

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

**RESPOSTAS MORFOLÓGICAS E PRODUTIVAS DO CAPIM-
XARAÉS, SOB PASTEJO, À ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Thiago Martins dos Santos
Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Novembro de 2010

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

**RESPOSTAS MORFOLÓGICAS E PRODUTIVAS DO CAPIM-
XARAÉS, SOB PASTEJO, À ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Thiago Martins dos Santos

**Orientador: Prof. Dr. Manoel Evaristo Ferreira
Co-orientadora: Dra. Patrícia Sarmiento**

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

Santos, Thiago Martins dos
S237r Respostas morfológicas e produtivas do capim-xaraés, sob pastejo,
à adubação nitrogenada / Thiago Martins dos Santos. – – Jaboticabal,
2010.

xi, 61 f.; 28 cm

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

Orientador: Manoel Evaristo Ferreira

Co-orientadora: Patrícia Sarmento

Banca examinadora: William Natale, Francisco Antonio Monteiro

Bibliografia

1. Acúmulo de forragem. 2. *Brachiaria brizantha*. 3. Nitrogênio. 4.
Perdas de forragem. 5. Eficiência de pastejo I. Título. II. Jaboticabal-
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.84:633.2.03

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

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

THIAGO MARTINS DOS SANTOS – nascido em 10 de outubro de 1986, na cidade de Goiânia – GO, graduou-se em Zootecnia pela Fundação Universidade Federal do Tocantins em julho de 2008. Em agosto do mesmo ano iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Ciência do Solo), na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), UNESP, Câmpus de Jaboticabal – SP. Durante o mestrado foi bolsista da CAPES no período de 01-08-2008 a 28-02-2009 e da FAPESP no período de 01-03-2009 a 31-07-2010, participou do XX Congresso Brasileiro de Zootecnia, do IV e V Encontros de Pós-graduandos da UNESP Jaboticabal e do Encontro de Produção Animal Sustentável. Durante o mestrado publicou três artigos científicos, com destaque para o publicado na Revista Brasileira de Ciência do Solo, como co-autor, e dez resumos em anais de reuniões científicas.

“Amigos eternos! Amizade boa é construída
nos momentos de dificuldade...”

Marcos Rogério Gasgui da Conceição

Aos meus amados pais
Gilberto Martins dos Santos e Irene de Barcelos Santos

Ao meu querido irmão
Fernando Martins dos Santos

Aos meus adorados avos
Romeu de Barcelos (*in memoriam*),
Tereza Arantes de Barcelos e
Claudionor Martins dos Santos

OFEREÇO

A Ana Flávia Gouveia de Faria

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus.

A FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa de Estado de São Paulo) e a CAPES (Coordenação de Pessoal de Nível Superior) pelo subsídio na forma de bolsa de estudos.

Ao professor Dr. Manoel Evaristo Ferreira e à professora Dra. Mara Cristina Pessôa da Cruz pela oportunidade, exemplo, paciência, incentivo e conhecimentos transmitidos.

Aos pesquisadores Dr. Fábio Prudêncio de Campos e Dra. Patrícia Sarmiento por todo o auxílio durante a condução do experimento e também pelas informações, conselhos e recomendações prestadas.

A Ana Flávia Gouveia de Faria pela ajuda, dedicação e companheirismo.

Aos amigos Adriana Guirado Artur e Carlos Alberto Kenji Taniguchi, sem os quais não teria chegado até aqui.

Aos Pós-Graduandos do Instituto de Zootecnia: Marcos Rogério Gasgui da Conceição e Deise Rafaelle de Omena Nicácio pela ajuda na condução do experimento, pelos momentos de alegria durante as coletas e pela amizade.

Aos colegas Felipe Batistella Filho, Fernando Kuhnen, Thiago de Barros Sylvestre e Leonardo Mella de Godoi pela grande ajuda no experimento e boa convivência.

À Selma Guimarães Figueiredo, pela assistência nas análises de laboratório e amizade em especial.

À Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal pela oportunidade.

Ao Instituto de Zootecnia pela concessão dos animais e da área experimental.

Aos colegas do laboratório de Fertilidade do Solo: Isabela Guidi, Rita Guimarães, Juan Gabriel, Bruno Braos, Lucas Braos, Daily, Rangel e Cássia.

A Luiz Antônio Barcelos de Faria, Célia Leite Gouveia de Faria, Eliselle Gouveia de Faria pela convivência e por terem se tornado parte da minha família.

Muito obrigado a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ix
SUMMARY	x
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	02
2.1 O capim-xaraés	02
2.2 Respostas das plantas forrageiras à adubação nitrogenada	03
3. MATERIAL E MÉTODOS	08
3.1 Local, período experimental e espécie forrageira	08
3.2 Condições climáticas	08
3.3 Delineamento experimental e tratamentos	09
3.4 Análise do solo, correção da acidez e adubação básica	10
3.5 Colheita da forragem	11
3.6. Manejo dos animais nas parcelas	12
3.7. Avaliações	13
3.7.1 Altura de plantas	13
3.7.2 Densidade de perfilhos	13
3.7.3 Massa de forragem em pré e pós-pastejo	13
3.7.4 Índice de área foliar	14
3.7.5 Acúmulo de forragem	14
3.7.6 Perdas de forragem no pastejo	14
3.7.7 Eficiência de conversão do N fertilizante em forragem	15
3.7.8 Eficiência de pastejo	15
3.8 Análise estatística	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1 Acúmulo de forragem	17
4.2 Massa de forragem	19
4.2.1 Pré-pastejo	19
4.2.2 Pós-pastejo	25

4.3 Altura de plantas	29
4.4 Densidade de perfilhos	31
4.5 Índice de área foliar	33
4.6 Perdas de forragem no pastejo	34
4.7 Eficiência de conversão do N fertilizante em forragem	36
4.8 Eficiência de pastejo	37
5. CONCLUSÕES	40
6. REFERÊNCIAS	41

RESPOSTAS MORFOLÓGICAS E PRODUTIVAS DO CAPIM-XARAÉS, SOB PASTEJO, À ADUBAÇÃO NITROGENADA

RESUMO – O adubo nitrogenado é um dos mais caros e, para assegurar retorno econômico da atividade pecuária e evitar danos ao ambiente, é necessário conhecer a dose adequada de nitrogênio a aplicar. Objetivou-se com este trabalho avaliar a resposta morfológica e produtiva do capim-xaraés, sob pastejo, à adubação nitrogenada. O experimento foi conduzido em condições de campo, no Instituto de Zootecnia, Nova Odessa-SP. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com seis doses de nitrogênio (0; 125; 250; 375; 500 e 625 kg ha⁻¹ de N por ano) e quatro repetições. Foram avaliadas características estruturais, massa de forragem no pré e no pós-pastejo, acúmulo de forragem, eficiência de conversão do N fertilizante em forragem, perdas de forragem no pastejo e eficiência de pastejo durante oito ciclos de pastejo do capim-xaraés. O nitrogênio aumentou o acúmulo de forragem do capim-xaraés e das perdas de forragem pelo pastejo. A dose de 354 kg ha⁻¹ de N proporcionou o máximo acúmulo de forragem no período chuvoso, e com 250 kg ha⁻¹ é possível obter 90% do máximo. Houve efeito residual da adubação no acúmulo de forragem. A maior eficiência de conversão do N fertilizante em forragem foi obtida com 125 kg ha⁻¹ de N. A adubação nitrogenada propiciou aumento na altura de plantas e na densidade de perfilhos. A eficiência de pastejo aumentou em função da adubação nitrogenada, mas ficou abaixo de 50%.

Palavras-chave: acúmulo de forragem, *Brachiaria brizantha*, nitrogênio, perdas de forragem, eficiência de pastejo

MORPHOLOGIC AND PRODUCTIVE RESPONSE OF XARAÉS PALISADEGRASS, UNDER GRAZING, TO NITROGEN FERTILIZATION

SUMMARY – The objective of this study was to evaluate the morphologic and productive response of xaraés palisadegrass, under grazing, to nitrogen fertilization. The experiment was carried out under field conditions at the Instituto de Zootecnia, Nova Odessa-SP. The experimental design was randomized blocks design with six nitrogen rates (0; 125; 250; 375; 500 and 625 kg ha⁻¹ N per year) and four replications. Structural characteristics, pre and post-grazing forage mass, forage accumulation, agronomic efficiency, grazing losses and grazing efficiency were evaluated during eight xaraes palisadegrass grazing cycles. Nitrogen increased forage accumulation and grazing losses. Maximum forage accumulation (sum of six grazing cycles) was achieved with 354 kg ha⁻¹ N, however, 250 kg ha⁻¹ N corresponded to 90% of the maximum. There was a residual effect of fertilization. The highest efficiency nitrogen use was obtained with 125 kg ha⁻¹ N. Nitrogen fertilization resulted in an increase in plant height and tiller density. Grazing efficiency increased with nitrogen fertilization, but it remained below 50%.

Keywords: forage accumulation, *Brachiaria brizantha*, nitrogen, agronomic efficiency, grazing efficiency

1. INTRODUÇÃO

A maior parte dos pastos brasileiros apresenta baixa produtividade, principalmente devido à exportação e às perdas por lixiviação, volatilização e fixação, com destaque para o nitrogênio, o fósforo e o potássio.

O nitrogênio proveniente da mineralização da matéria orgânica de solos tropicais não tem sido suficiente para suprir as exigências das pastagens, necessitando de complementação por meio da adubação. O adubo nitrogenado é um dos mais caros e, para assegurar retorno econômico da atividade pecuária e evitar danos ao ambiente, é necessário conhecer a dose adequada de nitrogênio.

No Brasil, apesar da introdução de novas espécies de plantas forrageiras, observa-se que os índices de produtividade animal e, conseqüentemente, da rentabilidade da atividade pecuária, na média, ainda são baixos. Tal fato ocorre porque a introdução isolada de novas opções de plantas forrageiras pode não determinar aumento da produtividade animal, a não ser que seja acompanhado por manejo adequado de cada cultivar, ou seja, respeitando os seus limites ecofisiológicos de utilização, suas exigências nutricionais e edafoclimáticas.

A avaliação de novos genótipos forrageiros sob pastejo é importante para que o efeito do bocado e do pisoteio dos animais, assim como o efeito da deposição de fezes e urina no desenvolvimento das plantas, aproxime os resultados experimentais das condições reais de utilização da planta forrageira. O manejo da fertilidade do solo por meio da adubação e o conhecimento das exigências nutricionais de novos genótipos forrageiros são fatores de grande importância para aumentar a produtividade animal e a rentabilidade da pecuária. No Brasil, não se têm estudos de reposta do capim-xaraés às doses de nitrogênio em condições de campo e sob pastejo de bovinos. Assim, objetivou-se, com este trabalho, avaliar as características morfológicas e produtivas da *Brachiaria brizantha* cv. xaraés, sob pastejo, à adubação nitrogenada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O capim-xaraés

A bovinocultura na região tropical é dependente das pastagens para a nutrição animal. No Brasil, a produção de forragem teve sua expansão devido a programas governamentais de fomento na década de 1970. Nesse contexto, a espécie *Brachiaria decumbens* cv. basilisk (capim-braquiária), devido a sua adaptação a solos ácidos e de baixa fertilidade, foi implantada em milhões de hectares, mas esta espécie apresentou alguns problemas como suscetibilidade à cigarrinha-das-pastagens, não sendo consumida por equinos e fotossensibilização em bezerros (VALLE et al., 2004). Devido aos problemas encontrados com o capim-braquiária, a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), em 1984, liberou a cultivar *Brachiaria brizantha* denominada de marandu (capim-marandu) (NUNES et al., 1984).

O capim-marandu é recomendado para solos de média fertilidade e com boa drenagem. Porém, no final da década de 1980 e por toda a década de 1990, este capim foi difundido na região Centro-Oeste e Norte, principalmente em solos de baixa fertilidade. Atualmente, pastagens estabelecidas com capim-marandu ocupam cerca de 50% das pastagens brasileiras cultivadas e caracterizam-se pelo baixo rendimento de forragem, quando implantada em solos ácidos e de baixa fertilidade (VALLE et al., 2002).

A Embrapa com o intuito de promover a diversificação de espécies forrageiras nas pastagens, de oferecer opção de melhor valor nutritivo, de maior produtividade e de maior resistência às doenças do que o capim-marandu, liberou a cultivar de *Brachiaria Brizantha* denominada de xaraés (Registro BRA 004308) (EUCLIDES, 2002). A taxa de

crescimento do capim-xaraés foi de 28,2 kg ha⁻¹ por dia no período chuvoso, enquanto a do capim-marandu foi de 17,9 kg ha⁻¹ por dia (EUCLIDES et al., 2001).

2.2 Respostas das plantas forrageiras à adubação nitrogenada

A adubação nitrogenada das pastagens nos sistemas extensivos de produção pecuária dos trópicos é, na maioria dos casos, inviável economicamente. Para que a adubação nitrogenada seja viável, é necessário considerar o cultivo de gramínea de alto potencial produtivo, adubação para a máxima produção econômica, adotar taxa de lotação próxima da capacidade de suporte da pastagem, de modo a atingir alta produção por área, investir em animal com elevado potencial produtivo, dentre outros (BRAZ et al., 2004).

No Brasil, a adubação nitrogenada em pastagens é restrita a sistemas mais intensivos e/ou quando as plantas apresentam sintomas de deficiência. Para pastos exclusivos de gramíneas, manejados sob sistemas intensivos de produção de forragem, a recomendação é de 50 kg ha⁻¹ de N por corte, enquanto para a manutenção do pasto de *Brachiaria*, é de 60 kg ha⁻¹ por ano (WERNER et al., 1996). O uso da adubação nitrogenada com o intuito de aumentar a produção animal a pasto, desde que os outros nutrientes não se tornem limitantes, tem aumentado a massa de forragem da parte aérea das gramíneas de clima tropical, conforme relatado em trabalhos citados na literatura (WERNER et al., 1968; VICENTE-CHANDLER et al., 1973; ALVIM et al., 1987; CARVALHO & SARAIVA, 1987).

A resposta de gramíneas forrageiras à adubação era avaliada exclusivamente pela produção de massa de forragem da parte aérea (RODRIGUES et al., 2006). Atualmente, as características estruturais do pasto assumem papel fundamental para o sucesso da atividade, pois determinam o acúmulo de forragem, que é o principal componente da capacidade de suporte da pastagem (ALEXANDRINO et al., 2008).

A estrutura da pastagem – determinada por sua morfologia e arquitetura, pela distribuição espacial das folhas, relações folha:colmo e material morto:vivo, densidade de folhas verdes, densidade de perfilhos e altura das plantas – interfere na produção e no consumo de forragem pelos animais (ALEXANDRINO et al., 2008). A estrutura da

pastagem e, conseqüentemente, a massa de forragem, é alterada pela adubação nitrogenada como relatado em vários trabalhos da literatura (ALEXANDRINO et al., 2004; ALEXANDRINO et al., 2005; SILVA et al., 2005; RODRIGUES et al., 2006 e SILVA et al., 2009).

A densidade de perfilhos do capim-marandu, em condições de casa de vegetação, foi de 0,01; 1,4 e 2,25 perfilhos por dia, para as doses de 0; 20 e 40 mg dm⁻³ de N, respectivamente (ALEXANDRINO et al., 2004). A densidade de perfilhos do capim-marandu aumentou de 50 para 150 perfilhos por vaso quando a dose de nitrogênio aumentou de 0 para 360 mg dm⁻³ no intervalo de cortes de 28 dias (ALEXANDRINO et al., 2005). A adubação com nitrogênio (0; 75; 150 e 225 mg dm⁻³) e potássio (0; 50 e 100 mg dm⁻³) aumentou o número de perfilhos e, conseqüentemente, a massa de forragem do capim-xaraés (RODRIGUES et al., 2006).

SILVA et al. (2005), estudando doses de nitrogênio (0; 25; 50; 100; 200 e 400 mg dm⁻³) verificaram, em condições de casa de vegetação, que o número total de perfilhos do capim-marandu aumentou com a adubação, e a dose de N de 188 mg dm⁻³ foi a responsável pelo máximo perfilhamento da gramínea; no entanto, a produção de massa de forragem aumentou linearmente nos dois cortes avaliados.

No experimento de SILVA et al. (2009), a adubação nitrogenada (0; 75; 150 ou 225 mg dm⁻³ de N) acelerou a taxa de alongamento foliar e o processo de senescência e, conseqüentemente, diminuiu a duração de vida das folhas de *Brachiaria brizantha*. A partir destes resultados, verifica-se que plantas adubadas com nitrogênio apresentam maior alongamento foliar em relação àquelas sem adubação, com conseqüente aumento na produção de forragem, e segundo ALEXANDRINO et al. (2004), o aumento da produção com a adubação nitrogenada é devido, também, à presença de perfilhos jovens, que apresentam maior crescimento quando comparados aos perfilhos mais velhos.

A avaliação da resposta da planta forrageira à adubação nitrogenada em condições de casa de vegetação é importante para dar suporte aos experimentos conduzidos a campo, pois no pasto o efeito do bocado e do pisoteio dos animais, assim como o efeito da deposição de fezes e urina, no desenvolvimento das plantas, aproxima os resultados experimentais das condições reais de utilização da planta forrageira. O

estudo da adubação nitrogenada, principalmente em condições de campo, deve ser feito de modo a obterem-se mais informações sobre o capim-xaraés, para que as estratégias de manejo da pastagem sejam mais eficientes (RODRIGUES et al., 2006).

