv. marandu, determinaram recuperação aparente de N no primeiro ciclo de 48, 47 e 51%, no segundo, de 69, 64 e 43%, no terceiro, de 34, 22 e 21% e no quarto, de 19, 22 e 13%, em função das doses de 0, 50, 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de N por corte, respectivamente. A baixa produção de forragem, no terceiro ciclo causada pelo florescimento e no quarto ciclo pela falta de chuvas, explica, segundo os autores, a recuperação aparente de N baixa obtida nestes períodos.

Tabela 4. Médias de recuperação aparente de nitrogênio em função de adubação nitrogenada do primeiro ao quinto ciclos do capim-xaraés.

CP <sup>1</sup>	Nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> por ciclo)						Médias
	0	25	50	75	100	125	
	----- Recuperação aparente de nitrogênio, % -----						
1º	-	32,6	27,6	19,6	21,3	18,4	19,9
2º	-	15,5	49,1	28,3	27,5	24,9	24,2
3º	-	66,7	26,6	29,5	29,9	22,8	29,2
4º	-	43,6	35,9	31,6	45,3	17,7	29,0
5º	-	59,1	39,9	41,4	27,3	23,9	31,9

<sup>1</sup> CP = ciclo de pastejo.

Os valores de extração e recuperação aparente de N relatados por PRIMAVESI et al. (2004) e PRIMAVESI et al. (2006), de modo geral maiores do que os obtidos para o capim-xaraés, podem estar relacionados ao cultivar avaliado. Além deste aspecto, o manejo da forrageira adotado pelos autores não incluiu animais, e o efeito do pastejo na rebrota do capim não foi considerado, ao contrário do manejo adotado para o capim-xaraés no presente experimento. Deste modo, o cálculo da extração de N nos dois casos foi diferente e PRIMAVESI et al. (2004) e PRIMAVESI et al. (2006) se basearam apenas na massa seca de forragem. Outro fator que pode ter influenciado no resultado obtido com o capim-xaraés foi a extração de N no tratamento testemunha ter sido muito maior do que o relatado por PRIMAVESI et al. (2004) e PRIMAVESI et al. (2006), o que

resultou em menor recuperação. A extração de N pelo capim-xaraés no tratamento testemunha, como já comentado, indica capacidade alta de fornecimento de N pelo solo, resultado da mineralização do material senescente da parte aérea e de raízes da própria planta, acumulado na estação seca, do corte de uniformização e remanescente de cada corte, e da própria matéria orgânica do solo (Tabela 3).

As doses de N resultaram em aumentos significativos na extração de P pelo capim-xaraés no período chuvoso e no total, e os dados ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão, e ao modelo de regressão linear segmentado.

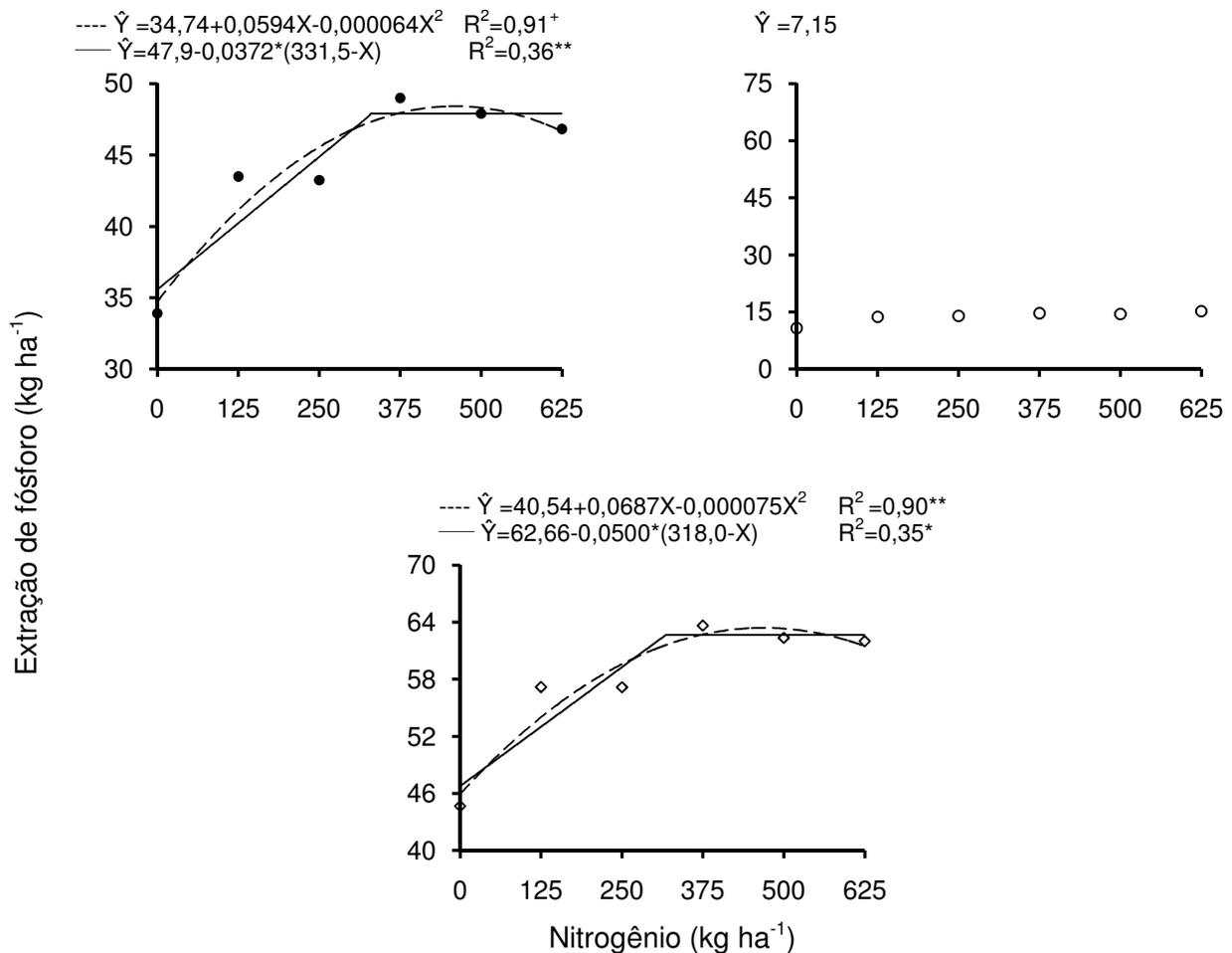


Figura 8. Extração de fósforo pelo capim-xaraés adubado com nitrogênio. ●, ○, ◇, correspondem aos valores de extração de fósforo no período chuvoso, no período seco e no total, respectivamente.

Considerando o modelo de regressão quadrático, as máximas extrações de P (49 e 56 kg ha<sup>-1</sup>) no período chuvoso e total ocorreram nas doses de 464 e 458 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente (Figura 8). Em relação ao modelo de regressão linear segmentado, a adubação nitrogenada aumentou a extração de P pelo capim-xaraés linearmente até as doses de 331 e 318 kg ha<sup>-1</sup> de N, e a partir destas doses ocorreu estabilização, nos períodos chuvoso e total, respectivamente. Verifica-se, deste modo, diferença de 133 e 140 kg ha<sup>-1</sup> de N, para aumentos na extração de fósforo de 1 e 6 kg ha<sup>-1</sup> no período chuvoso e total, respectivamente. No período seco o efeito residual das doses de N não alterou a extração de P, com média de 7,15 kg ha<sup>-1</sup>. No período chuvoso e no total a produção de forragem verde aumentou com a adubação nitrogenada, e a exigência de P foi maior explicando assim o efeito observado.

PRIMAVESI et al. (2006), em capim-marandu, também observaram ajuste quadrático da extração de P em função das doses de N, com extrações de 6, 23, 29 e 36 kg ha<sup>-1</sup> de P (média de quatro cortes) com aplicação de 0, 200, 400 e 800 kg ha<sup>-1</sup> de N, em Latossolo Vermelho Distrófico com 19 mg dm<sup>-3</sup> de P resina. COSTA et al. (2009a) também obtiveram, com capim-marandu, resposta quadrática para extração de P nos anos de 2004, 2005 e 2006, com as doses de 0, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de N e aplicando 150, 50 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em cada ano de avaliação, respectivamente. No entanto, COSTA et al. (2008b) em Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico, com 2,8 mg dm<sup>-3</sup> de P, em capim-xaraés, e PRIMAVESI et al. (2004), em capim-coastcross estabelecido em Latossolo Vermelho Distrófico com 27 mg dm<sup>-3</sup> de P, observaram aumento linear na extração de P com incremento de doses de N. Este comportamento diferente ao observado no presente experimento, deve-se, no primeiro caso, ao menor teor de P inicial no solo, e no segundo, à maior exigência do cultivar avaliado (coastcross).

A extração de K pelo capim-xaraés, em função das doses de N, ajustou-se ao modelo quadrático e ao modelo linear segmentado no período chuvoso e no total (Figura 9) e as doses de 470 e 468 kg ha<sup>-1</sup> de N foram responsáveis pela máxima extração de K (352 e 442 kg ha<sup>-1</sup>) no período chuvoso e no total, respectivamente, quando se considera o modelo quadrático de regressão. No entanto, com o modelo

linear segmentado houve aumento da extração de potássio de forma linear até as doses de 305 e 312 kg ha<sup>-1</sup> de N no período chuvoso e total, respectivamente, que resultaram em extração de 346 e 435 kg ha<sup>-1</sup> de K. A diferença da quantidade de N aplicado quando se compara os dois modelos estatísticos foi de 165 e 156 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto que a diferença de K extraído foi de apenas 6 e 7 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Deste modo, há uma diminuição expressiva na quantidade de N aplicado com diminuição muito pequena na quantidade de potássio extraído pelo capim-xaraés, indicando que do ponto de vista econômico o modelo de regressão linear segmentado é o mais indicado.