A adubação nitrogenada com 0; 75; 150 e 225 kg ha⁻¹ de N por ano, em três anos de experimento, aumentou a massa de forragem do capim-colonião (*Panicum maximum*), com ajuste da massa de forragem ao modelo matemático de primeiro grau (MATTOS & WERNER, 1979). A massa de forragem de cinco capins do gênero *Brachiaria* foi avaliada por ALVIM et al. (1990), que aplicaram doses de N de 0; 75 e 150 kg ha⁻¹ por ano e verificaram aumento linear da massa de forragem em função da adubação. OLIVEIRA et al. (2005) adubaram o capim-marandu com nitrogênio (75; 140 e 201 kg ha⁻¹ de N por ano) e enxofre (77; 153 e 230 kg ha⁻¹ de S por ano), durante o período de dois anos, e verificaram que a massa de forragem apresentou ajuste ao modelo linear de regressão, tanto na presença quanto na ausência de enxofre.

A aplicação de N de 101,5; 145; 185,5 e 232 kg ha⁻¹, associada às doses de P e K, no período das águas em capins mombaça e tanzânia sob pastejo, com intervalos de 28 dias de descanso, resultou, segundo QUADROS et al. (2002), em ajuste ao modelo linear de regressão entre a adubação e a altura das plantas. A adubação de N com 75; 150; 225 e 300 kg ha⁻¹ aumentou o número de perfilhos do capim-braquiária sob lotação contínua, no período de fevereiro a abril de 2003 (MORAIS et al., 2006). A adubação nitrogenada (0; 150; 300 e 450 kg ha⁻¹) no capim-milênio (*Panicum maximum*), sob lotação rotacionada, aumentou a massa de forragem, com ajuste ao modelo quadrático de regressão. No terceiro e quarto ciclos de pastejo, as doses de N de 303 e 279 kg ha⁻¹ resultaram em produções estimadas de 6.206 e 5.036 kg ha⁻¹ (SARMENTO et al., 2005).

Para o capim-braquiária, avaliado em diferentes estações do ano, sob lotação contínua e adubado com N de 75; 150; 225 e 300 kg ha⁻¹, FAGUNDES et al. (2005) observaram ajuste do acúmulo de forragem ao modelo matemático de segundo grau. Ainda segundo estes autores, a taxa média de acúmulo de forragem variou em função da adubação nitrogenada e da época do ano, indicando que a taxa de lotação em uma pastagem deve variar ao longo do ano de forma a manter o equilíbrio entre oferta e demanda de forragem, sem comprometer a perenidade da pastagem. Utilizando as

mesmas doses de nitrogênio, FAGUNDES et al. (2006) observaram ajuste linear para a densidade de perfilhos e para a massa de forragem de colmos e de folhas. Estes autores ressaltaram que a influência da adubação nitrogenada na densidade de perfilhos pode ser a principal causa do incremento na biomassa forrageira. O potencial de resposta de milheto (*Pennisetum americanum*) à adubação nitrogenada, citado por FRANÇA et al. (1987), foi confirmado por MOOJEN et al. (1999), que observaram que as doses de 0; 150 e 300 kg ha⁻¹ de N por ano resultaram em ganho médio de peso diário de novilhos de corte de 0,553; 0,6586 e 0,7642 kg por dia, respectivamente.

A prática da adubação nitrogenada deve ser acompanhada de cuidados no manejo da adubação e da pastagem, de tal forma a aproveitar o nitrogênio do solo e a forragem produzida. Segundo MCKENZIE & JACOBS (2001), existem várias formas de expressar a eficiência do uso do nitrogênio, e as mais comuns e de mais fáceis determinações são a recuperação aparente de nitrogênio, que utiliza a extração de nitrogênio e a eficiência de conversão do N fertilizante em forragem, que é a conversão do nitrogênio aplicado em massa de forragem. Além do conhecimento do uso do nitrogênio proveniente do fertilizante, é preciso quantificar a eficiência de pastejo, que é o aproveitamento da forragem disponível e a eficiência de utilização, que é a conversão da forragem em produto animal (CARVALHO et al., 2004). As formas mais fáceis de quantificar a eficiência são as que utilizam apenas a massa de forragem. O aproveitamento do nitrogênio pode ser estimado pela eficiência de conversão do N fertilizante em forragem, em quilograma de forragem produzida por quilograma de adubo adicionado, enquanto o aproveitamento da forragem disponível pode ser estimado pela eficiência de pastejo, em %.

Em condições de campo, porém sem considerar o pastejo, OLIVEIRA et al. (2005) observaram que, no primeiro ano de avaliação do capim-marandu degradado e adubado com nitrogênio (70; 140 e 210 kg ha⁻¹ de N por ano), a eficiência de conversão do N fertilizante em forragem foi de 84; 49 e 42 kg de MS por kg de N, respectivamente. A eficiência de conversão do N fertilizante em forragem máxima para o capim-braquiária sob lotação rotacionada foi de 66 kg de MS por kg de N, na dose de N de 150 kg ha⁻¹ por ano e diminuição da eficiência nas maiores doses de N (OLIVEIRA, 2008). As doses de 150; 300; 450 e 600 kg ha⁻¹ de N por ano proporcionaram valores de eficiência de

conversão do N fertilizante em forragem de 89; 37; 33 e 25 kg MS por kg de N, respectivamente, no estudo conduzido por SILVEIRA (2009) para o capim-braquiária. A adubação nitrogenada em capim-tifton 68 (*Cynodon dactylon*), no intervalo de corte de 28 dias no período chuvoso, resultou em eficiência de conversão do N fertilizante em forragem com as doses de 100; 200; 400 e 600 kg ha⁻¹ de N, de 39; 36; 29 e 19 kg de MS por kg de N, respectivamente (ALVIM et al., 2000). A eficiência de conversão do N fertilizante em forragem diminuiu com o aumento das doses.

MARTHA JÚNIOR et al. (2001) citaram que pastagens de gramíneas tropicais podem atingir até 83 kg de MS por kg de N, sendo que a eficiência média é de 26 kg de MS por kg de N. Em pastos de capim-braquiária sob lotação contínua e adubados com nitrogênio, FAGUNDES et al. (2005) encontraram valores de eficiência de conversão do N fertilizante em forragem de 57; 49; 36 e 31 com as doses de N de 75; 150; 225 e 300 kg ha⁻¹, respectivamente. Estes autores ressaltaram que a eficiência de conversão do N fertilizante em forragem diminuiu com o aumento das doses de N.

BRAGA et al. (2007) observaram que a eficiência de pastejo do capim-marandu foi de 64; 33; 22 e 17%, em 2003, e 55; 30; 23 e 15%, em 2004, para as ofertas de 5; 10; 15 e 20 kg de forragem para cada 100 kg de peso vivo, respectivamente. Segundo SILVA & PEDREIRA (1997), a utilização de intervalos fixos de descanso aumenta as perdas de forragem durante o pastejo e isto diminui a eficiência de utilização da forragem pelos animais, que neste caso chega a aproximadamente 33%. A eficiência de pastejo entre 50 e 60% é uma meta razoável para pastagens cultivadas, enquanto para pastagens naturais a eficiência de pastejo entre 30 e 40% é favorável à manutenção das espécies desejáveis (CARVALHO et al., 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local, período experimental e espécie forrageira

O experimento foi conduzido em condições, de campo no Instituto de Zootecnia (Centro de Pesquisa de Bovinos de Leite, pertencente à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo), localizado às margens da Rodovia Luiz de Queiroz, SP-304, na cidade de Nova Odessa-SP. A localização do experimento foi nas seguintes coordenadas: 22° 75' 12" latitude sul e 47° 27' 81" longitude oeste. A duração do experimento foi de 266 dias, entre os meses de setembro de 2009 e junho de 2010. A gramínea forrageira avaliada foi a *Brachiaria brizantha* cv. xaraés, implantada em janeiro de 2008.

3.2 Condições climáticas

Na região em que está o Instituto de Zootecnia, segundo PEEL et al. (2007), o clima é classificado de acordo com Köppen como Cwa, ou seja, tropical chuvoso com inverno seco. Durante o período experimental, foram registrados 1.361 mm de precipitação pluvial, e a temperatura média do ar foi de 23,2°C. Os valores de precipitação pluvial e de temperaturas máxima, mínima e média do ar, durante os meses de setembro de 2009 a junho de 2010, estão apresentados na Figura 1.

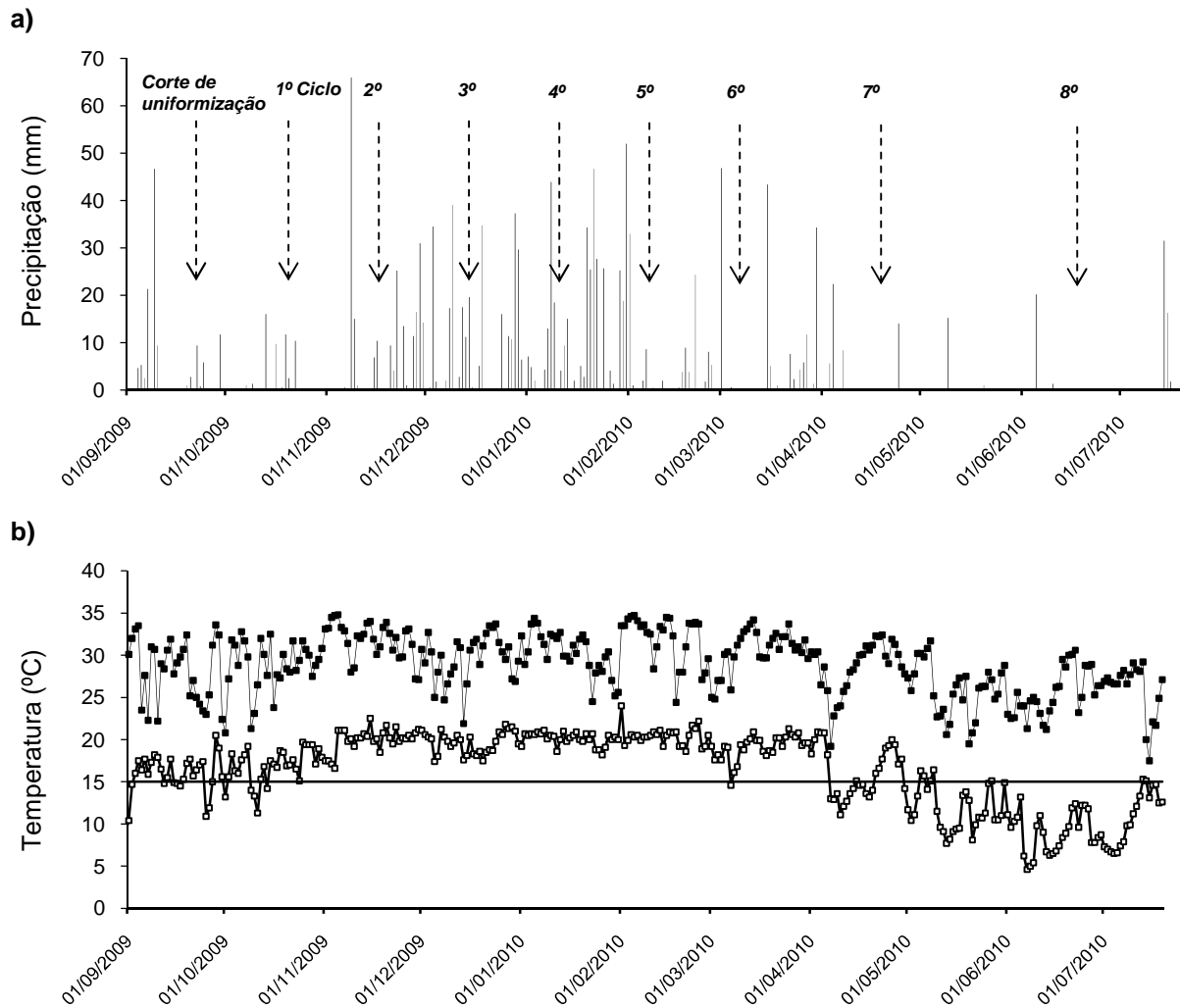


Figura 1. Precipitação pluvial (a) e temperaturas máxima, média e mínima do ar (b) durante o período experimental. ■ e □ referem-se à temperatura máxima e mínima do ar, respectivamente. — é a temperatura basal inferior da *Brachiaria brizantha* (MENDONÇA & RASSINI, 2006).

3.3 Delineamento experimental e tratamentos

Os tratamentos corresponderam às doses equivalentes a 0; 125; 250; 375; 500 e 625 kg ha⁻¹ de N, com quatro repetições, em delineamento estatístico de blocos ao acaso, totalizando 24 unidades experimentais, de 112 m² (14 m x 8 m) cada uma (Figura 2). A fonte de nitrogênio foi a ureia, e a adubação foi parcelada igualmente em cinco vezes, no período das águas. A 1^a, 2^a, 3^a, 4^a e 5^a adubações nitrogenadas foram feitas em 22-09-2009, 20-10-2009, 17-11-2009, 16-12-2009 e 13-01-2010, respectivamente.

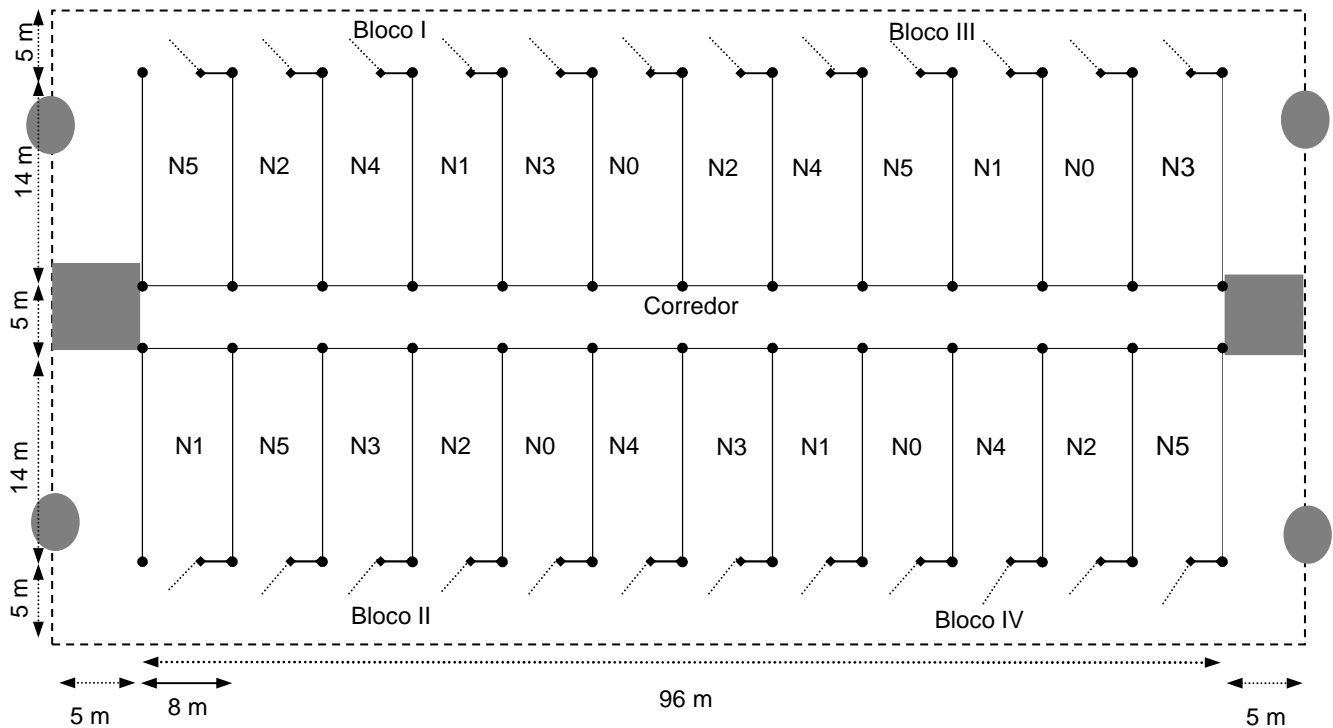


Figura 2. Croqui da área experimental. N0, N1, N2, N3, N4 e N5 correspondem às doses de nitrogênio de 0, 125, 250, 375, 500 e 625 kg ha⁻¹ por ano. ● bebedouro, ■ sombrite ---- cerca elétrica com 1 fio e — cerca elétrica com 2 fios.

3.4 Análise do solo, correção da acidez e adubação básica

Amostras de solo da área experimental foram coletadas em agosto de 2009, na profundidade 0-0,2 m, para análise química e granulométrica segundo métodos de RAIJ et al. (2001) e CAMARGO et al. (1986), respectivamente. Foram coletadas 24 amostras simples por amostra. As análises químicas foram feitas no Laboratório de Fertilidade do Solo da FCAV/Unesp, em Jaboticabal (SP), e as granulométricas, no Laboratório Athenas Consultoria Agrícola, em Jaboticabal (SP). Na média dos quatro blocos, foram obtidos os seguintes resultados: P resina, 13 mg dm⁻³; MO, 21 g dm⁻³; pH em CaCl₂, 4,6; K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, H+Al, SB e CTC, 1,2; 11; 5; 33; 17; e 50 mmol_c dm⁻³, respectivamente, e V, 34%. Os valores de areia, silte e argila foram de 669; 188 e 143 g kg⁻¹, respectivamente. A textura do solo foi definida como francoarenosa.

Em agosto de 2009, foi feito o rebaixamento do pasto à altura de aproximadamente 15 cm da superfície do solo e, em seguida, com o objetivo de elevar a saturação por bases do solo a 60%, com os dados da análise química da área, foi feita calagem com aplicação do equivalente a $1,7 \text{ t ha}^{-1}$ de calcário com teor de MgO entre 12 e 15% e PRNT de 75%. O calcário, em virtude de a espécie forrageira já estar estabelecida, foi distribuído manualmente a lanço, sem incorporação.

A adubação com fósforo foi feita, considerando a exigência do capim-xaraés semelhante às espécies do gênero *Panicum* (VALLE et al. 2004), aplicando-se 40 kg ha^{-1} de P_2O_5 , na forma de superfosfato simples, o que correspondeu a 26 kg ha^{-1} de S. A quantidade de potássio adicionada ao solo foi estimada considerando produção de massa de forragem do capim-xaraés de 20 t ha^{-1} por ano (VALLE et al., 2001), e concentração de K nas lâminas de folhas recém-expandidas de 20 g kg^{-1} (SILVEIRA et al. 2005), o que resultaria em extração de potássio pela parte aérea de 400 kg ha^{-1} . A fonte de potássio utilizada foi o cloreto de potássio. Como a textura do solo é francoarenosa o potássio a ser aplicado (480 kg ha^{-1} de K_2O), conforme recomendado por OLIVEIRA et al. (2003), foi parcelado igualmente em duas vezes no período das águas, a primeira em setembro de 2009 e a segunda em novembro do mesmo ano.

Inicialmente, foram pesados, separadamente e por parcela, o superfosfato simples, o cloreto de potássio e a ureia (esta de acordo com as doses de N). Depois, os adubos foram misturados em um saco de plástico, que foi lacrado. A mistura de adubos foi aplicada a lanço e uniformemente na superfície de cada parcela.

3.5 Colheita da forragem

Para as avaliações da forragem, em todos os ciclos de pastejo (Tabela 3), foi feita amostragem, usando-se um quadrado de $0,36 \text{ m}^2$ ($0,6 \text{ m}$ de lado), lançado três vezes dentro da área útil de cada parcela, em local em que a altura da forrageira era semelhante à média da observada dentro da parcela. O corte foi rente ao solo no primeiro e segundo ciclos de pastejo, e a 10 cm nos demais ciclos, tendo em vista que, quando feito rente ao solo, constatou-se que as áreas amostrais de capim-xaraés não rebrotaram. A colheita da forragem foi feita nas condições de pré e de pós-pastejo.

Tabela 3. Ciclo de pastejo, data de início, de término e período do ano.

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

3.6 Manejo dos animais nas parcelas

Depois de cada amostragem no pré-pastejo, foram colocados três animais da raça Holandesa e da categoria vacas secas, exceto no tratamento-testemunha (dose 0 de N), onde foram colocados dois animais devido à menor altura do pasto observada nesta condição (Figura 3). O período de descanso de pasto foi de 27 dias no primeiro e segundo ciclos de pastejo e 26 dias nos demais ciclos. O período de pastejo foi de 1 dia no primeiro e segundo ciclos de pastejo e 2 dias nos demais ciclos.



Figura 3. Vista parcial da área experimental, com os animais pastejando nas parcelas no momento do oitavo ciclo de pastejo.

A altura do resíduo do capim-xaraés deveria ser de 15 cm (Embrapa, 2003), porém, a partir do segundo ciclo de pastejo, houve dificuldade em deixar a altura do resíduo da gramínea abaixo de 20 cm em apenas um dia de pastejo. Assim, a partir do terceiro ciclo de pastejo, o período de ocupação foi alterado para dois dias, ou seja, o período de descanso do pasto, que era de 27 dias, foi alterado para 26 dias, bem como foi alterada a meta de altura do pós-pastejo para 24 a 27 cm. Os animais permaneciam nas parcelas das 06h 30min até às 11h e das 13h até às 18 horas. Nos intervalos entre os pastejos, os animais foram colocados em pastos (de capim-xaraés) de reserva com sombra e água *ad libitum*.

3.7 Avaliações

3.7.1 Altura de plantas

A altura de plantas foi obtida por meio da média da altura de 10 plantas no momento da amostragem. Para a determinação da altura média, foi feito caminharmento em zigue-zague, dentro da área útil da parcela, e a altura de plantas foi obtida por uma régua graduada, observada à distância de, aproximadamente, 5 metros, à altura de curvatura das folhas (ALMEIDA et al., 2000) . A altura de plantas foi medida na condição de pré e na de pós-pastejo.

3.7.2 Densidade de perfilhos

A densidade de perfilhos ($n^{\circ} m^{-2}$) foi estimada por meio da contagem do número de perfilhos nas amostras de forragem fresca, em cada unidade experimental, na condição de pré-pastejo.

3.7.3 Massa de forragem em pré e pós-pastejo

A massa fresca de forragem colhida (item 3.5) no pré-pastejo foi acondicionada em saco de plástico identificado, e a amostra foi pesada. A forragem fresca foi separada em: lâmina foliar, colmos mais bainhas e material senescente, acondicionados em sacos de papel e secos em estufa acerca de 65°C, até obtenção de peso constante.

Na forragem fresca proveniente de cada amostragem no pós-pastejo, foi retirada subamostra de 400 g e feita separação em: lâmina foliar, colmos mais bainhas e material morto, que foram acondicionados em sacos de papel e secos em estufa a 65°C, até obtenção de peso constante.

Nos dois casos, pré e pós-pastejo, o que se obtém é a massa de forragem que, segundo PEDREIRA (2000), é definida como “massa ou peso seco (em kg ha⁻¹), que é o total de forragem presente por unidade de área acima do nível do solo.”

3.7.4 Índice de área foliar

As avaliações de área foliar foram feitas, após a separação das partes da planta, por meio do aplicativo SIARCS 3.0 (Sistema Integrado para Análises de Raízes e Cobertura do Solo), desenvolvido pela Embrapa/CNPDIA e descrito por CRESTANA et al. (1994), com adaptações de TAVARES-JÚNIOR et al. (2002). A área foliar foi medida na condição de pré-pastejo, em cada ciclo, durante o período experimental. A partir da relação entre a área das lâminas obtidas e a massa seca das lâminas em 1,0 m², calculou-se a área total estimada de folhas contidas em 1,0 m² e o índice de área foliar correspondente (cm² de lâminas/cm² de solo).

3.7.5 Acúmulo de forragem

O acúmulo de forragem em cada ciclo de pastejo foi estimado pela equação:

$$AF = MSF_n - MSF_{n-1}$$

em que:

AF = acúmulo de forragem, em kg ha⁻¹;

MSF_n = massa seca de forragem pré-pastejo do período “n”, em kg ha⁻¹, e

MSF_{n-1} = massa seca de forragem pós-pastejo do período “n-1”, em kg ha⁻¹.

3.7.6 Perdas de forragem no pastejo

Para quantificar o material perdido em cada pastejo, foram demarcadas duas áreas de 2,25 m² (1,50 m x 1,50 m), por meio de estacas de madeira. Em setembro de 2009, a palhada que estava sobre a superfície do solo foi retirada. Depois do pastejo, em cada ciclo de pastejo, todo o material vegetal que estava sobre a superfície do solo

nas áreas demarcadas, assim como as folhas e as hastes danificadas e aderidas às plantas foram coletados e pesados. Deste material, foi retirado subamostra de 200 g, que foi seco em estufa a 65°C, até a obtenção de peso constante. As mesmas áreas de amostragem demarcadas foram utilizadas para as coletas de forragem, em todos os ciclos de pastejo. O cálculo da perda de forragem no pastejo foi feito com a equação:

$$PP = \left(\frac{MFF_{amostra} \times MSF_{subamostra}}{MFF_{subamostra}} \times 10.000 \right) \div 2,25$$

em que:

PP = perdas no pastejo, em kg ha⁻¹.

MFF_{amostra} = massa fresca de forragem da amostra, em kg.

MSF_{subamostra} = massa seca de forragem da subamostra, em kg.

MFF_{subamostra} = massa fresca de forragem da subamostra, em kg.

3.7.7 Eficiência de conversão do N fertilizante em forragem

A eficiência de conversão do N fertilizante em forragem foi calculada por meio da seguinte equação:

$$EC = \frac{\text{AF na parcela adubada} - \text{AF total na parcela testemunha}}{\text{Dose de N}}$$

em que:

EC = eficiência de conversão do N fertilizante em forragem, em kg de MS por kg de N.

3.7.8 Eficiência de pastejo

A eficiência de pastejo foi estimada pela equação:

$$EP = \left(\frac{MSF_{pré-pastejo} - (MSF_{pós-pastejo} + PP)}{MSF_{pré-pastejo}} \right) \times 100$$

em que:

EP = eficiência de pastejo, em %.

MSF_{pré-pastejo} = massa seca de forragem no pré-pastejo, em kg ha⁻¹.

MF_{pós-pastejo} = massa seca de forragem no pós-pastejo, em kg ha⁻¹.

PP = material perdido pelo pastejo, em kg ha⁻¹.

3.8 Análise estatística

A análise estatística dos dados foi feita, executando-se inicialmente o teste F e ajustadas equações de regressão linear, quadrática e regressão linear segmentada. O nível de significância adotado foi de 1, 5 ou 10%, em função da variabilidade dos resultados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adubação nitrogenada, parcelada em cinco vezes na época das águas, influenciou nas características estruturais (altura de plantas, densidade de perfilhos e índice de área foliar), na massa de forragem no pré-pastejo e no pós-pastejo, no acúmulo de forragem, nas perdas de forragem no pastejo, na eficiência de conversão do N fertilizante em forragem e na eficiência de pastejo do capim-xaraés.

4.1 Acúmulo de forragem

A adubação nitrogenada aumentou o acúmulo de forragem no período chuvoso e no total, tendo sido observado ajuste ao modelo matemático de segundo grau (Figuras 4a e 4c). Ao observar as médias de acúmulo de forragem, nota-se que, nas doses de 375; 500 e 625 kg ha⁻¹ de N, são semelhantes, e isto, de acordo com BRAGA (1983), sugere que o uso do modelo de regressão linear segmentado é o adequado (Figuras 4a e 4c). De acordo com SILVA (1998), o método de regressão linear segmentada proporciona maior flexibilidade para a caracterização dos distintos comportamentos das respostas dos genótipos à variação do ambiente.

Neste experimento, a oportunidade do uso do modelo de regressão linear segmentada, na análise dos dados, fica demonstrada ao se analisar o acúmulo de forragem do período chuvoso por meio dos dois modelos matemáticos. Apesar disto, todas as variáveis serão analisadas, empregando-se os dois modelos. Com relação ao acúmulo de forragem, com o modelo quadrático, a dose estimada responsável pelo máximo acúmulo (20.926 kg ha⁻¹) é de 468 kg ha⁻¹ de N. Com o modelo de regressão linear segmentado, a dose estimada é de 354 kg ha⁻¹ de N, pois, a partir desta dose, a produção mantém-se constante (20.722 kg ha⁻¹). Os dados mostram que houve diferença de estimativa de produção de cerca de 1%, em função do modelo matemático

utilizado, para uma diferença estimada de dose de 25%. O modelo de regressão linear segmentada pode ser escrito como $\hat{Y}=L+U*(R-X)$, em que: \hat{Y} = parâmetro estimado; R = valor de quebra ("break point"); L = assintótica para o primeiro segmento; U = inclinação; X = dose do nutriente. No caso da Figura 4a: L= 20.722; U= -18,8065, e R= 354,1. Toda vez que $X \geq R$, a subtração R-X é considerada como zero e, portanto, $\hat{Y}=L$ (ROBBINS et al., 2006).

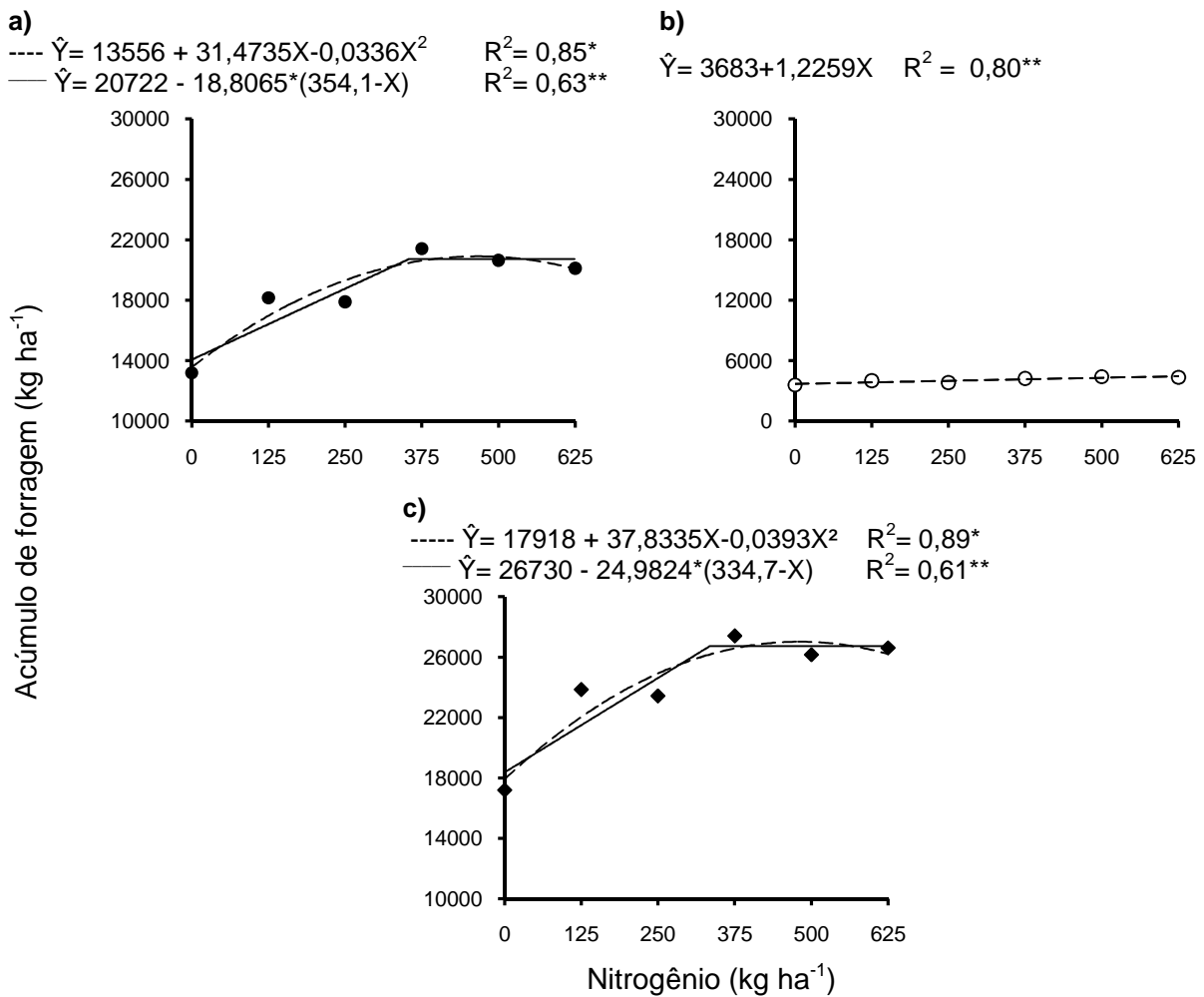


Figura 4. Acúmulo de forragem do capim-xaraés em função da adubação nitrogenada. a, b e c correspondem a soma do acúmulo de forragem no período chuvoso, no período seco e no total, respectivamente. * significativo a 5% pelo teste F.

Enquanto com a dose estimada por meio do modelo de regressão linear segmentada de 354 kg ha⁻¹ de N se obtém o máximo acúmulo de forragem, com a dose de 250 kg ha⁻¹ de N (50 kg ha⁻¹ de N por corte), recomendada por WERNER et al.

(1996), estima-se produção de 90,5% do máximo. PEDREIRA et al. (2009), considerando o período chuvoso e intervalo entre pastejos de 28 dias, em solo com 29 g dm⁻³ de matéria orgânica, com aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N, obtiveram acúmulo de forragem do capim-xaraés de 18.000 kg ha⁻¹.

O máximo acúmulo de forragem do capim-xaraés (Figura 4c) observado neste experimento (aproximadamente 27.000 kg ha⁻¹) foi maior do que os 21.000 kg ha⁻¹ de massa de forragem relatados por VALLE et al. (2001), que também estudaram o capim-xaraés em intervalos de corte de 35 dias. Isto pode ter ocorrido porque, enquanto neste experimento foram dadas condições adequadas para a planta expressar o seu máximo potencial produtivo, no experimento de VALLE et al. (2001) a calagem foi feita para elevar a saturação por bases a 35%, e a adubação com P e com K foram feitas para espécies menos exigentes em fertilidade do solo.