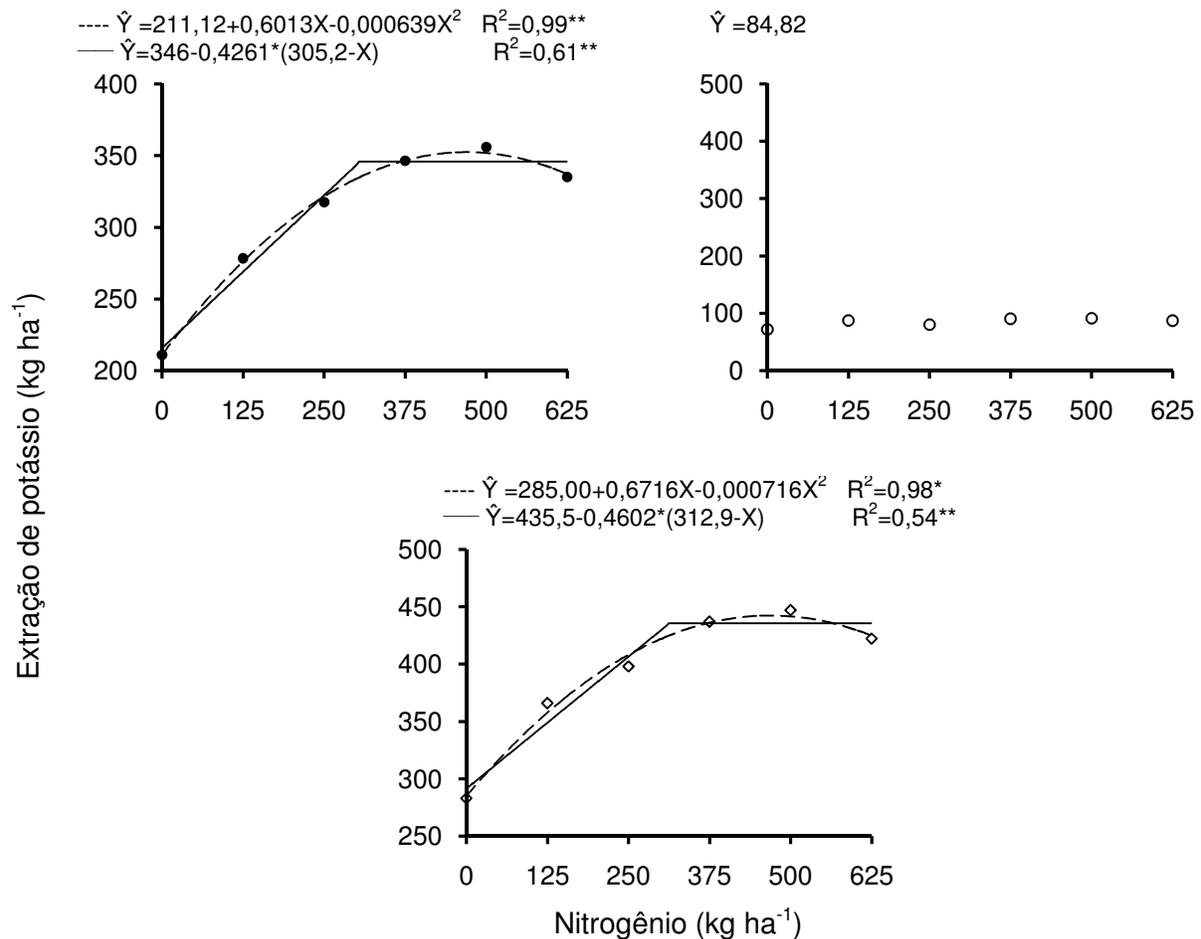


Figura 9. Extração de potássio pelo capim-xaraés adubado com nitrogênio. ●, ○, ◇, correspondem aos valores de extração de potássio no período chuvoso, no período seco e no total, respectivamente.

Da testemunha para a maior dose ( $625 \text{ kg ha}^{-1}$  de N) houve aumento na extração de K de 32% e 40% no período chuvoso e no total, respectivamente. No período seco o efeito residual das doses de N não alterou a extração de K, cuja média no período foi de  $85 \text{ kg ha}^{-1}$ . Em geral, a quantidade de K extraída pelo capim-xaraés foi grande, inclusive no tratamento testemunha, indicando que ele é exigente, como a maior parte das gramíneas.

Como comentado para o P, a quantidade de K extraída aumentou à medida que o acúmulo de forragem verde aumentou (Figura 9). PRIMAVESI et al. (2004) em estudo com capim-coastcross em solo com teor inicial de  $\text{K}^+$  de  $5,1 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  também observaram que a extração de todos os nutrientes avaliados (N, P, S, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn e Fe) aumentou com o aumento da produção de forragem. Em experimento em condições de campo com capim-marandu, PRIMAVESI et al. (2006) e COSTA et al. (2009a) também obtiveram aumento da extração de K com o aumento das doses de N, mas com efeito linear. O aumento foi de 90% (soma de quatro cortes) da maior dose em relação à testemunha no primeiro caso, e de 80% (soma de três cortes por ano) no segundo e, neste caso, a cada quilograma de N adicionado houve extração de 620 g de K.

A extração de Ca pelo capim-xaraés em função das doses de N ajustou-se ao modelo linear positivo no período chuvoso e no período seco (Figura 10). Na soma dos dois períodos houve ajuste ao modelo quadrático. Nas três condições avaliadas houve ajuste ao modelo de regressão linear segmentado e a adubação nitrogenada aumentou a extração de Ca linearmente até as doses de 412, 457 e  $420 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, com extrações de 34, 12 e  $47 \text{ kg ha}^{-1}$  de Ca, respectivamente.

A cada quilograma de N adicionado, houve extração de 21,5 g de Ca no período chuvoso. Considerando o modelo quadrático, a dose que resultaria na máxima extração de Ca está acima do intervalo experimental, e a extração de Ca na maior dose utilizada no experimento ( $625 \text{ kg ha}^{-1}$  de N) foi de  $48 \text{ kg ha}^{-1}$ . Na soma dos períodos seco e chuvoso verifica-se diferença de  $242 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, para uma diferença de  $2 \text{ kg ha}^{-1}$  de Ca.

Ajuste ao modelo quadrático de regressão para extração de Ca por capim-marandu em função de doses de N foi verificado por PRIMAVESI et al. (2006) em solo com teor inicial de  $\text{Ca}^{2+}$  de  $54 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . COSTA et al. (2009a) verificaram aumento da extração de Ca de 77% (soma de três cortes) da testemunha para a maior dose de N ( $300 \text{ kg ha}^{-1}$ ), e a cada quilograma de N adicionado, houve extração de 222 g de Ca. As maiores quantidades de Ca extraída relatados por COSTA et al. (2009a) em relação aos deste experimento podem estar relacionados à forma de cálculo de extração, pois estes autores fizeram os cálculos baseados na massa seca, enquanto neste experimento, os cálculos foram baseados no acúmulo de material verde.

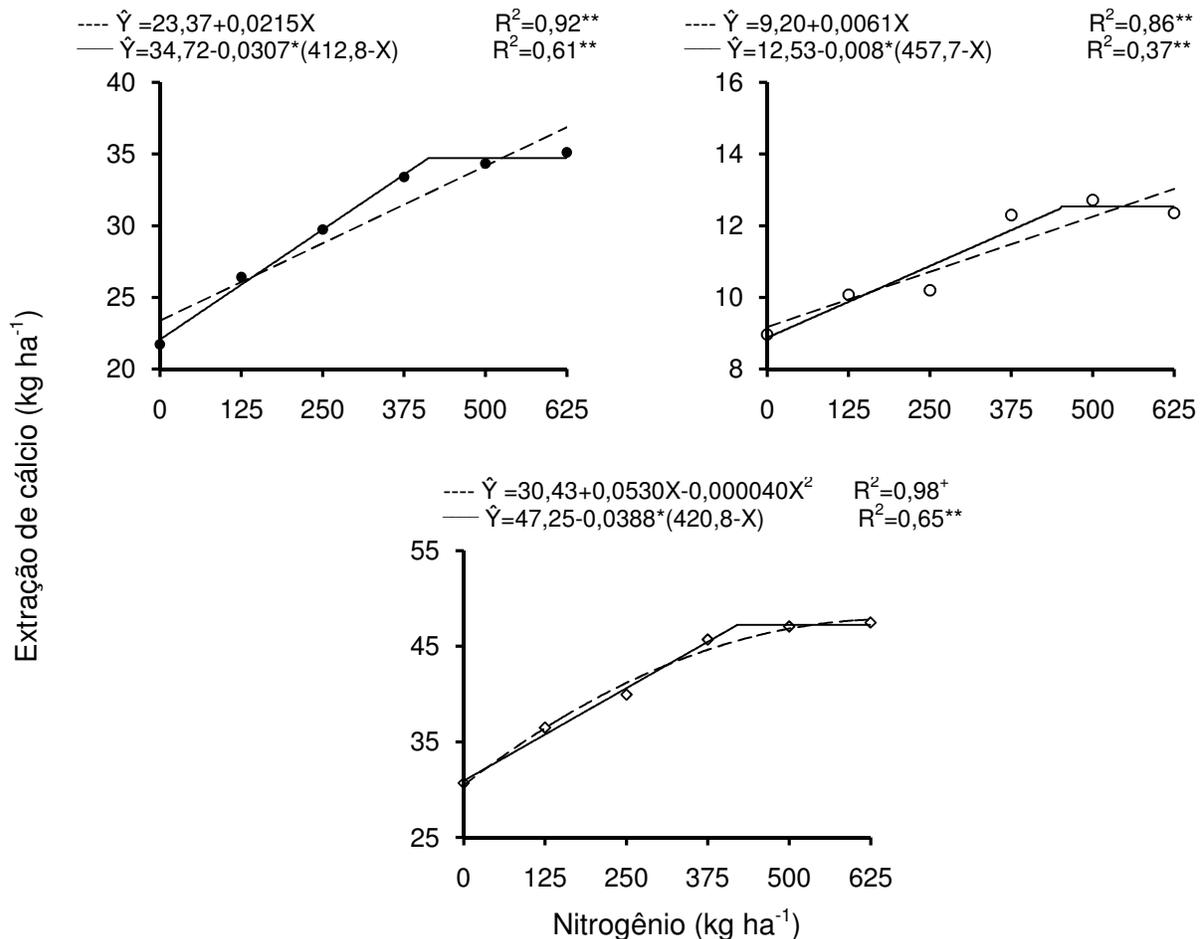


Figura 10. Extração de cálcio pelo capim-xaraés adubado com nitrogênio. ●, ○, ◇, correspondem aos valores de extração de cálcio no período chuvoso, no período seco e no total, respectivamente.

A adubação nitrogenada influenciou de forma quadrática a extração de Mg no período chuvoso e no total (Figura 11), com máxima extração, 39 e 53 kg ha<sup>-1</sup> de Mg, com as doses de 585 e 573 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente. No período seco, devido ao efeito residual das doses de N, a extração de Mg aumentou linearmente.

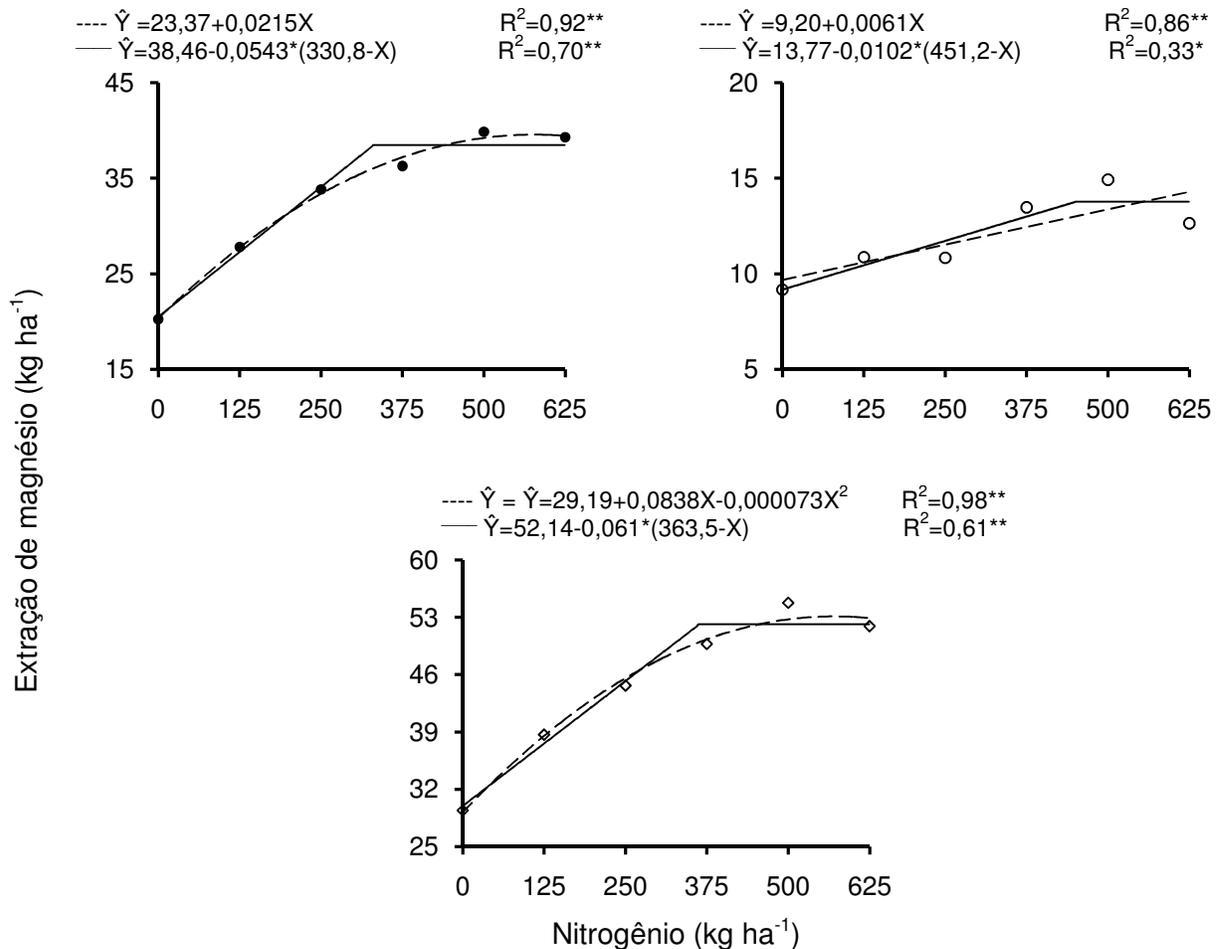


Figura 11. Extração de magnésio pelo capim-xaraés adubado com nitrogênio. ●, ○, ◇, correspondem aos valores de extração de magnésio no período chuvoso, no período seco e no total, respectivamente.

A extração de Mg ajustou-se também ao modelo de regressão linear segmentado nos três períodos avaliados, e a adubação nitrogenada aumentou a extração de Mg linearmente até as doses 330, 451 e 363 kg ha<sup>-1</sup> de N com 38, 13 e 52 kg ha<sup>-1</sup> de extração de Mg. Comparando os modelos estatísticos observa-se decréscimo de 255 e 122 kg ha<sup>-1</sup> de N e diferença da extração de Mg de 1 kg ha<sup>-1</sup> no período chuvoso e total,

respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos por PRIMAVESI et al. (2006), com ajuste dos dados ao modelo quadrático. COSTA et al. (2009a) relataram ajuste ao modelo linear, sendo que para cada quilograma de N adicionado, a extração foi de 90 g de Mg.

A extração de S aumentou no período chuvoso e no total com o aumento das doses de N (Figura 12), e ajustou-se ao modelo quadrático de regressão e ao modelo de regressão linear segmentado.

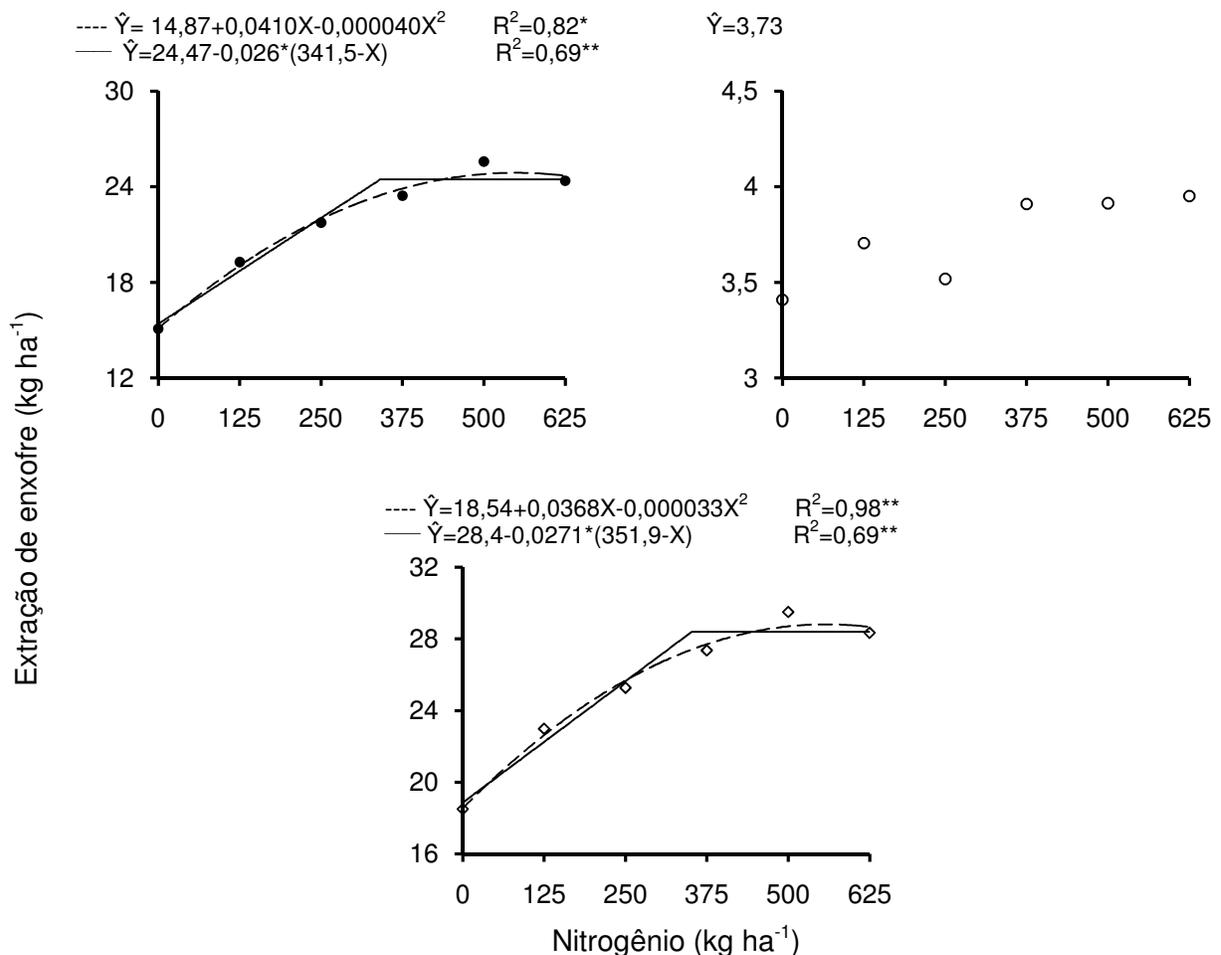


Figura 12. Extração de enxofre pelo capim-xaraés adubado com nitrogênio. ●, ○, ◇, correspondem aos valores de extração de enxofre no período chuvoso, no período seco e no total, respectivamente.

Em relação ao modelo de regressão de segundo grau as doses que resultaram em maior extração de S (25 e 28,79 kg ha<sup>-1</sup>) foram 512 e 557 kg ha<sup>-1</sup> de N,

respectivamente. No entanto, quando se considera o modelo de regressão linear segmentado observa-se que a adubação nitrogenada aumentou a extração de enxofre até as doses de 341 e 351 kg ha<sup>-1</sup> de N com 24 e 28 kg ha<sup>-1</sup> de extração de S. Em relação aos dois modelos estudados há uma diferença de 171 e 206 kg ha<sup>-1</sup> de N, com decréscimo de aproximadamente apenas 1 kg ha<sup>-1</sup> de extração de S. Não houve efeito do N aplicado no período das águas na extração de S no período seco, com média de 3,73 kg ha<sup>-1</sup> de S.

PRIMAVESI et al. (2006) relataram respostas semelhantes com extração de 3, 8, 13 e 17 kg ha<sup>-1</sup> de S pelo capim-marandu em resposta a doses de 0, 200, 400 e 800 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente, aplicadas em solo com 55 g dm<sup>-3</sup> de MO. Resultados positivos, ou seja, aumento na extração de S com a adubação nitrogenada, também foram observados por COSTA et al. (2008b) em capim-xaraés, mas com aumento linear. Segundo estes autores, as funções desempenhadas pelo N e o S como componentes estruturais de proteínas e enzimas, justificam a resposta linear obtida para a extração de enxofre em função das doses de N. Outros estudos com adubação nitrogenada mostraram resposta linear para extração de enxofre pelo capim-coastcross (PRIMAVESI et al., 2004) e pelo capim-marandu (PRIMAVESI et al., 2006; COSTA et al., 2009a). Quando fertilizantes são fornecidos aos capins, pode ocorrer aumento da concentração, em particular, de um nutriente fornecido, mas também pode haver efeitos secundários dessa aplicação, resultando em aumentos ou reduções nas concentrações de outros nutrientes (BATISTA & MONTEIRO, 2010), com consequentes aumentos ou reduções na extração.

A adubação nitrogenada aumentou os teores de PB das lâminas do capim-xaraés. O aumento foi linear com o aumento das doses de nitrogênio no período chuvoso (Figura 13a), e quadrático no total (Figura 13c), com máximo teor de PB (12,56%) obtido com dose acima do intervalo experimental. Na maior dose aplicada (625 kg ha<sup>-1</sup> de N) o teor de PB foi de 12,32%. No período seco houve efeito residual das doses de N, com ajuste ao modelo quadrático de regressão. Também houve ajuste dos teores de PB das lâminas ao modelo de regressão linear segmentado nos três

períodos estudados, e a adubação nitrogenada aumentou o teor de PB até as doses 512, 289 e 478 kg ha<sup>-1</sup> de N, com valores de 12, 10 e 11% de PB.

Nos colmos + bainhas os teores de PB aumentaram de forma linear no período chuvoso (Figura 13d) e no total (Figura 13f), e no período seco (Figura 13e) não houve efeito das doses de N aplicadas no período das chuvas, com teor médio de 4,02%. Com relação ao modelo de regressão linear segmentado, no período chuvoso houve aumento do teor de PB até a dose de 548 kg ha<sup>-1</sup>, com teor de 5% de PB.