O efeito residual da adubação nitrogenada aumentou de forma linear o acúmulo de forragem no período seco (Figura 4b). Isto ocorre, provavelmente, devido a contribuição da forragem senescente, que não é consumida pelos animais, somada às perdas de forragem durante o pastejo, que ficaram sobre a superfície do solo no período chuvoso e liberaram nitrogênio para o crescimento das plantas nos ciclos seguintes. Segundo HILLESHEIM & CORSI (1990), este material representa importante fonte de matéria orgânica para a pastagem e, conseqüentemente, de nitrogênio.

4.2 Massa de forragem

4.2.1 Pré-pastejo

A adubação nitrogenada aumentou a massa de lâmina foliar do capim-xaraés, com ajuste tanto ao modelo quadrático de regressão, quanto ao modelo de regressão linear segmentada (Figuras 5a e 5c). Houve efeito residual da adubação nitrogenada na massa de lâmina foliar, tendo ocorrido aumento linear (Figura 5b).

A máxima massa de lâmina foliar, no período chuvoso (Figura 5b), com o modelo quadrático de regressão, foi de 16.472 kg ha⁻¹, obtida com a dose de 504 kg ha⁻¹ de N. Com o modelo de regressão linear segmentada e a dose de 354 kg ha⁻¹ (Figura 4a, item 4.1), a massa de lâmina foliar, no período chuvoso, foi de 16.054 kg ha⁻¹. Comparando-

-se os dois modelos de regressão, observou-se diferença de 418 kg ha⁻¹ de massa de lâminas para diferença de 150 kg ha⁻¹ de N. Isto indica que a economia, com o modelo de regressão linear segmentada, foi de 150 kg ha⁻¹ de N.

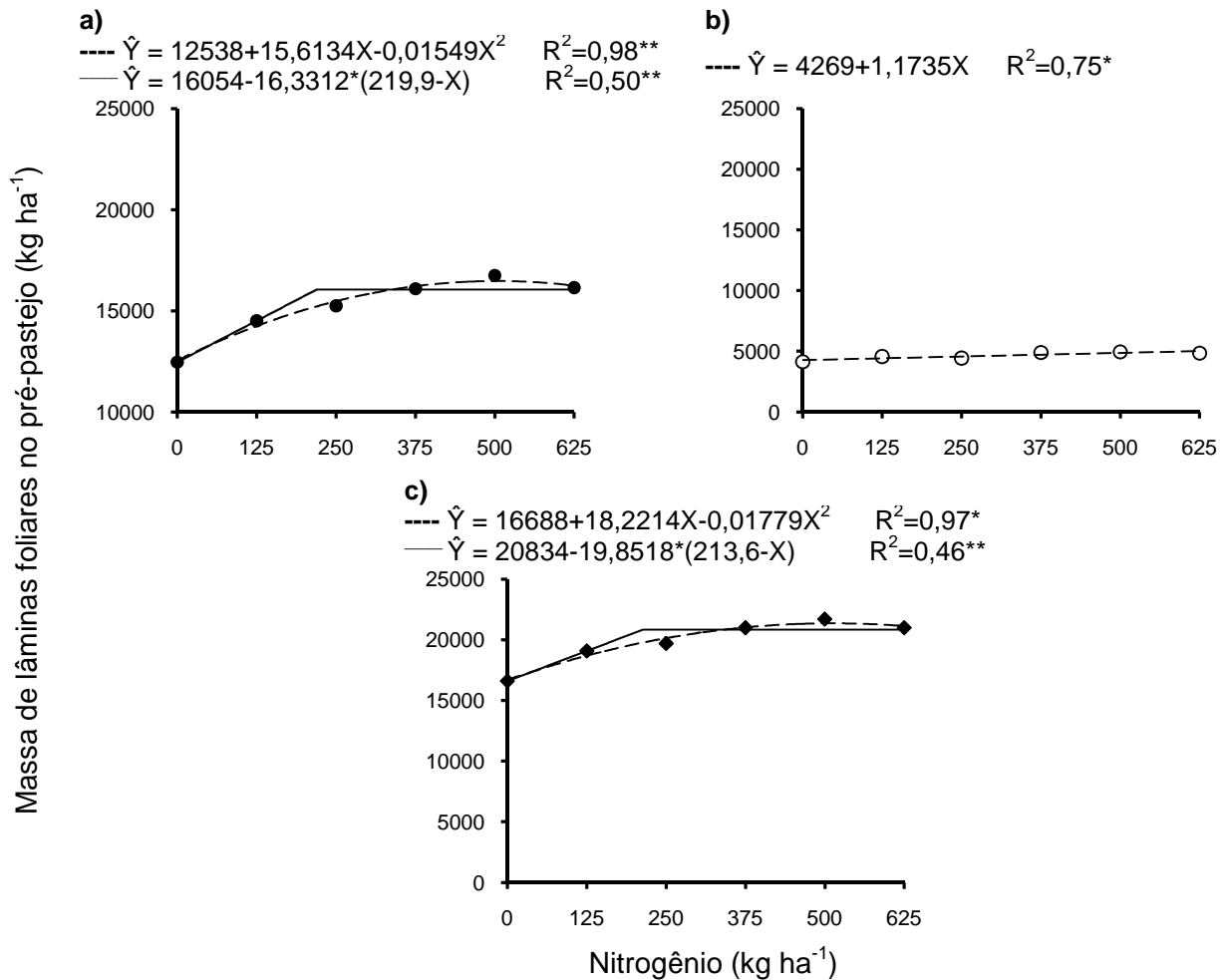


Figura 5. Massa de lâminas foliares no pré-pastejo do capim-xaraés adubado com nitrogênio. a, b e c correspondem a soma no período chuvoso, a soma no período seco e a soma no total. * e ** Significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Resultados diferentes dos relatados para o capim-xaraés neste experimento, em relação à massa de lâmina foliar (Figura 5), foram encontrados por FAGUNDES et al. (2006), que observaram efeito linear da adubação nitrogenada (75; 150; 225 e 300 kg ha⁻¹ de N) na massa de folhas do capim-braquiária sob lotação contínua. LUGÃO et al. (2001) também observaram aumento linear na massa seca de folhas, nos cinco ciclos

de pastejo avaliados, do capim-milênio adubado com as doses de N de 0; 150; 300 e 450 kg ha⁻¹ por ano. ANDRADE et al. (2003) estudaram a interação N (100; 200 e 400 kg ha⁻¹ de N) x K (50; 100 e 200 kg ha⁻¹ de K₂O) e verificaram que apenas o nitrogênio influenciou na massa seca de folhas do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), e o modelo linear de regressão apresentou melhor ajuste. O efeito linear observado por LUGÃO et al. (2001), ANDRADE et al. e FAGUNDES et al. (2005) foi devido, provavelmente, às menores doses de N utilizadas.

A adubação nitrogenada aumentou a massa de colmos + bainhas do capim-xaraés no período chuvoso e no total (Figura 6a e 6c). Não houve efeito residual da adubação nitrogenada no período seco (Figura 8b).

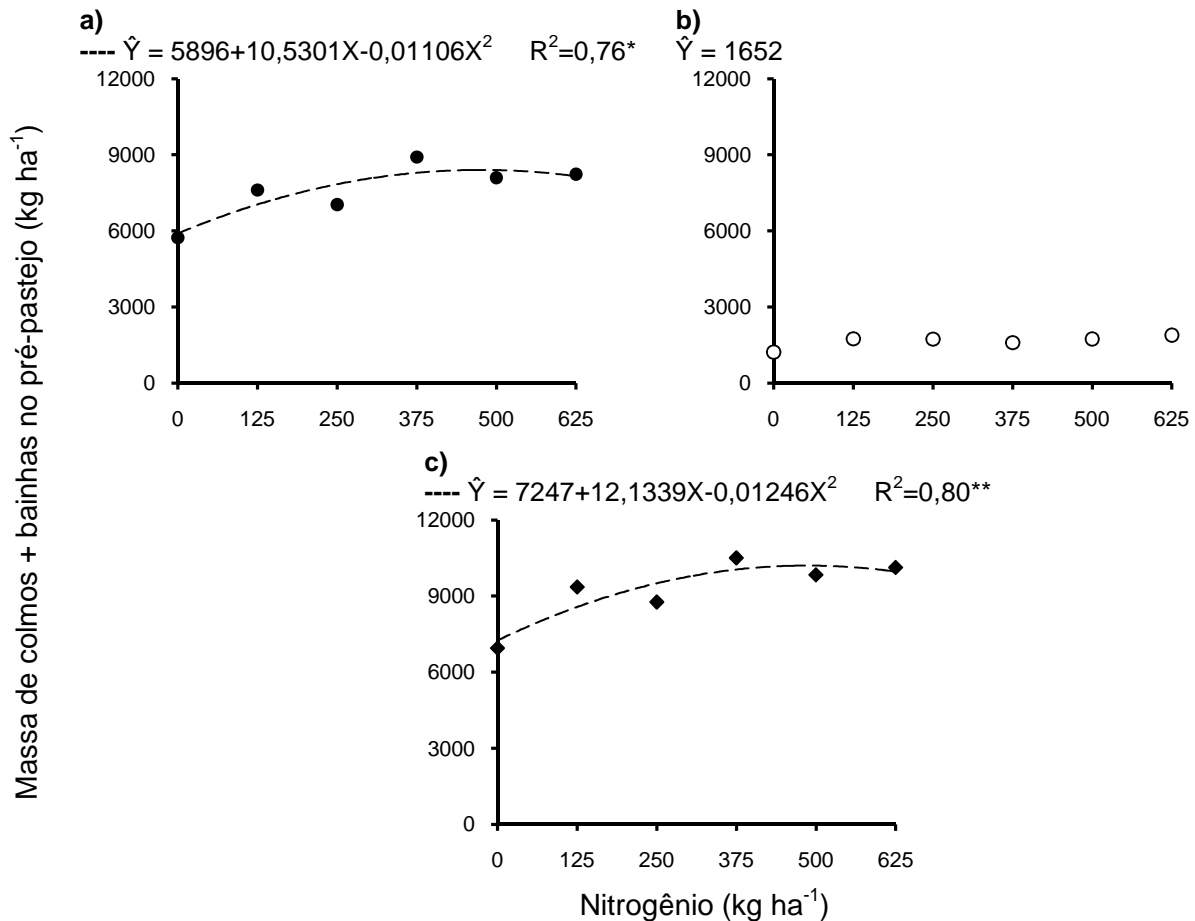


Figura 6. Massa de colmos + bainhas no pré-pastejo do capim-xaraés adubado com nitrogênio. a, b e c correspondem a soma no período chuvoso, a soma no período seco e a soma no total. * e ** Significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

O modelo matemático de segundo grau foi o que deu melhor ajuste. A máxima massa de colmos de 8.402 (período chuvoso) e 10.197 (total) kg ha^{-1} foi obtida com as doses de 476 e 504 kg ha^{-1} de N, respectivamente. Considerando a dose de 335 kg ha^{-1} de N (item 4.1), observa-se, no total, massa de colmos de 9.914 kg ha^{-1} , o que corresponde à diferença de produção de colmos + bainhas de 283 kg ha^{-1} para diferença de 169 kg ha^{-1} de N.

Com o modelo quadrático de regressão e a dose de 504 kg ha^{-1} de N, observou-se produção de lâminas foliares de 16.472 kg ha^{-1} (Figura 5a). Considerando esta dose de N (504 kg ha^{-1}), aplicada à massa de colmos + bainhas (Figura 6a), observou-se produção de colmos de 8.394 kg ha^{-1} , ou seja, a relação lâmina colmo foi de 1,9. Com o modelo de regressão linear segmentada e a dose de 354 kg ha^{-1} de N (Figura 4a, item 4.1), observou-se produção de lâminas foliares de 16.054 kg ha^{-1} . Considerando esta dose de N (354 kg ha^{-1}), aplicada à massa de colmos + bainhas (Figura 6a), observou-se produção de colmos de 7.677 kg ha^{-1} , ou seja, a relação lâmina:colmo foi de 2,1. Isto demonstra que, com o modelo de regressão linear segmentada, a relação lâmina:colmo aumentou em 0,2 unidade, e a quantidade aplicada de N diminuiu em 150 kg ha^{-1} .

Resultados diferentes aos do capim-xaraés (Figura 6) foram relatados por SARMENTO et al. (2005), que adubaram o capim-milênio com as doses de N de 0; 150, 300 e 450 kg ha^{-1} e encontraram aumento linear da massa de colmos + bainhas, devido, provavelmente, à aceleração do desenvolvimento da planta em função da adubação com nitrogênio, alongando, assim, o colmo, que “busca” ambiente luminoso para emissão de novas lâminas foliares. MAGALHÃES et al. (2007) também observaram, na soma de três cortes, aumento linear na massa de colmos do capim-braquiária adubado com 100; 200 e 300 kg ha^{-1} de N.

A adubação nitrogenada não influenciou na massa de material senescente do capim-xaraés no período chuvoso, no período seco e no total (Figura 7), com médias de 4.298; 1.583 e 5.881 kg ha^{-1} , respectivamente. Resultados diferentes dos observados para o capim-xaraés (Figura 7) foram relatados na literatura. SARMENTO et al. (2005) observaram que o aumento das doses de nitrogênio aumentaram o material senescente

do capim-milênio, o que não é desejável pois este componente da parte aérea não é, preferencialmente, consumido pelos animais.

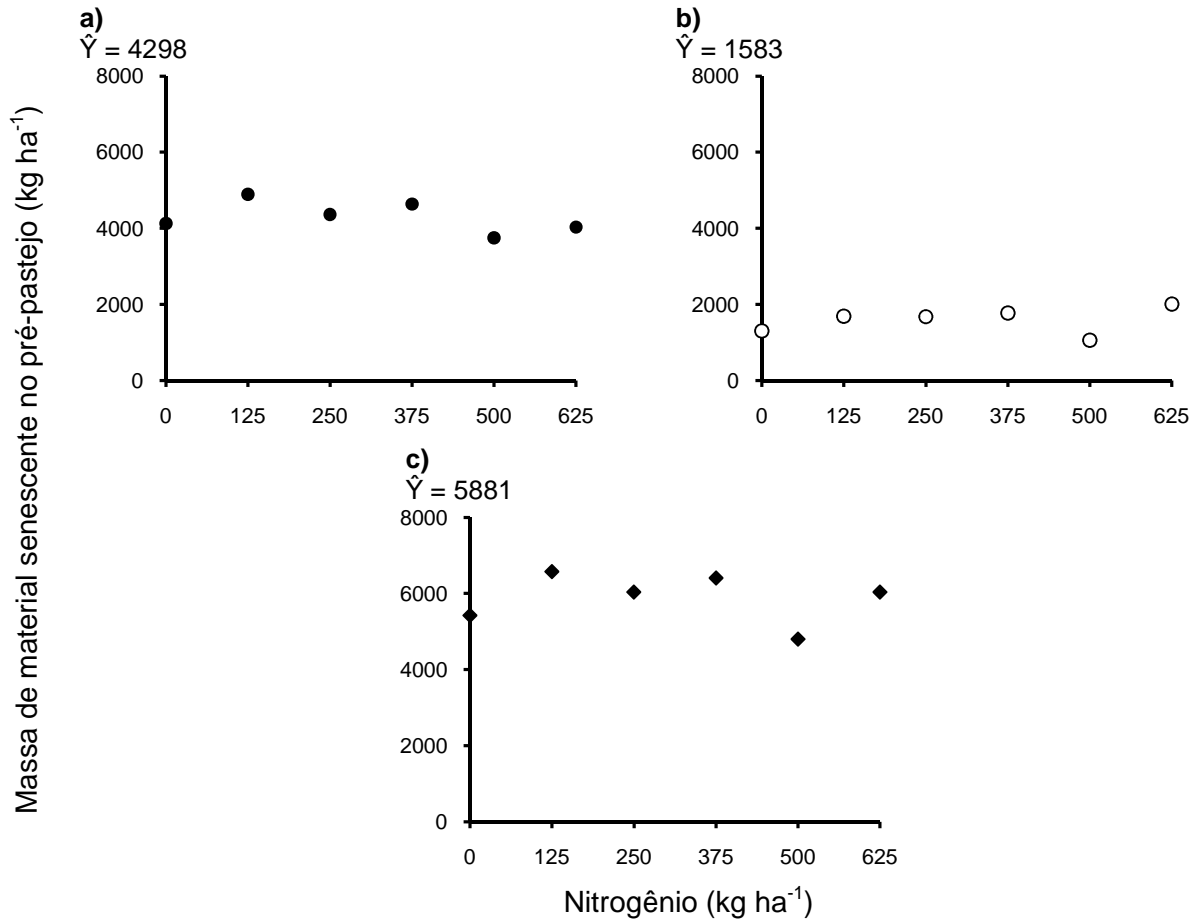


Figura 7. Massa de material senescente no pré-pastejo do capim-xaraés adubado com nitrogênio. a, b e c correspondem a soma no período chuvoso, a soma no período seco e a soma no total.

A adubação nitrogenada aumentou a massa de forragem do capim-xaraés no pré-pastejo (Figura 8). A produção de forragem no período chuvoso e no total, em função da adubação nitrogenada, ajustou-se ao modelo polinomial de segundo grau e de regressão linear segmentada.

No período chuvoso, considerando o modelo de regressão de segundo grau, a máxima massa de forragem foi de 29.123 kg ha⁻¹, obtida com 453 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. Com a dose de 354 kg ha⁻¹ de N (Figura 4a) tem-se, com o modelo de regressão linear segmentada, massa de forragem no pré-pastejo de 28.873 kg ha⁻¹.