O aumento linear ou quadrático observado no presente experimento com capim-xaraés em função da adubação nitrogenada (Figura 13) se justifica pelo fato de o N ser um dos principais constituintes das proteínas que participam na síntese dos compostos orgânicos que são necessários ao metabolismo vegetal (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Na testemunha, no período chuvoso, no seco e na soma dos dois períodos, os teores de PB das lâminas foram, em média, 8,65; 8,69 e 8,48%, e nos colmos + bainhas foram em média 4,48; 4,02 e 4,33%. Os resultados de PB nas lâminas mostram a capacidade do capim-xaraés em responder à adubação nitrogenada, pois os teores de PB aumentaram até valores considerados adequados para alimentação de bovinos, e mesmo no tratamento testemunha, os teores de PB nas lâminas ficaram acima do nível crítico de 7%, que é limitante para bovinos (COSTA et al., 2010). De acordo com El-Memari Neto et al. (2002) citados por COSTA et al. (2007), as lâminas são notadamente mais digestíveis e nutricionalmente mais ricas. O valor nutricional da forragem pode ser bastante diferente para as diversas espécies forrageiras e partes da planta (BRÂNCIO et al., 2002) e, de acordo com RUGGIERI et al. (1995), os teores de PB, além da DIVMS, estão relacionados diretamente com o consumo de forragem pelos animais.

Resultados semelhantes aos obtidos foram relatados por MAGALHÃES et al. (2007) com capim-braquiária e doses de 0, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de N. Neste caso, os autores obtiveram, em média, 9,6; 12,4; 14,2 e 14,9% de PB nas lâminas e 5,9; 6,9; 8,0 e 8,8% de PB nos colmos (média de três cortes).



PACIULLO et al. (2001) também determinaram valores de 16,0 e 13,2% de PB nas lâminas de capim-braquiária com 20 dias de corte no verão e no outono, respectivamente, e 3,6 e 8,6% de PB para colmos. OLIVEIRA et al. (2010), também em estudo com capim-braquiária e doses de 0, 150, 300, 450 e 600 kg ha<sup>-1</sup> de N por ano, verificaram ajuste dos resultados ao modelo linear de regressão, com teores de PB variando de 14,4 a 18,8% no primeiro ciclo e de 6,2 a 14,7% no segundo ciclo de pastejo, respectivamente. Aumentos lineares nos teores de PB com a adubação nitrogenada também foram verificados na literatura e relatados por COSTA et al. (2009b) em capim-xaraés, marandu e MG-4; CECATO et al. (2004), BENETT et al. (2008) e COSTA et al. (2010), em capim-marandu, e MOREIRA et al. (2009), em capim-braquiária.

Os teores de FDN nas lâminas no período chuvoso (Figura 14a) e total (Figura 14c) diminuíram linearmente com o aumento das doses de nitrogênio, mas não houve efeito residual das doses de N na FDN das lâminas no período seco (Figura 14c), com valor médio de FDN de 69,59%. Houve ajuste ao modelo de regressão linear segmentado no período chuvoso, e o teor de FDN diminuiu até a dose de 359 kg ha<sup>-1</sup> de N com 67% de FDN.

Nos colmos + bainhas foi observada a mesma tendência descrita para as lâminas, ou seja, efeito linear negativo no período chuvoso (Figura 14d) e total (Figura 14f), e ausência de efeito residual no período seco (Figura 14e). No tratamento testemunha o teor de FDN nas lâminas foi de 70,44; 70,59 e 70,48% no período chuvoso, seco e total, respectivamente, enquanto que na dose de 625 kg ha<sup>-1</sup> de N os valores de FDN foram 68,07; 69,70 e 68,48%, nos três períodos, respectivamente. Para colmos + bainhas, no tratamento testemunha o teor de FDN foi de 77,89; 79,33 e 78,25% no período chuvoso, seco e total, respectivamente, e na maior dose utilizada, os teores foram de 73,32; 78,17 e 74,53%, respectivamente.

Valores de FDN acima de 55 a 60% não são desejáveis, por se correlacionarem de maneira negativa com o consumo voluntário dos animais (VAN SOEST, 1994 citado por COSTA et al., 2007). No presente experimento, os valores de FDN, apesar de diminuírem com o aumento das doses de N, estão acima de 55%.

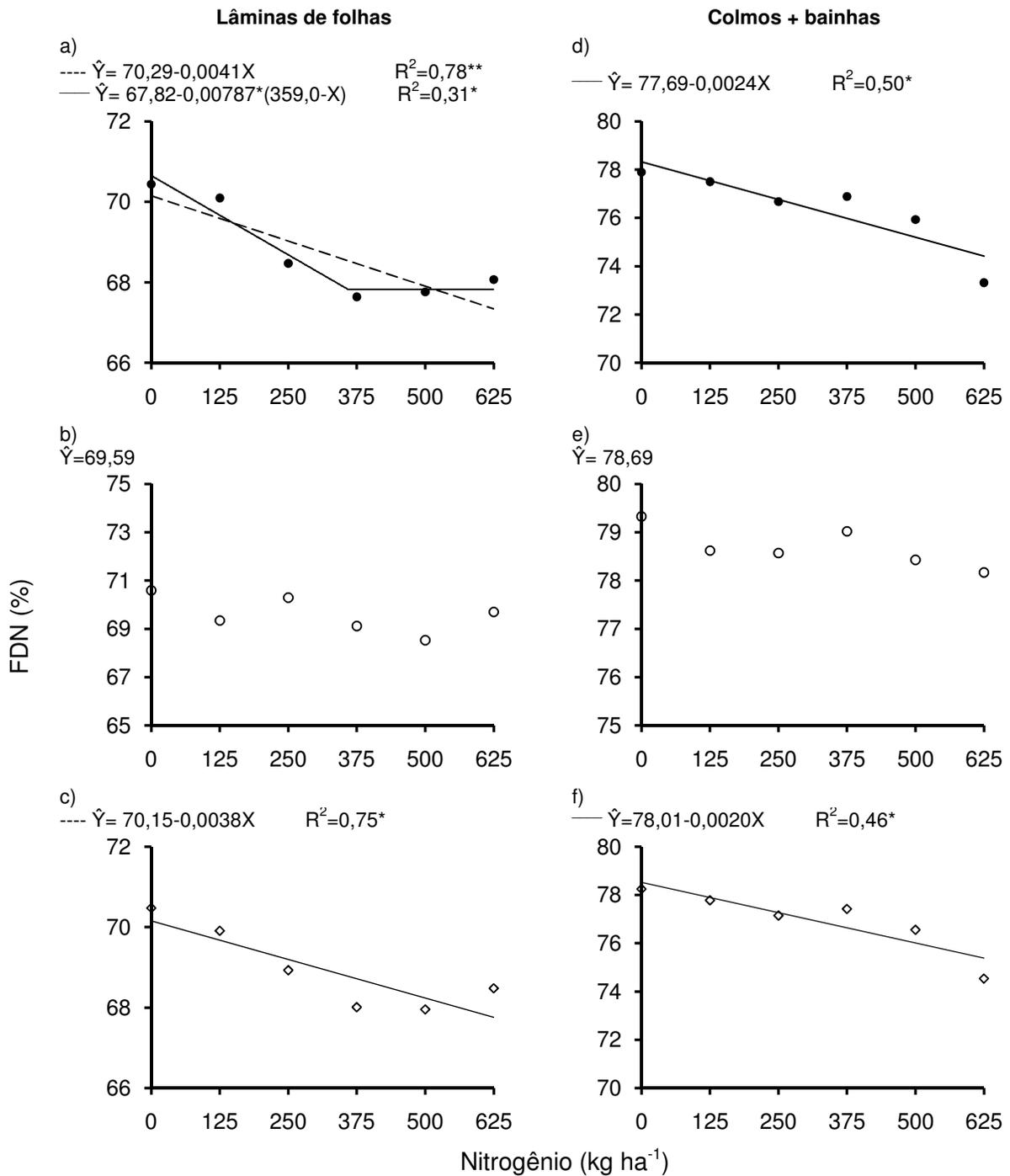


Figura 14. Teores de fibra em detergente neutro (FDN) do capim-xaraés adubado com nitrogênio. a, b, c correspondem aos valores de FDN nas lâminas no período chuvoso, no período seco e no total, respectivamente. d, e, f correspondem aos valores de FDN nos colmos + bainhas no período chuvoso, no período seco e no total, respectivamente.

A adubação nitrogenada aumenta a produção de massa seca, o teor de PB da forragem e, na maioria dos casos, diminui o teor de fibras. Desta forma, a qualidade da forragem é melhorada. A redução nos teores de FDN com o aumento nas doses de N é importante para o melhor valor nutricional da forragem e aumento no consumo pelos animais (COSTA et al., 2007).

Resultados semelhantes foram apresentados por COSTA et al. (2010), com valores de 70,44% de FDN na testemunha e 64,17% na dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> de N no capim-marandu (média de três anos). A mesma tendência para os teores de FDN deste estudo, comportamento linear negativo em função da adubação nitrogenada (Figuras 15 e 16), foi observada por outros autores (CECATO et al., 2004; BENETT et al., 2008; COSTA et al., 2009b; COSTA et al., 2010). OLIVEIRA et al. (2010), também relataram redução nos teores de FDN à medida que as doses de N aumentaram, mas com ajuste ao modelo quadrático de regressão, e teores mínimos de FDN de 71,0 e 67,0% nas doses de N de 428 e 468 kg ha<sup>-1</sup>. No entanto, resultados diferentes também são citados na literatura, e MOREIRA et al. (2009) relataram que os teores de FDN do capim-braquiária não foram influenciados pela adubação nitrogenada.

A adubação nitrogenada não influenciou nos teores de FDA nas lâminas no período chuvoso (Figura 15a) e total (Figura 15c), com médias de 37,21 e 36,55% em cada período, respectivamente. No período seco (Figura 15b) houve efeito residual das doses de N, com ajuste ao modelo linear positivo, ou seja, aumento nos teores de FDA à medida que as doses de N foram incrementadas, provavelmente devido aos maiores intervalos entre pastejos obedecidos neste período (56 dias). Nos colmos + bainhas, no período chuvoso (Figura 15d) e total (Figura 15f), houve ajuste ao modelo linear crescente dos teores de FDA em relação às doses de N, enquanto que no período seco (Figura 15e), o efeito residual da adubação nitrogenada não causou variação na FDA, com teor médio de 44,75%.

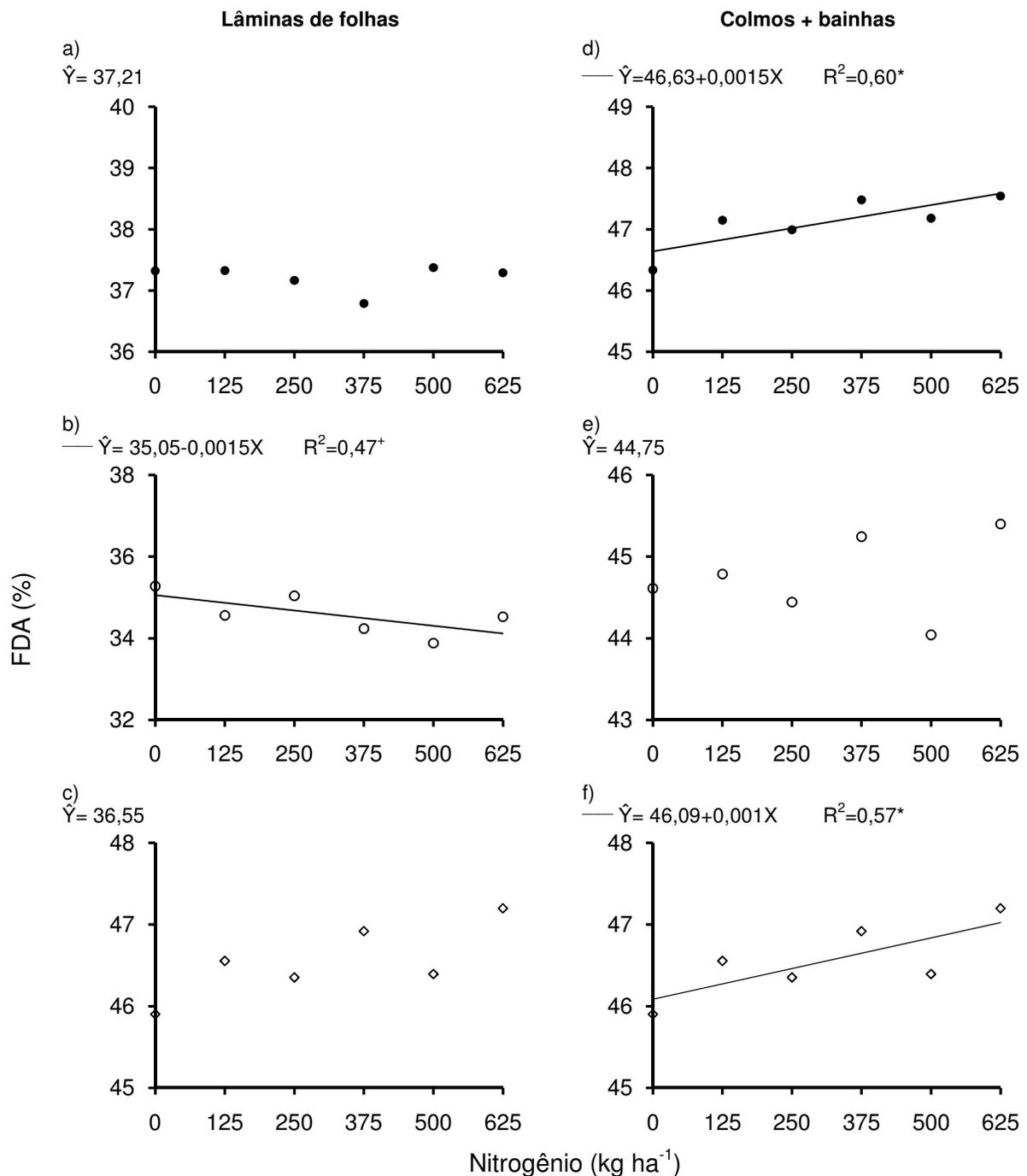


Figura 15. Teores de fibra em detergente ácido (FDA) do capim-xaraés adubado com nitrogênio. a, b, c correspondem aos valores de FDA nas lâminas no período chuvoso, no período seco e no total, respectivamente. d, e, f correspondem aos valores de FDA nos colmos + bainhas no período chuvoso, no período seco e no total, respectivamente.

Os resultados observados de FDA nas lâminas e nos colmos + bainhas são semelhantes aos relatados na literatura, e segundo OLIVEIRA et al. (2010), o decréscimo no valor de FDA é considerado importante por indicar aumento da digestibilidade do alimento. Estes mesmos autores obtiveram resposta semelhante ao que ocorreu neste experimento, com aumento no teor de FDA à medida que a dose de N foi incrementada, no quarto ciclo do período chuvoso. Neste experimento com capim-xaraés apesar de os teores de FDA nas lâminas não terem diminuído, e às vezes, terem até aumentado, não foram superiores a 40%. De acordo com NUSSIO et al. (1998), forragens com valores de FDA maiores que 40% apresentam baixo consumo e menor digestibilidade.

Em experimento com capim-marandu e doses de 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de N, BENETT et al. (2008) determinaram resposta linear negativa, e observaram na testemunha 33,65 e 33,10% de FDA no primeiro e segundo ciclos, respectivamente, e 30,87 e 31,12% na dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N. Outros autores também observaram resposta linear negativa de FDA à medida que as doses de N foram aumentadas (CECATO et al., 2004; COSTA et al., 2009b; e COSTA et al., 2010).

Os teores de lignina nas lâminas aumentaram de forma linear no período chuvoso (Figura 16a) e no total (Figura 16c) com as doses de N. No período seco (Figura 16b) houve efeito residual das doses de N no teor de lignina, com ajuste ao modelo quadrático de regressão. Também houve ajuste ao modelo de regressão linear segmentado no período chuvoso e total, e a adubação nitrogenada aumentou o teor de lignina linearmente até as doses de 436 e 494 kg ha<sup>-1</sup> de N com teores de lignina de 5% tanto no período chuvoso quanto no total.

Nos colmos + bainhas, nos três períodos, não houve efeito das doses de N nos teores de lignina (Figura 16 d,e,f), com teores médios de 4,62; 5,11 e 4,77%, respectivamente. Nas lâminas, o tratamento testemunha apresentou teores de lignina de 4,35; 3,09 e 4,03%, enquanto que na maior dose de N os valores foram de 5,32; 4,19 e 5,03% no período chuvoso, seco e total, respectivamente.

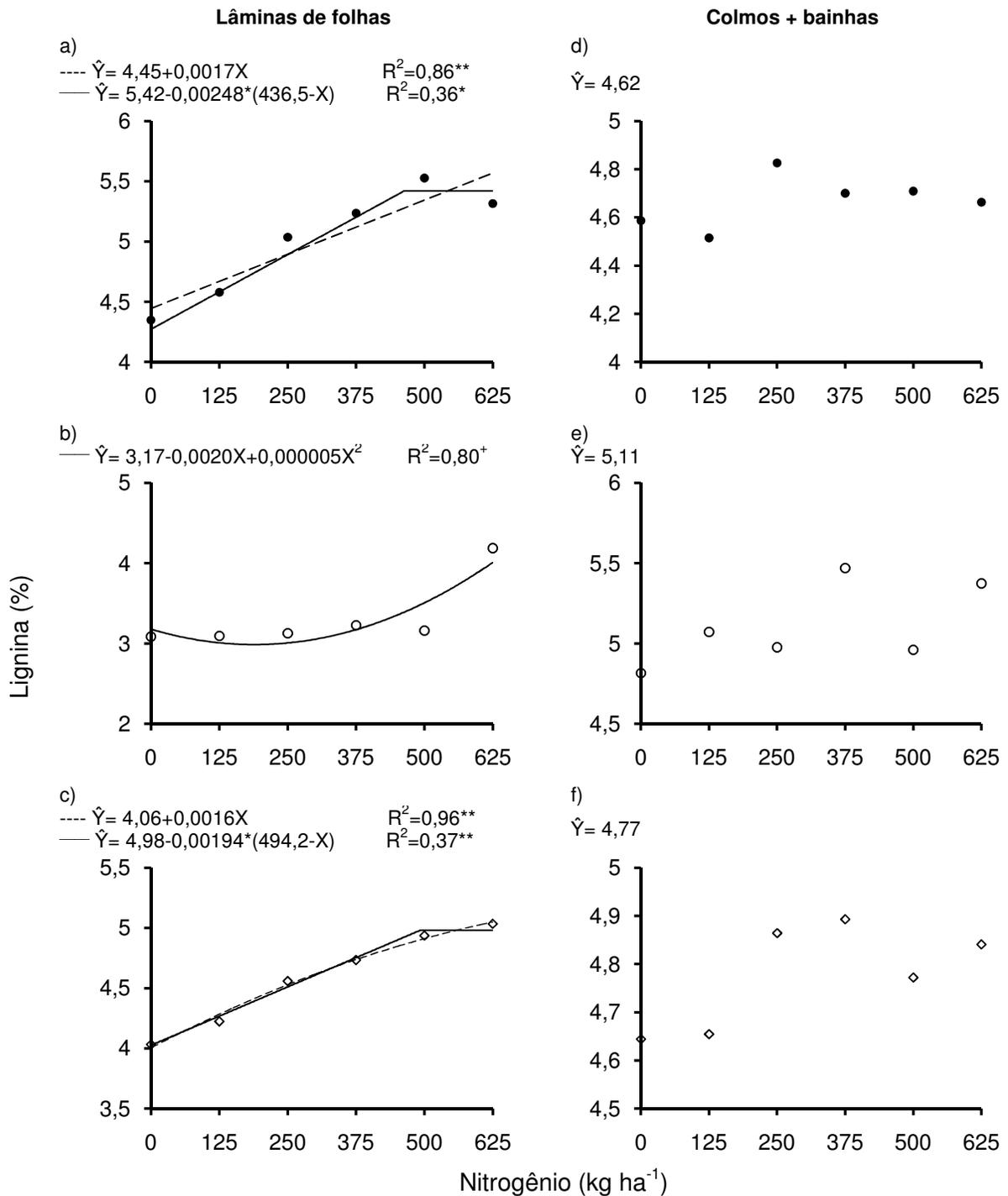


Figura 16. Teores de lignina do capim-xaraés adubado com nitrogênio. a, b, c correspondem aos valores de lignina nas lâminas no período chuvoso, no período seco e no total, respectivamente. d, e, f correspondem aos valores de lignina nos colmos + bainhas no período chuvoso, no período seco e no total, respectivamente.

Apesar de os teores de lignina nas lâminas do capim-xaraés terem aumentado no período chuvoso e no total, devido à adubação nitrogenada, não ultrapassaram 6%, inclusive nos colmos + bainhas. De acordo com SILVA & QUEIROZ (2009), o conteúdo de lignina na maioria dos vegetais pode variar de 4 a 12%, chegando a 20% nas forragens mais fibrosas, e é a fração menos digestível da forrageira.

Resultados semelhantes aos deste experimento também foram observados por MOREIRA et al. (2009) em capim-braquiária, e FRANÇA et al. (2007) em capim-tanzânia. Em capim-xaraés, NAVE (2007) obteve valores semelhantes aos observados neste experimento, com teor médio de lignina de 4,1%. No entanto, valores diferentes também são relatados na literatura, e MARANHÃO et al. (2009) determinaram diminuição dos teores de lignina à medida que as doses de N aumentaram em capim-marandu e braquiária. Estes resultados, diferentes dos obtidos no presente experimento com capim-xaraés, devem-se ao fato de que MARANHÃO et al. (2009) trabalharam em casa de vegetação, ao contrário deste experimento, que foi conduzido a campo, sob pastejo.