Comparando-se os dois modelos, foi observado, no período chuvoso, diferença de apenas 306 kg ha⁻¹ de massa de forragem para diferença de 99 kg ha⁻¹ de N.

A adubação nitrogenada (0; 150; 300; 450 e 600 kg ha⁻¹ de N por ano) também aumentou a massa de forragem no pré-pastejo, do capim-braquiária em recuperação, no estudo feito por SILVEIRA (2009), e a dose de 426 kg ha⁻¹ de N por ano, no segundo ano de avaliação, foi a responsável pela máxima massa de forragem (21.108 kg ha⁻¹). Utilizando doses menores do que as deste experimento (75; 150; 225 e 300 kg ha⁻¹ de N por ano), FAGUNDES et al. (2005) observaram aumento linear no acúmulo de forragem do capim-braquiária.

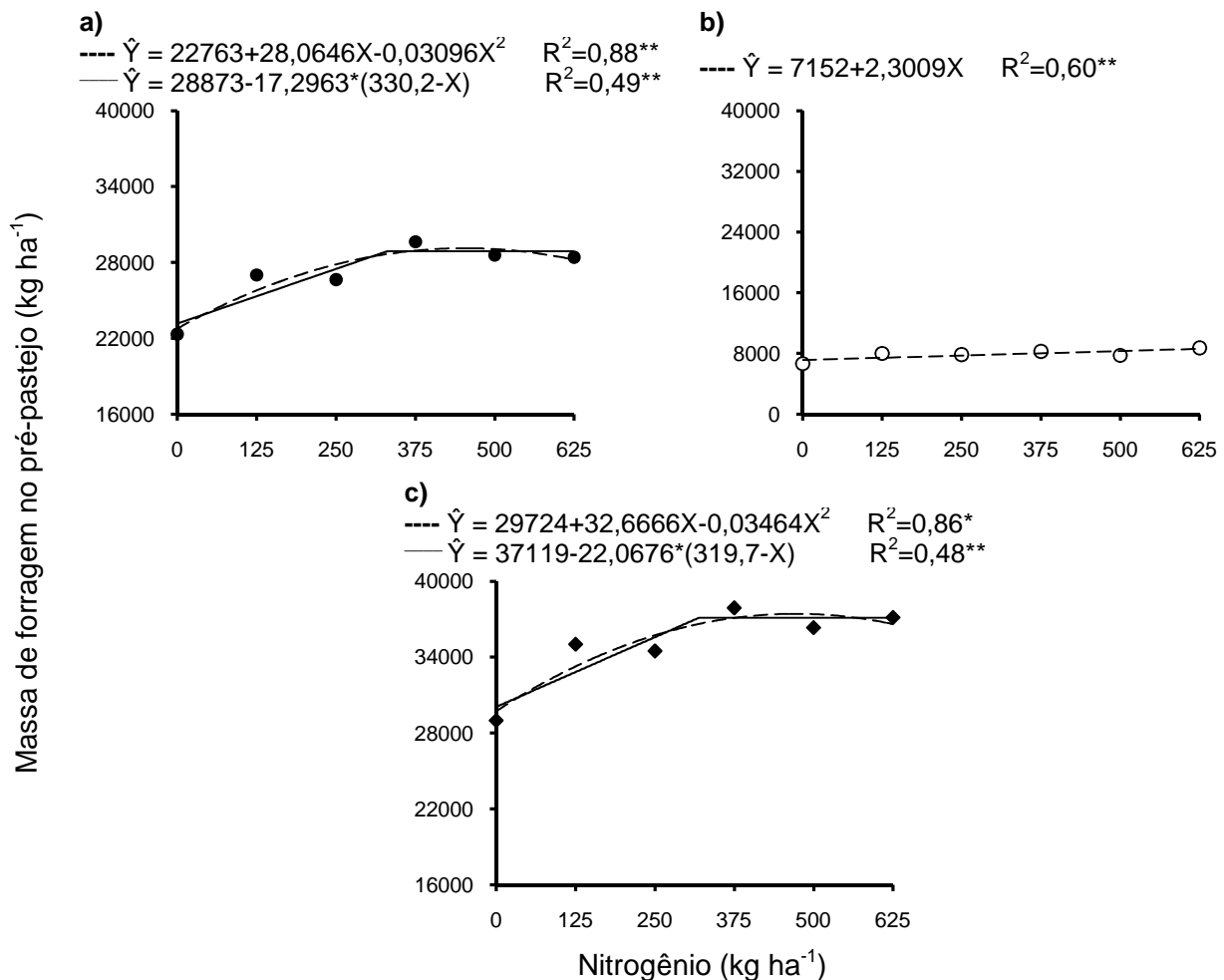


Figura 8. Massa de forragem no pré-pastejo do capim-xaraés adubado com nitrogênio. a, b e c correspondem a soma no período chuvoso, a soma no período seco e a soma no total. * e ** Significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

A adubação nitrogenada aumentou a massa de forragem do capim-xaraés no total (Figura 8c). Observou-se que, independentemente do modelo de regressão, a máxima massa de forragem foi de, aproximadamente, 37 t ha⁻¹. LASCANO et al. (2002) apresentaram resultados de 30 t ha⁻¹ de massa de forragem do capim-xaraés. OLIVEIRA (2006) relatou que a massa de forragem do capim-marandu foi de 20 a 25 t ha⁻¹; a do capim-tanzânia foi de 30 a 40 t ha⁻¹; a do capim-mombaça foi de 40 a 50 t ha⁻¹, e para o capim-elefante, de 40 a 60 t ha⁻¹. ALVIM et al. (2003) relataram para a espécie *Cynodon dactylon* cv florakirk valores de massa de forragem de aproximadamente 28 t ha⁻¹. BOTREL et al. (1999) apresentaram massa de forragem do capim-andropogon (*Andropogon gayanus*) de aproximadamente 12 t ha⁻¹. A partir dos resultados relatados na literatura, observa-se que a massa de forragem do capim-xaraés (Figura 8) foi maior que outras cultivares de *Brachiaria* e similar a algumas cultivares de *Panicum*.

4.2.2 Pós-pastejo

A adubação nitrogenada diminuiu a massa de lâmina foliar no pós-pastejo no período chuvoso e no total, e o modelo quadrático apresentou melhor ajuste dos dados (Figuras 9a e 9c), e a menor produção de massa de lâmina foliar no pós-pastejo (2.177 e 1.839 kg ha⁻¹) foi obtida com as doses de N de 385 e 428 kg ha⁻¹, respectivamente.

A menor massa de lâminas foliares no pós-pastejo (Figuras 9a e 9c) não é desejável, pois segundo SARMENTO et al. (2005), a maior massa de lâmina foliar na condição de pós-pastejo indica maior possibilidade de recuperação das plantas e maior produção no ciclo seguinte. Houve efeito residual da adubação nitrogenada, propiciando aumento da massa de lâmina foliar no período seco (Figura 9b), com o ponto de máxima massa de lâmina foliar obtido com 290 kg ha⁻¹ de N.

A adubação nitrogenada não influenciou na massa de colmos + bainhas do capim-xaraés (Figura 10), com médias de 2.880; 958 e 3.839 kg ha⁻¹, respectivamente, no período chuvoso, no período seco e no total. Isto ocorreu, provavelmente, porque a altura do resíduo pós-pastejo foi estabelecida em 24-27 cm, assim a massa de colmos + bainhas não foi influenciada pela adubação nitrogenada.

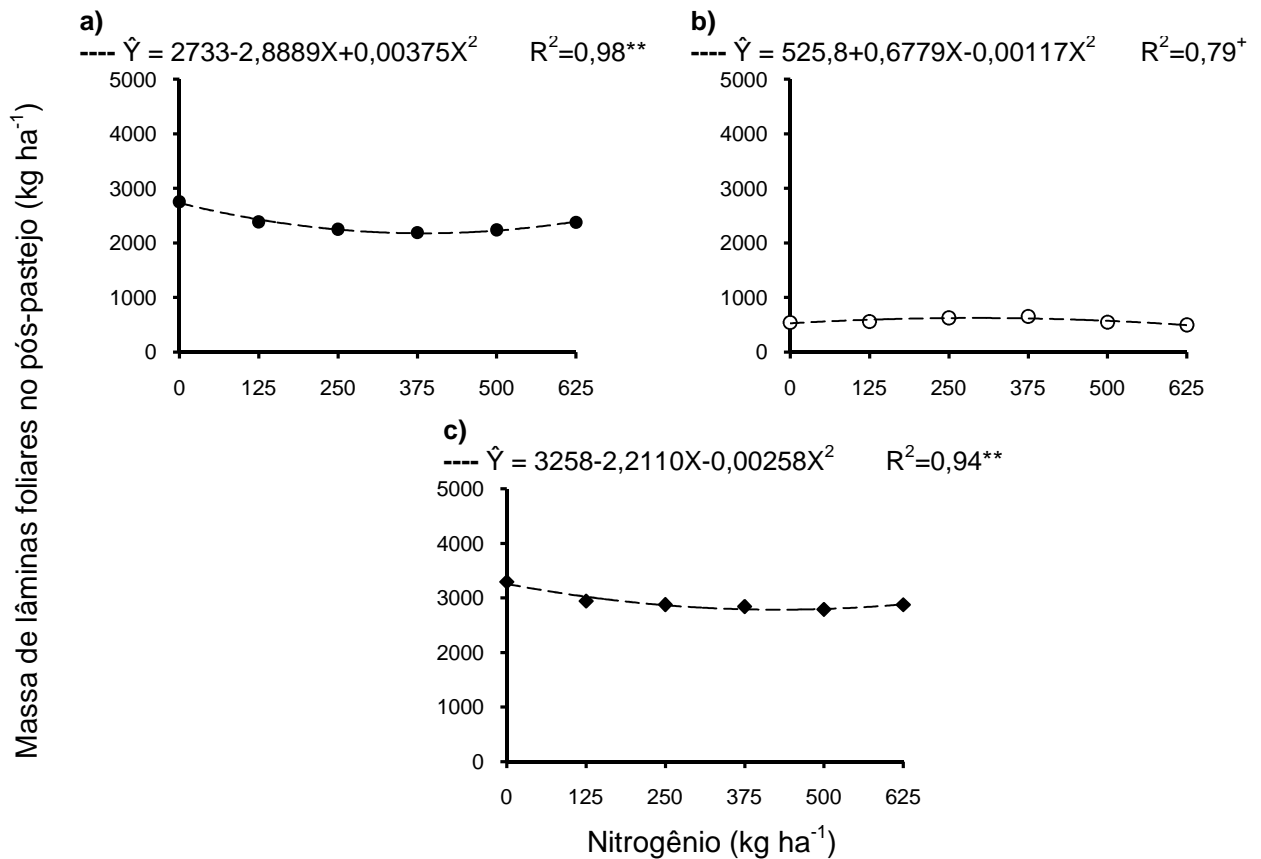


Figura 9. Massa de lâminas foliares no pós-pastejo do capim-xaraés adubado com nitrogênio. a, b e c correspondem a soma no período chuvoso, a soma no período seco e a soma no total. + e ** Significativo a 10 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Resultados distintos em relação à massa de colmos + bainhas do capim-xaraés (Figura 10) foram encontrados por SARMENTO et al. (2005), tendo sido observado que, nos quatro ciclos de pastejo avaliados, a adubação nitrogenada aumentou linearmente a massa de colmos.

A adubação nitrogenada diminuiu a produção de massa de material senescente do capim-xaraés no período chuvoso, no período seco e no total (Figura 11), o que é desejável, pois o material senescente não é, preferencialmente, consumido pelos animais.

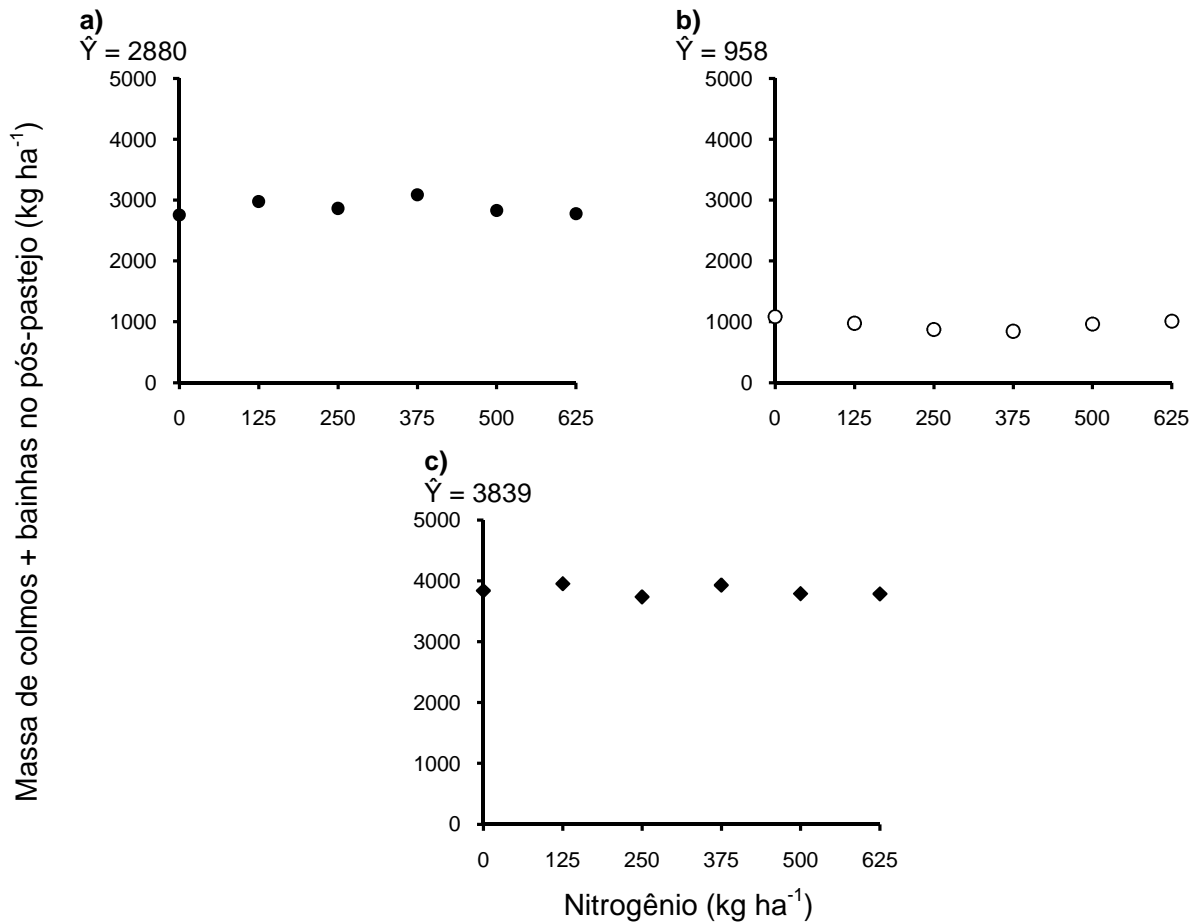


Figura 10. Massa de colmos + bainhas no pós-pastejo do capim-xaraés adubado com nitrogênio. a, b e c correspondem a soma no período chuvoso, a soma no período seco e a soma no total.

A adubação com nitrogênio diminuiu linearmente a massa de forragem no pós-pastejo do capim-xaraés no período chuvoso e no total (Figuras 12a e 12c). No período chuvoso e no total, houve ajuste dos dados ao modelo de regressão linear segmentada. No período chuvoso, considerando a dose de 354 kg ha⁻¹ de N (Figura 4a), tem-se, com o modelo de regressão linear e com o modelo linear segmentado, massa de forragem no pós-pastejo de 8.460 e 8.361, respectivamente.

A menor massa de forragem com o aumento da adubação nitrogenada pode estar relacionada, provavelmente, ao manejo adotado (intervalo fixo de descanso da pastagem de 28 dias), o que propiciou menor resíduo de forragem.

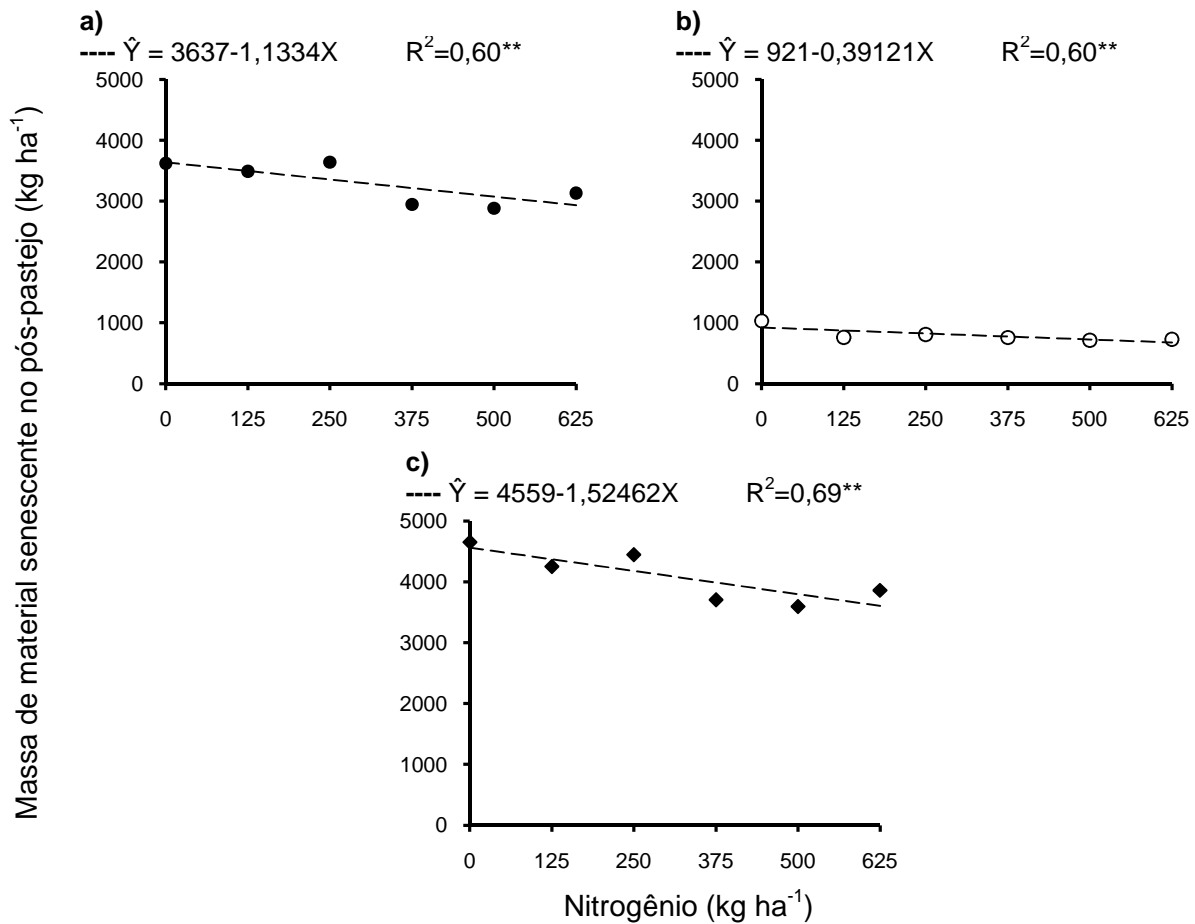


Figura 11. Massa de material senescente no pós-pastejo do capim-xaraés adubado com nitrogênio. a, b e c correspondem a soma no período chuvoso, a soma no período seco e a soma no total. ** Significativo a 1% pelo teste F.

Resultados diferentes aos do capim-xaraés neste experimento (Figura 12), são relatados na literatura. Aplicando doses de N de 101,5; 145; 185,5 e 232 kg ha⁻¹, QUADROS et al. (2002) observaram efeito linear crescente para a massa seca de forragem verde (massa seca de folhas + massa seca de hastes) dos capins tanzânia e mombaça. Aumento na massa do resíduo também foi observado por SARMENTO et al. (2005), que verificaram para o capim-milênio que as doses de N de 0; 150; 300 e 450 kg ha⁻¹ resultaram, na média de quatro ciclos, em 705; 4319; 6135 e 5968 kg ha⁻¹, respectivamente.

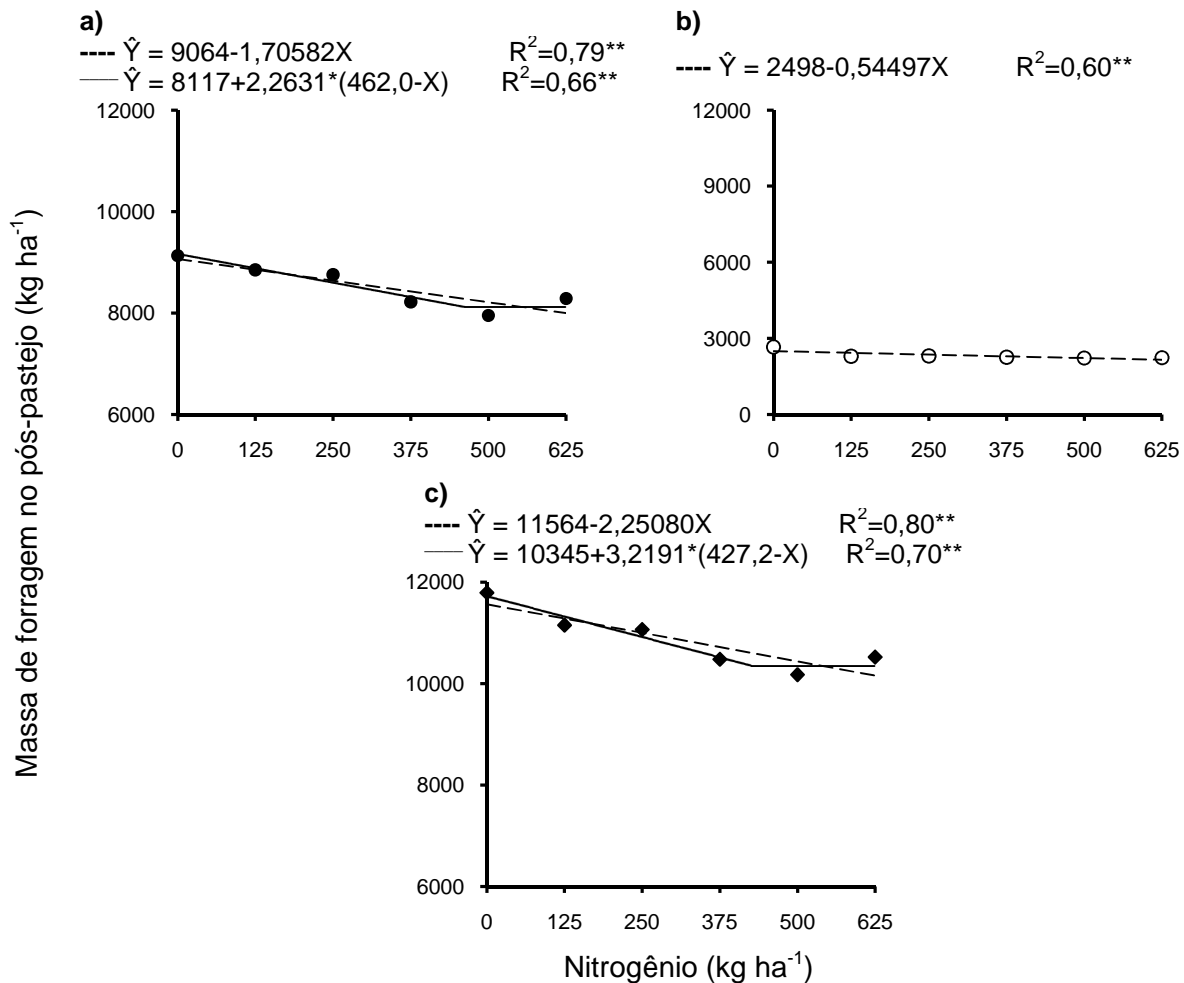


Figura 12. Massa de forragem no pós-pastejo do capim-xaraés adubado com nitrogênio. a, b e c correspondem a soma no período chuvoso, a soma no período seco e a soma no total. ** Significativo a 1% pelo teste F.

4.3 Altura de plantas

A adubação nitrogenada, na média do período chuvoso, aumentou a altura de plantas, e o mesmo aconteceu com relação à média do total, tendo sido observado ajuste tanto ao modelo quadrático de regressão quanto ao modelo de regressão linear segmentada (Figuras 13a e 13c). Não houve efeito residual da adubação nitrogenada na média da altura das plantas no período seco (Figura 13b).

O aumento da altura de plantas, em função da adubação nitrogenada (Figura 13), ocorreu devido ao alongamento do colmo provocado pela adubação nitrogenada. Segundo SARMENTO et al. (2005), o alongamento do colmo, devido à adubação

nitrogenada, ocorre por causa da aceleração do desenvolvimento da planta, que procura ambiente luminoso para a fotossíntese e emissão de novas folhas. Outro fator que pode ter contribuído para o aumento na altura de plantas do capim-xaraés (Figura 13), foi o intervalo fixo de descanso do pasto. VOLTOLINI et al. (2010) citaram que o intervalo variável de descanso do pasto, baseado em 95% de interceptação de luz pelo dossel, para a entrada dos animais nas parcelas, propiciou menor altura do capim-elefante quando comparado ao intervalo fixo de descanso de 26 dias. Em relação ao período seco (Figura 13b), FAGUNDES et al. (2006) descreveram que o alongamento do colmo é maior no verão devido às condições favoráveis de luz, temperatura e, principalmente, disponibilidade de água e nutrientes.

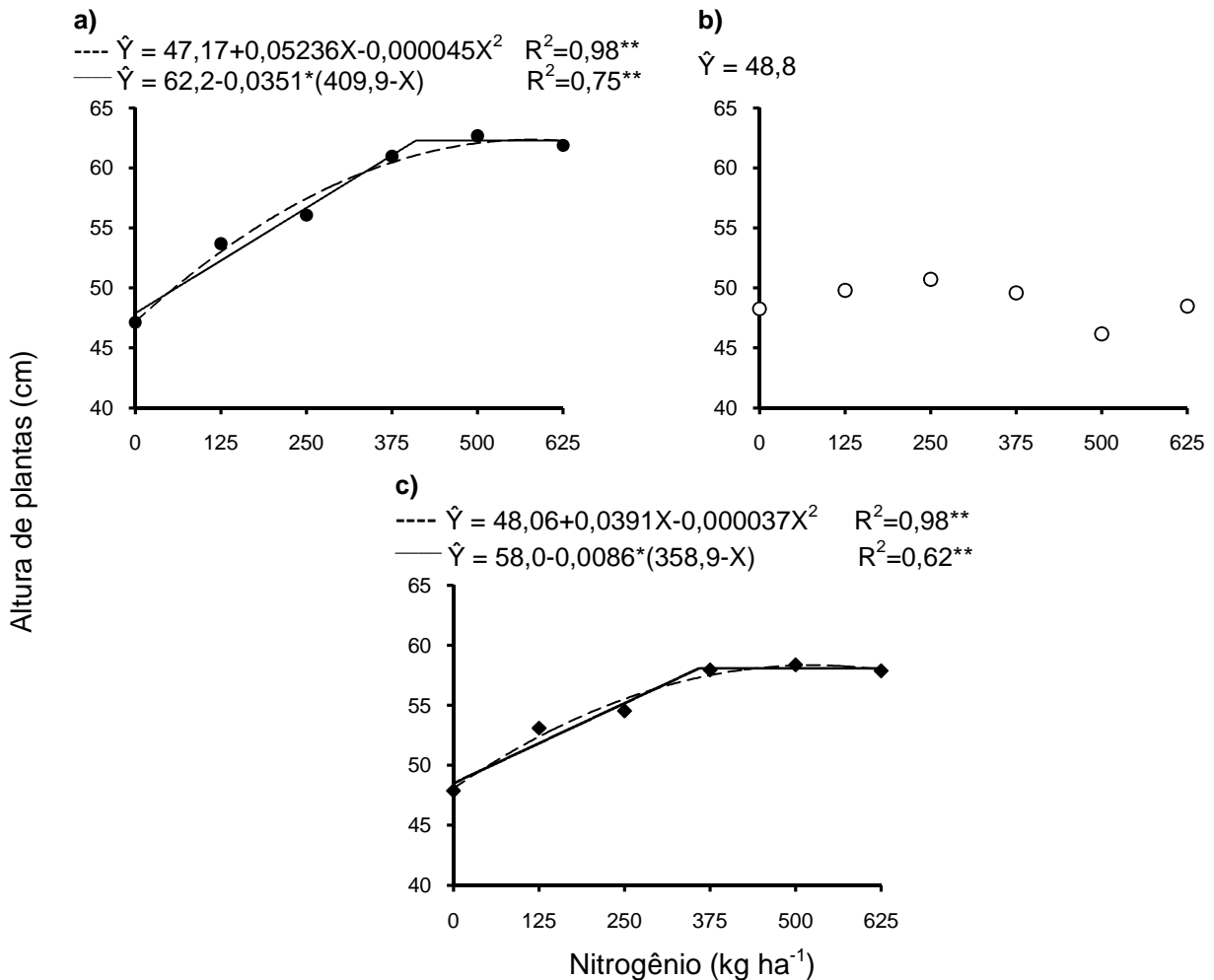


Figura 13. Altura de plantas do capim-xaraés adubado com nitrogênio. a, b e c correspondem a média no período chuvoso, a média no período seco e a média no total. ** Significativo a 1% pelo teste F.

No período chuvoso, considerando a dose de 354 (Figura 4a) kg ha⁻¹ de N e o modelo quadrático de regressão e de regressão linear segmentada, a altura de plantas foi de 60,1 e 60,2 cm, respectivamente, ou seja, independentemente, do modelo de regressão a altura de plantas foi a mesma.

Resultados diferentes dos observados para a altura de plantas do capim-xaraés neste experimento (Figura 13) foram encontrados por QUADROS et al. (2002) que observaram que a adubação com 101,5; 145; 185,5 e 232 kg ha⁻¹ de N, associado às doses de P e K, também aumentou a altura de plantas dos capins mombaça e tanzânia; no entanto, o modelo linear de regressão apresentou o melhor ajuste. MELLO (2002) relatou o mesmo ajuste linear entre adubação nitrogenada e altura de plantas para o capim-tanzânia (*Panicum maximum*). Nos dois experimentos citados o efeito linear observado pode ser resultado, provavelmente, das menores doses de N utilizadas.

4.4 Densidade de perfilhos

A adubação com nitrogênio, médias do período chuvoso, do período seco e do total, aumentou a densidade de perfilhos do capim-xaraés e houve ajuste dos dados aos modelos matemáticos de segundo grau e de regressão linear segmentada (Figura 14).

Segundo ALEXANDRINO et al. (2004), o fornecimento de nitrogênio por meio da adubação é fundamental para que haja perfilhamento, e plantas que não recebem este nutriente têm sua densidade de perfilhos e a massa de forragem prejudicadas. Em condições climáticas normais, a omissão de N foi o tratamento que mais limitou o número de perfilhos do capim-marandu e, conseqüentemente, a massa de forragem (MONTEIRO et al., 1995).

No período chuvoso (Figura 14a), considerando a dose de 354 (Figura 4a, item 4.1) kg ha⁻¹ e o modelo quadrático de regressão e de regressão linear segmentada, a densidade de perfilhos foi de 553 e 539, respectivamente, ou seja, independentemente do modelo de regressão, a densidade de perfilhos foi semelhante.

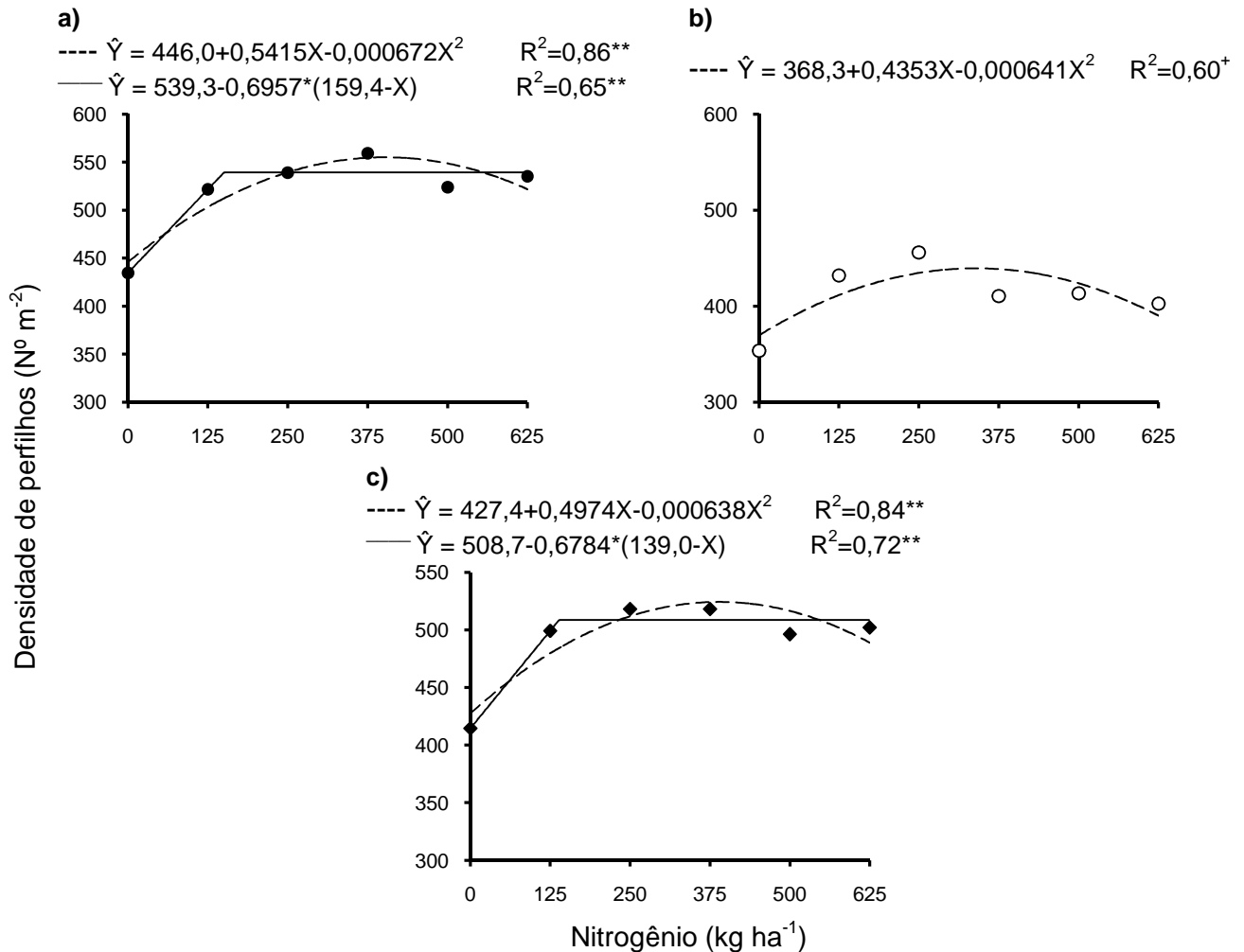


Figura 14. Densidade de perfilhos do capim-xaraés adubado com nitrogênio. a, b e c correspondem a média no período chuvoso, a média no período seco e a média no total. ⁺ e ^{**} Significativo a 10 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Resultados semelhantes aos do capim-xaraés neste experimento (Figura 14) foram encontrados para o capim-marandu no estudo conduzido por SILVA et al. (2005), onde a adubação nitrogenada (0; 50; 100; 200; 400 e 800 kg ha⁻¹ de N por ano) aumentou o número de perfilhos, e a dose de N de 376 kg ha⁻¹ foi responsável pelo máximo perfilhamento.