A adubação nitrogenada não influenciou a DIVMS das lâminas (Figura 17 a, b, c) e dos colmos + bainhas no período chuvoso, seco, e total (Figura 17 d, e, f), com médias de 64,11; 57,15 e 62,37% nas lâminas, no período chuvoso, seco e total, respectivamente. Nos colmos + bainhas esses valores foram de 59,26; 55,10 e 58,22% nos três períodos, respectivamente. A ausência de resposta da DIVMS à adubação nitrogenada pode ser explicada pelos resultados de FDA (Figura 15) e lignina (Figura 16). No caso das lâminas houve aumento de lignina no período chuvoso e total, e aumento de FDA no período seco, e no caso dos colmos + bainhas houve aumento nos teores de FDA no período chuvoso e total.

Segundo Van Soest (1994), citado por ROCHA et al. (2001), a FDA é constituída de lignina e celulose, e por isso está relacionada com a digestibilidade. De acordo com NAVE (2007), a concentração de lignina e sua composição parecem regular a variação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca das forrageiras.

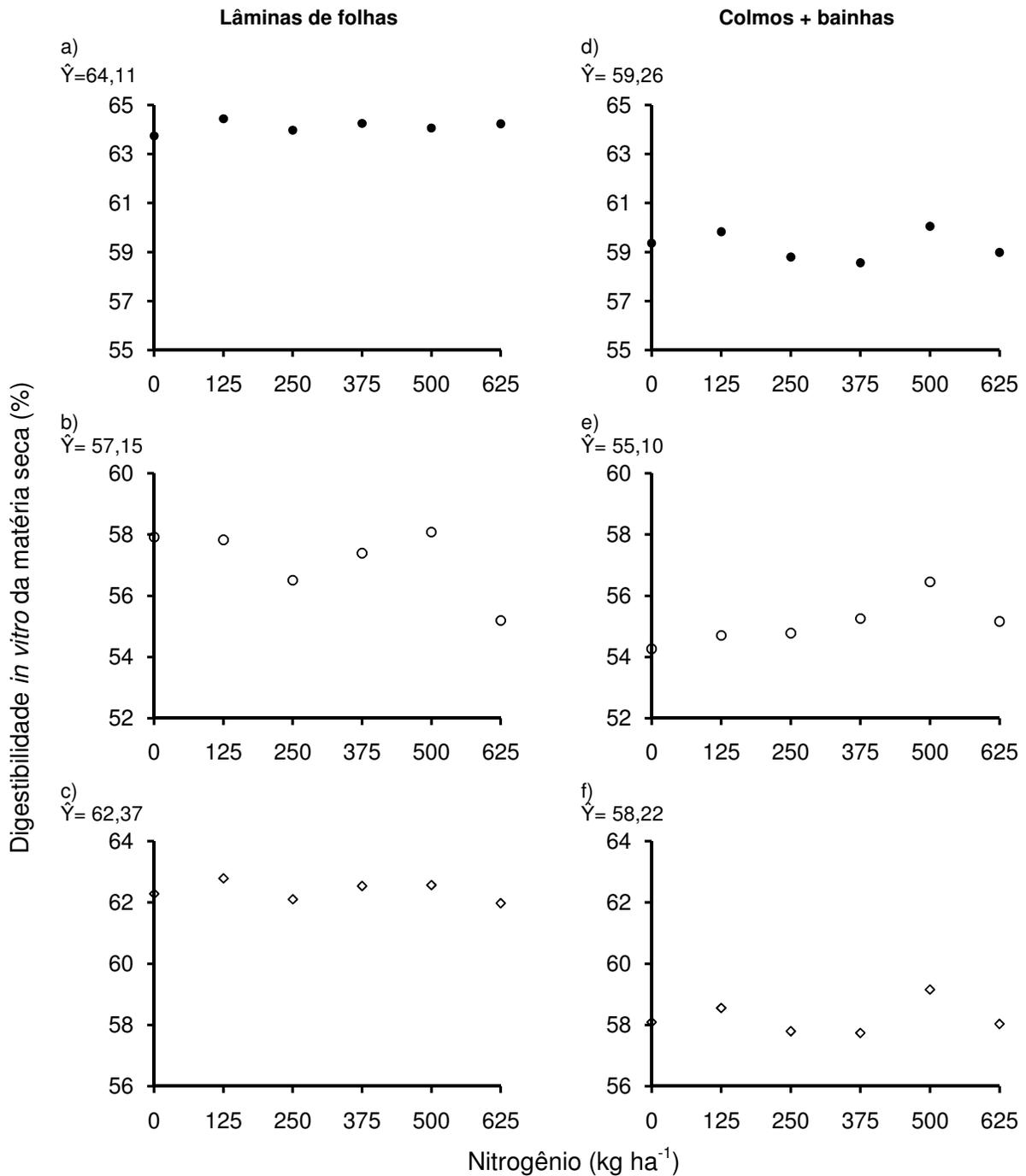


Figura 17. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do capim-xaraés adubado com nitrogênio. a, b, c correspondem aos valores de DIVMS nas lâminas no período chuvoso, no período seco e no total, respectivamente. d, e, f correspondem aos valores de DIVMS nos colmos + bainhas no período chuvoso, no período seco e no total, respectivamente.

Ausência de resposta da DIVMS à adubação nitrogenada foi relatada por vários autores, como ROCHA et al. (2001) e ALVIM et al. (2003), que conduziram experimentos com plantas forrageiras do gênero *Cynodon*, e também para experimentos com espécies do gênero *Brachiaria* conduzidos por CECATO et al. (2004) com capim-marandu, e MOREIRA et al. (2009) com capim-braquiária. No entanto, resultados diferentes aos observados neste experimento com capim-xaraés (Figura 17) também são relatados na literatura, como os de FRANÇA et al. (2007) e OLIVEIRA et al. (2010), que avaliaram capim-braquiária e capim-tanzânia, respectivamente, e verificaram aumento da DIVMS com o aumento das doses de N.

A relação lâmina foliar:colmo do capim-xaraés diminuiu no período chuvoso, e ajustou-se ao modelo linear decrescente (Figura 18). No total não houve resposta da relação lâmina foliar:colmo às doses de N, com média de 2,53. No período seco o efeito residual das doses de N não alterou a relação lâmina foliar:colmo, com média de 3,22.

Segundo ANDRADE et al. (2003), a adubação nitrogenada pode resultar em melhoria da relação lâmina foliar:colmo, o que resulta em maior disponibilidade de lâminas, mas neste experimento com capim-xaraés, de maneira geral, a relação lâmina foliar:colmo tendeu a diminuir com o aumento das doses de N. MAGALHÃES et al. (2007), em estudo com capim-braquiária e quatro doses de N (0, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup>), relataram relação lâmina foliar:colmo igual a 1 no tratamento testemunha, e aumento da relação com as doses de N, mas em doses acima de 200 kg ha<sup>-1</sup>, a relação diminuiu para 1,10. Estes resultados foram diferentes dos observados neste experimento, visto que, apesar da tendência da relação lâmina foliar:colmo diminuir com as doses de N, mesmo no tratamento testemunha foram observados valores superiores a 2. Valores semelhantes aos deste experimento foram observados também por EUCLIDES et al. (2008), que no período das águas relataram valores de relação lâmina foliar:colmo de 4,7 e 2,5 para capim-massai e capim-mombaça, respectivamente, e no período seco, 3,6 e 1,6.

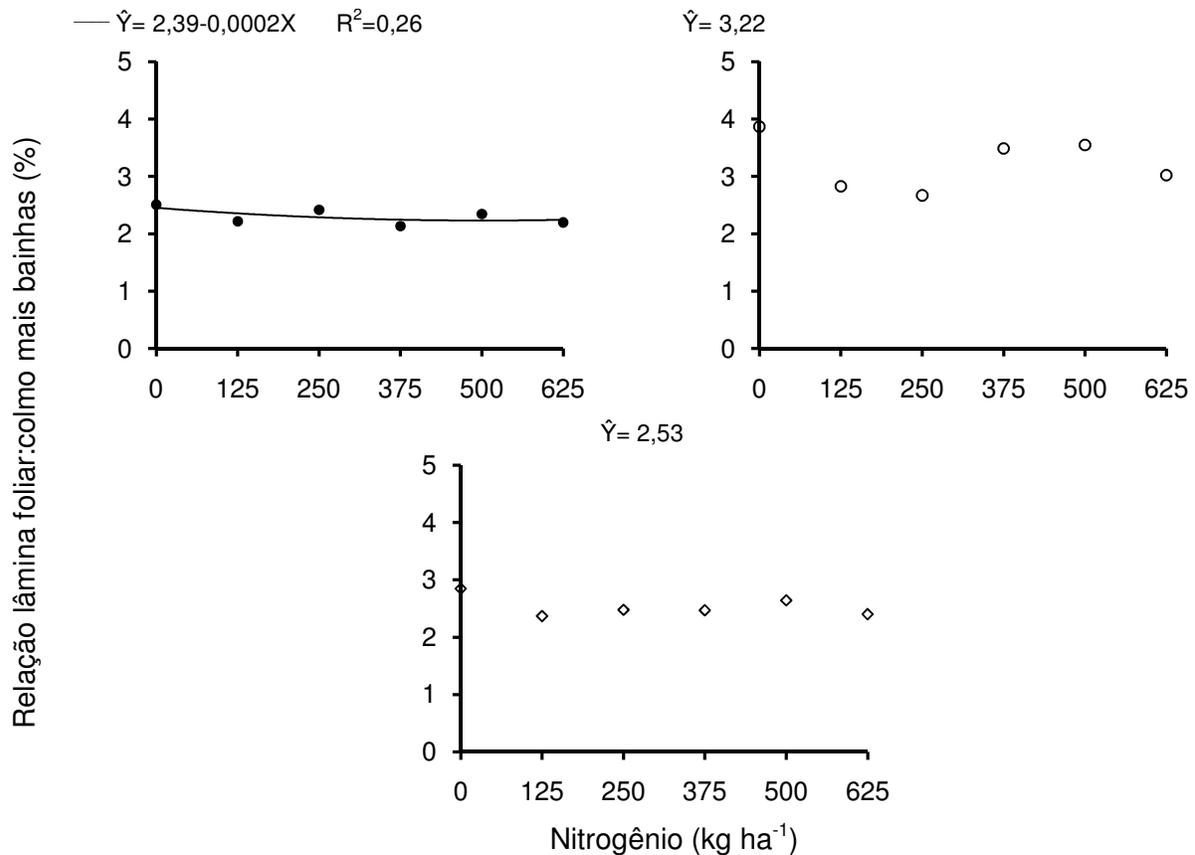


Figura 18. Relação lâmina:colmo do capim-xaraés adubado com nitrogênio. ●, ○, ◇, correspondem aos valores de relação lâmina:colmo no período chuvoso, no período seco e no total, respectivamente.

As doses de N resultaram em aumento de forma linear dos teores de cinzas nas lâminas, no período chuvoso, representado pelo terceiro ciclo de pastejo (Tabela 5). Houve efeito residual da adubação nitrogenada nos teores de cinzas das lâminas no período seco, representado pelo oitavo ciclo de pastejo, com ajuste ao modelo linear decrescente de regressão. No entanto, apesar do aumento no período chuvoso e da redução no período seco, a variação foi pequena, de 8,31 a 10,00% no primeiro caso, e de 8,91 a 9,88% no segundo caso. Nos colmos + bainhas não houve efeito das doses de N nos teores de cinzas do período chuvoso, com média de 10,93%. No período seco não houve efeito residual das doses de N nos teores de cinzas, com média de 7,94%.

Tabela 5. Médias de cinzas e extrato etéreo (EE) nas lâminas de folhas e nos colmos + bainhas durante o período chuvoso e seco do capim-xaraés em função da adubação nitrogenada, equações de regressão e coeficientes de determinação.

Atributos	Nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> )						Equação de regressão	R <sup>2</sup>	CV (%)
	0	125	250	375	500	625			
Lâminas de Folhas									
----- Período chuvoso <sup>1</sup> -----									
Cinzas	8,84	8,31	10,00	8,94	9,52	10,13	$\hat{Y}=8,64+0,0034X$	0,45 <sup>+</sup>	11,25
EE	1,10	1,22	1,07	1,24	1,24	1,34	$\hat{Y}=1,09+0,0005X$	0,57 <sup>*</sup>	11,02
----- Período seco <sup>2</sup> -----									
Cinzas	9,88	9,71	9,45	9,27	9,16	8,91	$\hat{Y}=9,89-0,0016X$	0,97 <sup>**</sup>	5,21
EE	1,84	2,04	1,86	1,77	1,82	1,83	$\hat{Y}=1,87$	ns	10,91
Colmos + bainhas									
----- Período chuvoso -----									
Cinzas	10,45	10,97	11,34	10,98	10,66	11,21	$\hat{Y}=10,93$	ns	6,63
EE	0,64	0,72	0,84	0,73	0,43	0,55	$\hat{Y}=0,65$	ns	31,51
----- Período seco -----									
Cinzas	8,14	8,37	7,82	7,74	7,70	6,77	$\hat{Y}=7,94$	ns	10,54
EE	0,58	0,51	0,73	0,61	0,51	0,46	$\hat{Y}=0,55+0,0005X-0,000001X^2$	0,46 <sup>*</sup>	15,03

\*\* , \* e + Significativo a 1, 5 ou 10% pelo teste F, respectivamente. ns = não significativo a 10% pelo teste F. CV = coeficiente de variação. <sup>1</sup> Período chuvoso representado pelo 3º ciclo de pastejo. <sup>2</sup> Período seco representado pelo oitavo ciclo de pastejo.

Teores de cinzas diferentes aos deste trabalho com capim-xaraés foram observados por SANTOS et al. (2003) em experimento com vários capins, e valores variando de 1,50% no capim-elefante cv. pioneiro, 1,53% no capim-elefante cv. Mott e no capim-mombaça, 1,54% no capim-marandu e 1,58% no capim-tanzânia, com 35 dias de idade e média de seis ciclos. SANTOS et al. (2008) obtiveram valores de 1,4% no capim-marandu, 1,5% no capim-tanzânia e 6,3% no capim-tifton 85, em sistema irrigado.

O extrato etéreo aumentou linearmente nas lâminas (Tabela 5) no período chuvoso (3º ciclo) com a adubação nitrogenada, com variação pequena (1,07 a 1,34% de EE), e no período seco (8º ciclo) a adubação nitrogenada não aumentou os teores de EE, que apresentou média de 1,87%. Nos colmos + bainhas, o EE não foi alterado com a adubação nitrogenada no período chuvoso, e apresentou média de 0,65%. No período seco (8º ciclo) houve efeito residual das doses de N com ajuste ao modelo quadrático de regressão.

Resultados semelhantes aos do capim-xaraés foram obtidos por SIMILI et al. (2008), que observaram resposta significativa de EE às doses de N com valores de 2,8; 2,1 e 2,5% de extrato etéreo com as doses de 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de N,

respectivamente. Trabalhando com vários capins, SANTOS et al. (2003), observaram valores de extrato etéreo de 0,37% para o capim-elefante cv. pioneiro (*Pennisetum purpureum*), 0,48% para o cv. Mott, 0,55 no capim-mombaça, 0,42 no capim-tanzânia, e 0,46% no capim-marandu. No entanto, SARMENTO et al. (2010) relataram teores maiores de EE em três gramíneas forrageiras (coastcross, tifton-85 e tifton-68) com valores de 4,53; 4,49% e 4,36%, respectivamente.

## 5. CONCLUSÕES

- a. Os máximos acúmulos de forragem verde de capim-xaraés no período chuvoso ( $19.743 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e total ( $24.934 \text{ kg ha}^{-1}$ ) são obtidos com  $500$  e  $493 \text{ kg ha}^{-1}$  de N.
- b. A dose total de  $250 \text{ kg ha}^{-1}$  de N é suficiente para atingir 92% do máximo acúmulo de forragem verde em pastejo intensivo de capim-xaraés.
- c. A adubação nitrogenada aumenta a extração dos macronutrientes.
- d. A recuperação aparente de N diminui com o aumento das doses de N e aumenta variando de 19,9 a 31,9%.
- e. A adubação nitrogenada aumenta os teores de PB nas lâminas, e nos colmos + bainhas de capim-xaraés.
- f. Os teores de fibra em detergente ácido e de lignina do capim-xaraés aumentam com as doses de N.
- g. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca do capim-xaraés não é alterada pela adubação nitrogenada.

## 6. REFERENCIAS

ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A.; VERNEQUE, R.S.; SALVATI, J.A. Aplicação de nitrogênio em acessos de *Brachiaria*. Efeito sobre a produção de matéria seca. **Pasturas Tropicais**, v.12, p.2-6, 1990.

ALVIM, M.J.; NETO, M.S.; DUSI, G.A. Efeito da disponibilidade de forragem e da adubação em pastagem de capim-pangola sobre a produção de leite. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.11, p.1541-1550, 1992.

ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F.; VERNEQUE, R.S.; BOTREL, M.A. Resposta do tifton 68 a doses de nitrogênio e a intervalos de cortes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.9, p.1875-1882, 2000.

ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A. Efeitos de doses de nitrogênio na produção de leite de vacas em pastagem de coastcross. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.3, p.577-583, 2001.

ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A.; REZENDE, H.; XAVIER, D.F. Avaliação sob pastejo do potencial forrageiro de gramíneas do gênero *Cynodon*, sob dois níveis de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.47-54, 2003.

ANDRADE, J.B.; BENINTENDE, R.P.; FERRARI JÚNIOR, E.; PAULINO, V.T.; HENRIQUE, W.; WERNER, J.C.; MATTOS, H.B. Efeito das adubações nitrogenada e

potássica na produção e composição da forragem de *Brachiaria ruziziensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.9, p.617-620, 1996.

ANDRADE, A.C.; FONSECA, D.M.; QUEIROZ, D.S.; SALGADO, L.T. CECON, P.R. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier). **Ciência e Agrotecnologia**, Edição Especial, p.1643-1651, 2003.

Anualpec 2009: **Anuário da pecuária brasileira**. FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. São Paulo, 2009.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC. Micro Kjeldahl method. In: CUNNIFF, P. (Ed.) **Official methods of analysis of AOAC international**. Arlington: AOAC, 1995, cap.12, p.7.

AZAM, F.; MALIK, K.A.; SAJJAD, M.I. Transformations in soil and availability to plants of is N applied as inorganic fertilizer and legume residues. **Plant and Soil**, v.86, p.3-13, 1985.

BATISTA, K.; MONTEIRO, F.A. Variações nos teores de potássio, cálcio e magnésio em capim-marandu adubado com doses de nitrogênio e enxofre. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.151-161, 2010.

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

BONFIM-SILVA, E.; MONTEIRO, F.A. Nitrogênio e enxofre em características produtivas do capim-braquiária proveniente de área de pastagem em degradação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.4, p.1289-1297, 2006.

BOTREL, M.A.; ALVIM, M.J. Avaliação de cultivares de alfafa na Zona da Mata de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.9, p.971-975, 1997.

BUENO, A.A.O. **Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente**. 2003. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

BRÂNCIO, P.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V.P.B.; REGAZZI, A.J.; ALMEIDA, R.G.; FONSECA, D.M.; BARBOSA, R.A. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo. Composição química e digestibilidade da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1605-1613, 2002.

BRAGA, G.J.; LUZ, P.H.C.; HERLING, V.R.; LIMA, C.G. Resposta do capim-mombaça a doses de nitrogênio e a intervalos de corte. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.26, n.1, p.123-128, 2004.

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Xaraés é o mais novo capim lançado pela Embrapa Gado de Corte. Disponível em <<http://www.cnpqg.embrapa.br/produtoseservicos/pdf/xaraes.pdf>> Acesso em 13 marc.2004.

CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas, Instituto Agrônomo. 1986, 94p. (Boletim técnico, 106).

CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. **Métodos de análises de alimentos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2004. 135p.

CAMPOS, A.X.; ORIOLI, F.P.; VIANNA, J.S. Aplicação de níveis de nitrogênio para recuperação e produção da cultura do capim-braquiária e disponibilização desse nutriente para produção da cultura sucessiva do milho. (CD-ROM) In: SIMPÓSIO NACIONAL DO CERRADO, 9, e SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, Brasília, 2008. **Anais...** Brasília, 2008.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Eds). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.375-470.

CARMO, C. A. F. S.; ARAÚJO, W.S.; BERNARDI, A.C.C.; SALDANHA, M.F.C. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 41p. (Circular Técnica, 6).

CARVALHO, F.G.; BURITY, H.A.; SILVA, V.N.; SILVA, L.E.S.F.; SILVA, J.N. Produção de matéria seca e concentração de macronutrientes em *Brachiaria decumbens* sob diferentes sistemas de manejo na zona da mata de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.2, p.101-106, 2006.

CECATO, U.; PEREIRA, L.A.F.; JOBIM, C.C.; MARTINS, E.N.; BRANCO, A.F.; GALBEIRO, S.; MACHADO, A.O. Influência das adubações nitrogenada e fosfatada sobre a composição químico-bromatológica do capim-marandu (*brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. marandu). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.26, n.3, p.409-416, 2004.

COSTA, K.A.P.; OLIVEIRA, I.P.; FAQUIN, V.; NEVES, B.P.; RODRIGUES, C.; SAMPAIO, F.M.T. Intervalo de corte na produção de massa seca e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv.MG-5. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.4, p.1197-1202, 2007.

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; ARAÚJO, J.L.; RODRIGUES, R.B. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu. II – Nutrição nitrogenada na planta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p.1601-1607, 2008a.

COSTA, K.A.P.; ARAUJO, J.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; FIGUEIREDO, F.C.; GOMES, K. W. Extração de macronutrientes pela fitomassa do capim xaraés “xaraés” em função de doses de nitrogênio e potássio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.4, p.1162-1166, 2008b.

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.;SEVERIANO,E.C.; SIMON, G.A.; CARRIJO, M.S. Extração de nutrientes do capim-marandu sob doses e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.10, n.4, p.801-812, 2009a.