Resultados diferentes dos observados para o capim-xaraés, para a densidade de perfilhos (Figura 5), foram verificados por FAGUNDES et al. (2005). Estes autores relataram aumento linear no número de perfilhos do capim-braquiária pastejado por bovinos com adubações de N de 75; 150; 225 e 300 kg ha⁻¹. A adubação com 75; 150;

225 e 300 kg ha⁻¹ de N também aumentou linearmente o número de perfilhos do capim-braquiária sob lotação contínua, no período de fevereiro a abril de 2003 (MORAIS et al. 2006), aumentando de 1.618 para 3.525 perfilhos por m² da menor para a maior dose utilizada, respectivamente.

4.5 Índice de área foliar

A adubação nitrogenada, médias do período chuvoso, do período seco e do total, aumentou o índice de área foliar do capim-xaraés, tendo sido verificado ajuste dos dados aos modelos de regressão quadrática e de regressão linear segmentada (Figura 15). O efeito residual da adubação com nitrogênio aumentou linearmente o índice de área foliar do capim-xaraés (Figura 15b).

A altura de plantas (Figura 13) e a densidade de perfilhos (Figura 14) têm sua importância associada a outras características estruturais do pasto, como o número de folhas por perfilho e o tamanho da folha, os quais são componentes determinantes do índice de área foliar (Figura 15). Este índice, de acordo com CHAPMAN & LAMAIRE (1993), influencia a interceptação da luz e, conseqüentemente, na dinâmica de rebrota do pasto, pois a produtividade das pastagens depende da capacidade das gramíneas em reconstituírem nova área foliar após desfolha intensa. De acordo com BATISTA (2002), a área foliar é importante parâmetro para a análise de crescimento e desenvolvimento das plantas, pois quanto maior a área foliar maior a superfície de exposição das folhas e, portanto, maior a capacidade fotossintética da planta com conseqüente aumento na produção de forragem.

No período chuvoso (Figura 15a), considerando a dose de 354 (Figura 4a) kg ha⁻¹ e o modelo quadrático de regressão e de regressão linear segmentada, o índice de área foliar foi de 5,53 e 5,52, respectivamente, ou seja, independentemente do modelo de regressão, o índice de área foliar foi igual.

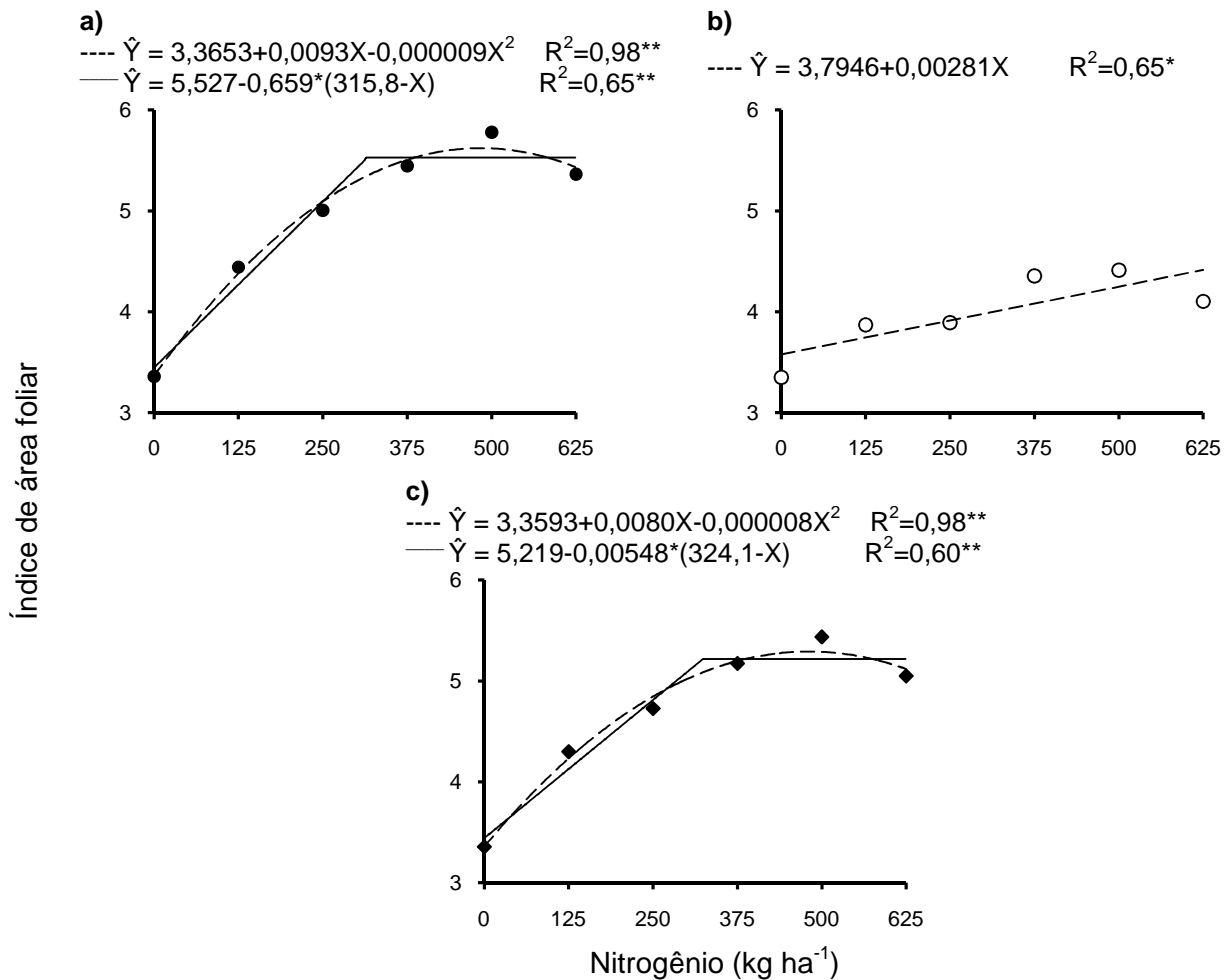


Figura 15. Índice de área foliar do capim-xaraés adubado com nitrogênio. a, b e c correspondem a média no período chuvoso, a média no período seco e a média no total. * e ** Significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

4.6 Perdas de forragem no pastejo

A adubação nitrogenada aumentou as perdas de forragem no pastejo do capim-xaraés (Figuras 16a e 16c). No período chuvoso e no total, observou-se ajuste dos dados aos modelos de regressão quadrática e de regressão linear segmentada.

O aumento das perdas no pastejo observadas no capim-xaraés (Figura 16) pode estar relacionado, segundo SILVA & PEDREIRA (1997), ao intervalo fixo de descanso da pastagem, que aumenta a altura do pasto e as perdas de forragem. O aumento na altura de plantas (Figura 13), apesar de aumentar a forragem disponível, aumentou as perdas de forragem no pastejo (Figura 16), ou seja, o aumento na altura de plantas não

reflete em maior produção, sendo preciso quantificar o acúmulo de forragem, que, de acordo com ALEXANDRINO et al. (2008), é o principal componente da capacidade de suporte da pastagem. CANTO et al. (2001) observaram que quanto maior a altura do pasto maior foi a massa de forragem na condição de pré-pastejo, variando de 2.405 kg ha⁻¹ na altura de 24,6 cm para 5.394 kg ha⁻¹ na altura de 71,4 cm.

No período chuvoso (Figura 16a), considerando a dose de 354 (Figura 4a, item 4.1) kg ha⁻¹ e o modelo quadrático de regressão e de regressão linear segmentada, as perdas no pastejo foram de 10.642 e 10.144 kg ha⁻¹, respectivamente, ou seja, independentemente do modelo de regressão, as perdas no pastejo foram semelhantes.

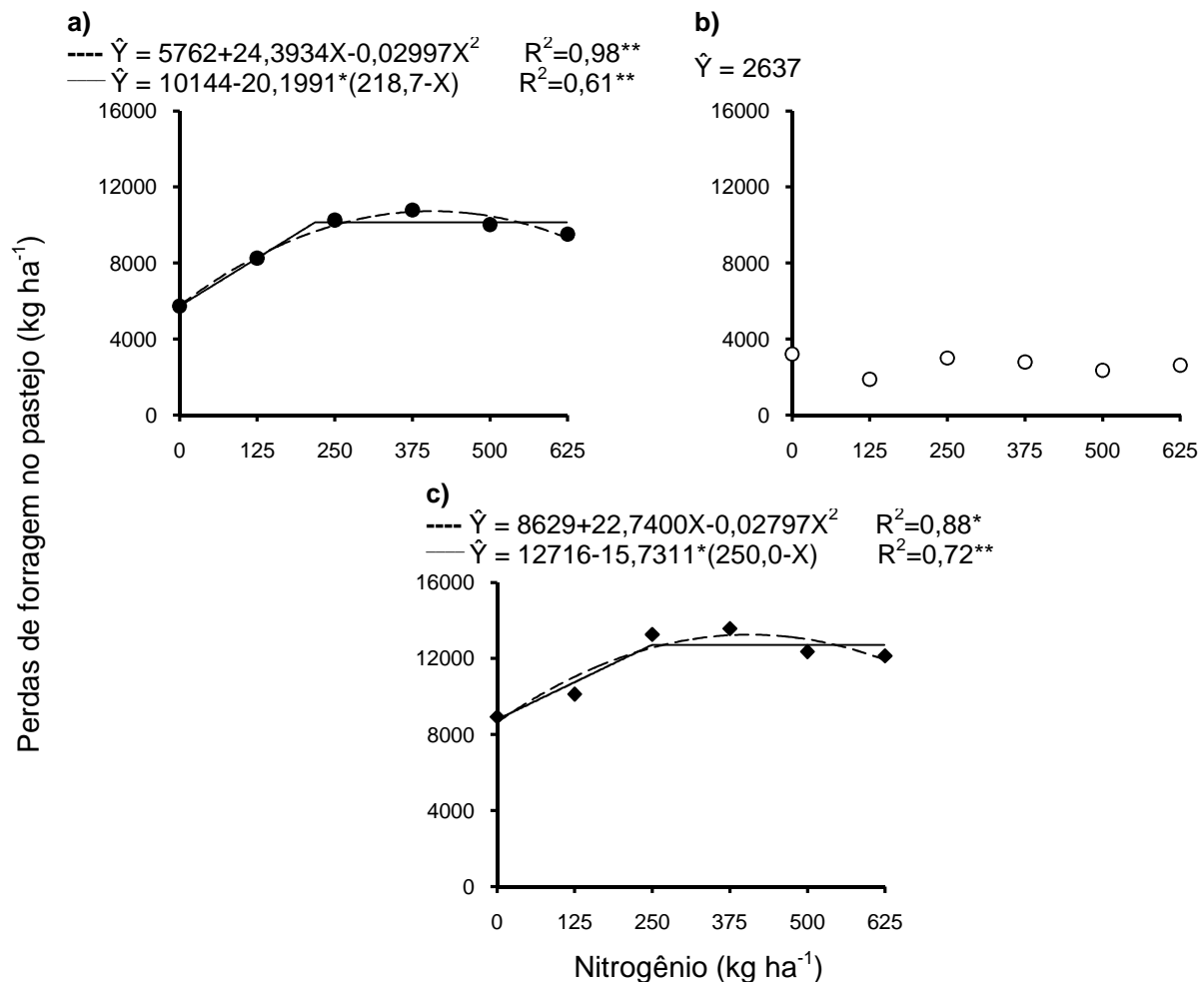


Figura 16. Perdas de forragem no pastejo do capim-xaraés adubado com nitrogênio. a, b e c correspondem a soma no período chuvoso, no período seco e no total, respectivamente. * e ** Significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

4.7 Eficiência de conversão do N fertilizante em forragem

A maior eficiência de conversão do N fertilizante em forragem para o capim-xaraés, no período chuvoso e no total, foi obtida com a dose de N de 125 kg ha⁻¹ (Figuras 17a e 17b). Observaram-se três níveis de eficiência, o primeiro de 53 kg de AF por kg de N obtido com a dose de N de 125 kg ha⁻¹, o segundo obtido com as doses de N de 250 e 375 kg ha⁻¹ N e o terceiro obtido com as doses de N de 500 e 625 kg ha⁻¹. A partir da dose de N de 125 kg ha⁻¹, verificou-se diminuição da eficiência, o que pode estar relacionado a muitos fatores. Segundo CANTARELLA (2007), os principais fatores são capacidade de absorção e utilização do N pelas cultivares, a lixiviação de nitrato e a volatilização da amônia, sendo que a lixiviação e a volatilização, dependendo das condições ambientais, podem ser intensificadas. CANTARELLA et al. (2001) concluíram que as perdas de nitrogênio da ureia foram maiores nos três primeiros dias após a adubação, e que a volatilização da amônia aumentou com a adubação, apresentando valores de 14,6 e 40,2% de perdas por volatilização quando a dose de N aumentou de 25 para 200 kg ha⁻¹ de N por corte. Ainda segundo estes autores, até 53% do nitrogênio aplicado podem ser perdidos por volatilização com a falta de chuva nos três primeiros dias após a adubação.

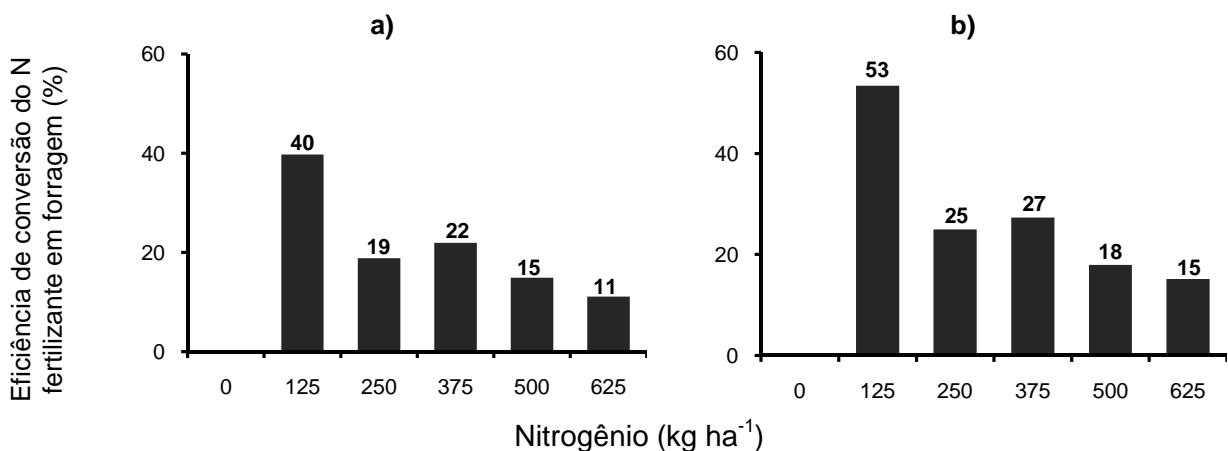


Figura 17. Eficiência de conversão do N fertilizante em forragem do capim-xaraés adubado com nitrogênio. a e b correspondem a média no período chuvoso e no total, respectivamente.

Resultados de eficiência de conversão do N fertilizante em forragem, semelhantes ao do capim-xaraés (Figura 17), foram observados no capim-tifton 68 amostrado em intervalo de corte de quatro semanas e adubado com 100; 200; 400 e 600 kg ha⁻¹ de N e valores de eficiência de conversão do N fertilizante em forragem de 39; 36; 29 e 18, respectivamente (ALVIM et al., 2000). ANDRADE et al. (2003) também observaram baixa eficiência de conversão do N fertilizante em forragem, com valores de apenas 2,86 kg de massa de forragem por kg de nitrogênio aplicado. De acordo com os autores, a baixa eficiência pode ser devida às perdas no pastejo e também à morte e senescência desse material.