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

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n.1, p.192-199, 2010.

COLOZZA, M.T.; WERNER, J.C.; LEITE, V.B.O.; MATTOS, W.T.; GERDES, L. Doses de nitrogênio aplicados no final das águas para melhoria da distribuição anual de forragem do capim-guaçu. **Boletim da Indústria Animal**. V. 64, n.3, p.371-379, 2005.

DETOMINI, E.R. **Modelagem da produtividade potencial de *Brachiaria brizantha* (variedades cultivadas marandu e xaraés)**. 2004. 135 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

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**, v.24, n.1, p.260-271, 2000.

EMBRAPA, 2003. Germoplasma forrageiro para formação de pastagens. Disponível em: [www.cpafrro.embrapa.br/embrapa/bases/quicuio.htm](http://www.cpafrro.embrapa.br/embrapa/bases/quicuio.htm). Acesso em: 31 de agosto de 2010.

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**, v.37, n.1, p.18-26, 2008.

FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A.; JUNIOR, D.N.; VITOR, C.M.T.; MORAIS, C.M.; REIS, G.C.; MATUSCELLO, J.A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.4, p.397-403, 2005.

FRANÇA, A.F.S.; BORJAS, A.L.R.; OLIVEIRA, E.R.; SOARES, T.V.; MIYAGE, E.S.; SOUSA, V.R. Parâmetros nutricionais do capim-tanzânia sob doses crescentes de nitrogênio em diferentes idades de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.4, p.695-703, 2007.

GOERING, K.H.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis: apparatus, reagents, procedures and some application**. Washington: USDA, 1970. 379p.

MAGALHÃES, R.T.; OLIVEIRA, I.P.; KLIEMANN, H.J. Relações da produção de massa seca e as quantidades de nutrientes exportados por *Brachiaria brizantha* em solos sob o manejo pelo sistema "barreirão". **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.1, p.13-20, 2002.

MAGALHÃES, A.F.; PIRES, A.J.V.; 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.

MARANHÃO, C.M.A.; SILVA, C.C.F.; BONOMO, P.; PIRES, J.V. Produção e composição químico-bromatológica de duas cultivares de braquiária adubadas com nitrogênio e sua relação com o índice SPAD. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.31, n.2, p.117-122, 2009.

MARTINS, J.D.; RESTLE, J. BARRETO, I.L. Produção animal em capim-papuã (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc) submetido a níveis de nitrogênio. **Ciência Rural**, v.30, n.5, p.887-892, 2000.

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

MENDONÇA, F.C.; RASSINI, J.B. **Temperatura-base inferior e estacionalidade de produção de gramíneas forrageiras tropicais**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. 9p

MENGEL, K; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. Dordrechth: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849p.

MONTEIRO, F.A.; WERNER, J.C. Efeitos das adubações nitrogenada e fosfatada em capim-colônião em dois solos arenosos do Estado de São Paulo. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.34, p.91-101, 1977.

MOREIRA, L.M.; MATUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; MISTURA, C.; MORAIS, R.V.; RIBEIRO JÚNIOR, J.I. Perfilhamento, acúmulo de forragem e composição bromatológica do capim-braquiária adubado com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1675-1684, 2009.

NAVE, R.L.G. **Produtividade, valor nutritivo e características físicas da forragem do capim-Xaraés [*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich.) Stapf.] em resposta a estratégias de pastejo sob lotação intermitente**. 2007. 95f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P.; PEDREIRA, C.G.S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1998, p.203-242.

OLIVEIRA, P.P.A.; TRIVELIN, P.C.O.; OLIVEIRA, W.S.; CORSI, M. Fertilização com N e S na recuperação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. marandu em Neossolo Quartzarênico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1121-1129, 2005.

OLIVEIRA, D.A.; BONFIM-SILVA, E.M.; SILVEIRA, C.P.; MONTEIRO, F.A. Valor nutritivo do capim-braquiária no primeiro ano de recuperação com aplicações de nitrogênio e enxofre. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.716-726, 2010.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, D.S.; SILVA, E.A.M. Composição química e digestibilidade *in vitro* de lâminas foliares e colmos de gramíneas forrageiras, em função do nível de inserção do perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.964-974, 2001.

PEDREIRA, B.C. **Interceptação de luz, arquitetura e assimilação de carbono em dosséis de capim-xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. xaraés]**

**submetidos a estratégias de pastejo rotacionado.** 2006. 87p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; McMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.11, p.1633-1644, 2007.

PLÉNET, D.; LEMAIRE, G. Relationship between dynamics of nitrogen uptake and dry matter accumulation in maize crops. Determination of critical N concentration. **Plant and Soil**, The Hague, v.216, n.1-2, p.65-82, 1999.

PRIMAVESI, O.; FREITAS, A.R.; PRIMAVESI, A.C.P.A.; CAMARGO, A.C.; ROCHA FILHO, J.; JORGE, L.A.C.; LIGO, M.A.V.; VIEIRA, S.R. **Qualidade ambiental em sistema intensivo de produção de bovinos de leite, na microbacia do ribeirão Canchim:** Indicadores, manejo e problemas. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. 70p. (Boletim de Pesquisa nº 07).

PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; PRIMAVESI, A.C.; CANTARELLA, H.; SILVA, A.G. **Adubação com uréia em pastagem de *Brachiaria brizantha* sob manejo rotacionado: Eficiência e perdas.** EMBRAPA, 2003. 6p.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; CANTARELLA, H.; SILVA, A.G.; FREITAS, A.R.; VIVALDI, L.J. Adubação nitrogenada em capim-costcross: Efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.68-78, 2004.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; CANTARELLA, H.; SILVA, A.G. Absorção de cátions e ânions pelo capim-coastcross adubado com uréia e nitrato de amônio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.3, p.247-253, 2005.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A. et al. Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.3, p.562-568, 2006.

QUEIROZ, D.D.; GOMIDE, J.A.; MARIA, J. Perfis de Três Gramíneas Forrageiras. 2. Anatomia. **Revista Brasileira de zootecnia**. v.29, n.1, p.61-68, 2000.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (eds.) **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 284p.

RIBEIRO, K.G. **Rendimento forrageiro e valor nutritivo do capim-elefante “Anão”, sob cinco doses de nitrogênio, ao atingir 80 e 120 cm de altura**. 1995. 60 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, 1995.

ROCHA, G.P.; EVANGELISTA, A.R.; PAIVA, P.C.A.; FREITAS, R.T.F.; ROSA, E.G.B. Estudo da composição mineral de três gramíneas do gênero *Cynodon*. **Ciência Animal Brasileira**, v.1, n.1, p.31-41, 2000.

ROCHA, G.P.; EVANGELISTA, A.R.; PAIVA, P.C.A.; FREITAS, R.T.F.; SOUSA, A.F.; GARCIA, R. Digestibilidade e fração fibrosa de três gramíneas do gênero *Cynodon*. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.2, p.396-407, 2001.

RUGGIERI, A.C.; FAVORETTO, V.; MALHEIROS, E. B. Efeito de níveis de nitrogênio e regimes de corte na distribuição, composição bromatológica e na digestibilidade in vitro da matéria seca da *Brachiaria brizantha* (hochst) stapf cv. marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.1, p.20-30, 1995.

SAS INSTITUTE Inc. SAS/STAT. User's guide, version 9.1. Cary: SAS Institute, 2005.

SANTOS JÚNIOR, J. de D.G. dos. **Dinâmica de crescimento e nutrição do capim-marandu submetido a doses de nitrogênio**. 2001. 88 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

SANTOS, J.H.S. **Proporções de nitrato e amônio na nutrição e produção dos capins aruana e marandu**. 2003. 92 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

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

SANTOS, N. L.; SILVA, R.M.W.; CHAVES, M.A. Efeito da irrigação suplementar sobre a produção dos capins tifton 85, tanzânia e marandu no período de verão no sudoeste baiano. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.4, p.911-922, 2008.

SARMENTO, N.L.A.F.; REIS,S.T.; SOUSA,V.M.; SALES,E.C.J.; MOURA NETO, A.; ROCHA JÚNIOR,V.R.; CRUZ, S.S. Composição bromatológica de gramíneas do gênero *Cynodon*. (CD-ROM) In: FÓRUM DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 4, Montes Claros, 2010. **Anais...** Montes Claros, 2010.

SILVA, J.D.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2009. 235p.

SILVEIRA, C.P.; MONTEIRO, F.A. Macronutrientes em folhas diagnósticas do capim-tanzânia adubado com nitrogênio e cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.736-745, 2010.

SIMILI, F.F.; REIS, R.A.; FURLAN, B.N.; PAZ, C.C.P.; LIMA, M.L.P.; BELLINGIERI, P.A. Resposta do híbrido de sorgo-sudão à adubação nitrogenada e potássica: composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.2, p.474-480, 2008.

SOUSA, R.S.; PIRES, A.V.; CARVALHO, G.G.P.; SILVA, F.F.; MAGALHAES, A.F.; VELOSO, C.M. Composição química de capim-tanzânia adubado com nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p. 1200-1205, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p.

VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA JUNIOR,V.B.; CAPPELLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa: UFV; DZO; DPI, 2001. 297 p.

VELLINGA, T.V.; ANDRE, G.; SCHILS, R.L.M.; KRAAK, T.; OENEMA, O. Accounting for residual effects of previously applied nitrogen fertilizer on intensively managed grasslands. **Grass and Forage Science**, v.65, p.58-75, 2009.

VICENTE-CHANDLER,J. Intensive grassland management in Puerto Rico. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.2, p.173-215, 1973.

VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M. Selecting new *Brachiaria* for brazilian pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.13-14.

VALLE, C.B.; JANK, L.; RESENDE, R.M.S. Lançamentos de cultivares forrageiras: o processo e seus resultados – cvs. massai, pojuca, campo grande, xaraés. In: NÚCLEO DE ESTUDOS EM FORRAGICULTURA, 4., 2003, Lavras. **Proceedings...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003. p.179-225.

VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.P.B.; PEREIRA, J.M.; VALÉRIO, J.R.; PAGLIARINI, M.S.; MACEDO, M.C.M.; LEITE, G.G.; LOURENÇO, A.J.; FERNANDES, C.D.; DIAS FILHO, M.B.; LEMPP, B.; POTT, A.; SOUZA, M.A. **O capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. xaraés) na diversificação das pastagens de braquiária.** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2004. 36P. (Documentos 149).

VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed Analyses and its application to forages. **Journal of Animal Science**, v.26, p.119-128, 1967.

VELLINGA, T.V.; ANDRE, G.; SCHILS, R.L.M.; KRAAK, T.; OENEMA, O. Accounting for residual effects of previously applied nitrogen fertilizer on intensively managed grasslands. **Grass and Forage Science**, v.65, p.58-75, 2009.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H. Forrageiras. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. p. 263-273 (Boletim técnico, 100).

ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGENBERGER, G; KAISER, K.; LEHMANN, J.; MIANO, T.M.; MILTNER, A.; SCHROTH, G. Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, v.79, p.117-161, 1997.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)