Os valores observados para a eficiência de conversão do N fertilizante em forragem do capim-xaraés (Figura 17) foram diferentes dos obtidos por FAGUNDES et al. (2005), em que a máxima eficiência (57 kg de AF por kg de N) para o capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) foi alcançada com 75 kg ha⁻¹ de N. Entretanto, os autores também verificaram diminuição da eficiência com doses maiores de nitrogênio. VELLINGA et al. (2010) estudaram o efeito direto e residual da adubação nitrogenada (0; 40; 80 e 120 kg ha⁻¹ de N por corte) em pastagens de clima temperado e observaram diminuição da eficiência de conversão do N fertilizante em forragem a partir de 40 kg ha⁻¹ de N. Resultados diferentes foram observados por MAGALHÃES et al. (2007), em que a adubação com nitrogênio aumentou a eficiência de conversão do N fertilizante em forragem do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) com a máxima eficiência obtida com 245 kg ha⁻¹ de N. Os resultados de MAGALHÃES et al. (2007) diferem dos encontrados no capim-xaraés neste experimento, primeiro devido à cultivar avaliada, depois ao fato de que estes autores não consideraram o pastejo dos animais, o que pode resultar em efeitos positivos da adubação nitrogenada na eficiência de conversão do N fertilizante em forragem.

4.8 Eficiência de pastejo

A eficiência de pastejo foi baixa em todas as doses e em todos os períodos avaliados (Figura 18), e observou-se aumento da eficiência de pastejo à medida que a adubação aumentou. Isto pode ter ocorrido porque no cálculo da eficiência de

utilização, considera-se a massa de forragem no pré-pastejo, a massa de forragem no pós-pastejo e as perdas pelo pastejo, tendo sido observado que a massa de forragem no pré-pastejo (Figura 10) e as perdas de forragem no pastejo (Figura 16) aumentaram com a adubação nitrogenada, enquanto a massa de forragem no pós-pastejo diminuiu com o fornecimento de nitrogênio (Figura 14).

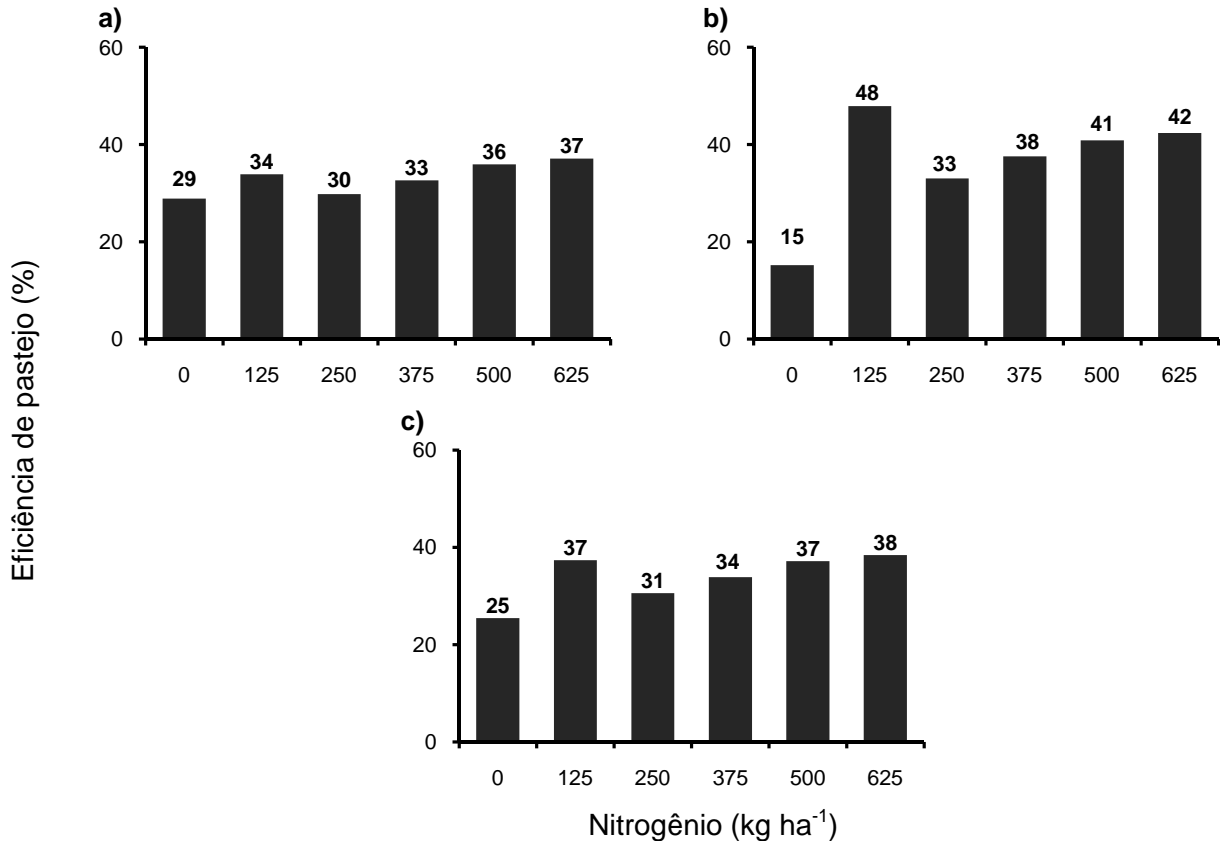


Figura 18. Eficiência de pastejo do capim-xaraés à adubação nitrogenada. a, b e c correspondem a média da eficiência de pastejo no período chuvoso, no período seco e no total, respectivamente.

Os baixos valores de eficiência de pastejo do capim-xaraés (Figura 18) podem ser devidos ao intervalo fixo de descanso da pastagem. Segundo SILVA & PEDREIRA (1997), o intervalo fixo de descanso aumenta a oferta de forragem aos animais, mas, em contrapartida, há diminuição na eficiência de pastejo que atinge aproximadamente 33%. BRAGA et al. (2007) observaram que, no segundo ano de avaliação, a eficiência de pastejo diminuiu de 55; 30; 23 e 15%, quando a oferta de forragem aumentou em 5; 10; 15 e 20 kg de forragem para cada 100 kg de peso vivo, respectivamente. Ressalta-

-se que a eficiência de pastejo não atingiu a meta para boa produção de pastagens cultivadas, que está entre 50 e 60%, enquanto para a manutenção das espécies desejáveis a meta de eficiência de pastejo está entre 30 e 40% (CARVALHO et al., 2004).

5. CONCLUSÕES

- a) A dose de N de 354 kg ha^{-1} propicia o máximo acúmulo de forragem do capim-xaraés.
- b) A dose de N de 250 kg ha^{-1} por ano proporciona 90% do acúmulo de forragem máximo.
- c) A adubação nitrogenada aumenta as características estruturais do capim-xaraés.
- d) A maior eficiência de conversão do N fertilizante em forragem é obtida com a dose de N de 125 kg ha^{-1} .
- e) A eficiência de pastejo do capim-xaraés aumenta com a adubação nitrogenada e ficou abaixo de 50%.

6. REFERÊNCIAS

ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, C.A.M.; PACCIULLO, D.S.C. Princípios morfofisiológicos aplicados no manejo de pastagens. In: SANTOS, A.C. (org.). **Do campus para o campo: Manejo de solos sob pastagens tropicais**. 1 ed. Goiânia: Impacto, 2008. p.76-106.

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MOSQUIM, P.R.; REGAZZI, A.J.; ROCHA, F.C. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. marandu submetida a três doses de nitrogênio **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1372-1379, 2004.

ALMEIDA, E.X., MARASCHIN, G.E., HARTHMANN, O.E.L. RIBEIRO FILHO, H.M.N.; SETELICH, E.A. Oferta de forragem de Capim-Elefante Anão 'Mott' e a dinâmica da pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1281-1287, 2000.

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, p.47-54, 2003.

ALVIM, M.J.; MARTINS, C.E.; BOTREL, M.A.; COSER, A.C. Efeito da fertilização nitrogenada sobre a produção de matéria seca e teor de proteína bruta do azevém (*Lolium multiflorum*, LAM), nas condições da zona da mata de Minas Gerais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.16, p.606-614, 1987.

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, p.1875-1882, 2000.

ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A.; VERNEQUE, R.S.; SALVATI, J.A. Aplicação de nitrogênio em acessos de Brachiaria. 1. Efeito sobre a produção de matéria seca. **Pasturas Tropicais**, v.12, p.2-6, 1990.

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 & Agrotecnologia**, edição especial, p.1643-1651, 2003.

BOTREL, M.A.; ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F. Avaliação de gramíneas forrageiras na região sul de minas gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.683-689, 1999.

BRAGA, G.J.; PEDREIRA, C.G.S.; HERLING, V.R.; LUZ, P.H.C. Eficiência de pastejo de capim-marandu submetido a diferentes ofertas de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1641-1649, 2007.

BRAGA, J. M. **Avaliação da fertilidade do solo (Ensaio em Campo)**. Viçosa: Imprensa Universitária, UFV, 1983. 101 p.

BRAZ, S.P.; URQUIAGA, S.; ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M. **Degradação de Pastagens, Matéria Orgânica do Solo e a Recuperação do Potencial Produtivo em Sistemas de Baixo “Input” Tecnológico na Região dos Cerrados**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2004. 8p. (Circular Técnica 9).

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).

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.

CANTARELLA, H.; CORRÊA, L.A.; PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; FREITAS, A.R.; SILVA, A.G. Ammonia losses by volatilization from coastcross pasture fertilized with two nitrogen sources. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19.,, 2001, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Fealq, 2001.

CANTO, M.W.; CECATO, U.; PETERNELLI, M. JOBIM, C.C.; ALMEIDA JÚNIOR, J. RIGOLON, L.P.; WATFE, E.; BARRIONUEVO, C.V.; NUNES, B.R.C. Efeito da altura do capim-tanzânia diferido nas características da pastagem no período do inverno **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1186-1193, 2001.

CARVALHO, M.M. & SARAIVA, O.F. Resposta do capim gordura (*Melinis minutiflorav* Beauv) a aplicações de nitrogênio em regime de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.16, p.442-454, 1987.

CARVALHO, P.C.F.; CANTO, M.W.; MORAES, A. Fontes de perdas de forragem sob pastejo: forragens e perde? In: PEREIRA, O.G.; OBEID, J.A.; FONSECA, D.M. (Eds.). II SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa, Suprema Gráfica e Editora Ltda. 2004. p.387-418.

CRESTANA, S.; GUIMARÃES, M.S.; JORGE, L.A.C. Avaliação da distribuição de raízes no solo auxiliada por processamento de imagens digitais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.18, p.365-371, 1994.

EMBRAPA ACRE. **Sistemas de produção de gado de corte**. [2003]. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/BovinoCorte/BovinoCorteAcre/index.htm>>. Acesso em: 10/10/2010.

EUCLIDES, V.P.B. Novidades em forrageiras para a pecuária em regiões tropicais. In: SEMINÁRIO DE PASTURAS Y SUPLEMENTACIÓN ESTRATÉGICA EM GANADO BOVINO, IICA – Universidad Nacional Asuncion - Facultad de Ciências Veterinárias, Assunção, 2002. 12p.

FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; VITOR, C.M.T.; MORAIS, R.V.; MISTURA, C.; REIS, G.C.; MARTUSCELLO, J.A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.397-403, 2005.

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

FRANÇA, A.F.S.; HAAG, H.P.; CARMELLO, A.Q.C. Nutrição mineral de gramíneas tropicais III. deficiência de macronutrientes na produção de matéria seca e na composição mineral do milheto forrageiro (*Pennisetum americanum*). **Anais da ESALQ**, v.44, p.435-452, 1987.

HILLESHEIM, A. & CORSI, M. Capim-elefante sob pastejo. II. Fatores que afetam as perdas e utilização de matéria seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, p.1233-1246, 1990.

LASCANO, C.; PÉREZ, R.; PLAZAS, C.; MEDRANO, J.; ARGEL, P. **Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* CIAT 26110): gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería colombiana**. Villavicencio: Corporación de Investigación Agropecuaria; Cali: CIAT, 2002. 22p.

LAZENBY, A. Nitrogen relationships in grassland ecosystems. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14., 1981, Lexington. **Proceedings...** Bouldre: Westview Press, 1981. p.56-63.

LUGÃO, S.M.B. **Produção de forragem e desempenho animal em pastagens de *Panicum maximum* Jacq. (acesso BRA-006998) adubadas com nitrogênio na região noroeste do Paraná**. 2001. 151f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

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, p.1240-1246, 2007.

MARTHA JÚNIOR, G.B.; CORSI, M. TRIVELIN, P.C.O.; QUEIROZ NETO, F. Short-term study on ¹³C carbon discrimination on irrigated tropical pasture. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Fealq, 2001.

MATTOS, H.B. & WERNER, J.C. Efeitos de nitrogênio mineral e de leguminosas sobre a produção de capim-Colômbia (*Panicum maximum* Jacq.). **Boletim de Indústria Animal**, v.36, p.147-156, 1979.

MCKENZIE, F.R. & JACOBS, J.L. Nitrogen response efficiencies from grazed dairy pastures under dry conditions In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Fealq, 2001.

MELLO, A.C.L. **Respostas morfofisiológicas do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv Tanzânia) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada.** 2002. 67f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

MENDONÇA, F.C. & RASSINI, J.B. **Temperatura-base inferior e estacionalidade de produção de gramíneas forrageiras Tropicais.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006, 9p. (Circular Técnica, 45).

MONTEIRO F.A.; RAMOS, A.K.B.; CARVALHO, D.D.; ABREU, J.B.R.; DAIUB, J.A.S.; SILVA, J.E.P.; NATALE, W. Cultivo de *Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu em solução nutritiva com omissões de macronutrientes. **Scientia Agrícola**, v.52, p.135-141, 1995.

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

MORAIS, R.V.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RIBEIRO JÚNIOR, J.I.; FAGUNDES, J.L.; MOREIRA, L.M.; MISTURA, C.; MARTUSCELLO, J.A. Demografia de perfilhos basilares em pastagem de *Brachiaria decumbens* adubada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.380-388, 2006.

NUNES, S.F.; BOOK, A.; PENTEADO, M.I. **Brachiaria brizantha cv. marandu**. Campo Grande: EMBRAPA, CNPQC, 1984. 31p. (Documentos, 21).

OLIVEIRA, D.A. **Características produtivas e valor nutritivo num ano de recuperação do capim-braquiária com aplicações de nitrogênio e enxofre**. 2008. 120f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

OLIVEIRA, P.P.A. **Dimensionamento de piquetes para bovinos leiteiros em sistemas de pastejo rotacionado**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006, 8p.(Comunicado Técnico 65).

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, p.1121-1129, 2005.

OLIVEIRA, P.P.A.; TRIVELIN, P.C.O. & OLIVEIRA, W.S. Eficiência da fertilização nitrogenada com uréia (^{15}N) em *Brachiaria brizantha* cv. marandu associada ao parcelamento de superfosfato simples e cloreto de potássio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.613-620, 2003.

PEDREIRA, C. G. S. Avanços metodológicos na avaliação de pastagens. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Recife, 2000. **Anais**. Recife: SBZ, 2000.

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.

QUADROS, D.G.; RODRIGUES, L.R.A.; FAVORETTO, V. Componentes da produção de forragem em pastagens dos capins Tanzânia e Mombaça adubados com quatro doses de NPK. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1333-1342, 2002.

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

ROBBINS, K.R.; SAXTON, A.M.; SOUTHERN, L.L. Estimation of nutrient requirements using broken-line regression analysis. **Journal of Animal Science**, v.84, p.156-167, 2006.

RODRIGUES, R.C.; ALVES, A.C.; BRENNECKE, K.; PLESE, L.P.M.; LUZ, P.H.C. Densidade populacional de perfilhos, produção de massa seca e área foliar do capim-xaraés cultivado sob doses de nitrogênio e potássio. **Boletim de Indústria Animal**, v.63, p.27-33, 2006.

SARMENTO, P.; RODRIGUES, L.R.A.; LUGÃO, M.B.; CRUZ, M.C.P.; CAMPOS, F.P.; FERREIRA, M.E. Respostas agrônômicas e morfológicas de *Panicum maximum* JACQ. cv. Milênio, sob pastejo, à adubação nitrogenada. **Boletim de Indústria Animal**, v.62, n.4, p.333-346, 2005.

SILSBURY, J.H. Leaf growth in pasture grasses. **Tropical Grassland**, v.4, p.17-36, 1970.

SILVA, C.C.F. BONOMO, P. PIRES, A.J.V. MARANHÃO, C.M.A.; PATÊS, N.M.S. SANTOS, L.C. Características morfogênicas e estruturais de duas espécies de

braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.657-661, 2009.

SILVA, J.G.C. ANÁLISE DA ADAPTABILIDADE POR REGRESSÃO SEGMENTADA COM ESTIMAÇÃO DA JUNÇÃO DOS SEGMENTOS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, nota científica, 1998.

SILVA, T.O.; SANTOS, A.R.; SANTOS, J.H.S. SILVA, J.O. Produção do capim marandu submetido a doses de nitrogênio em um latossolo amarelo. **Agropecuária Técnica**, v.26, p.29-35, 2005.

SILVEIRA, C.P. **Doses de nitrogênio e enxofre para a recuperação da pastagem com capim-braquiária: atributos de parte aérea, raízes e fertilidade do solo**. 2009. 125f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

SILVEIRA, C.P.; NACHTIGALL, G.; MONTEIRO, F.A. Calibração do modelo e validação do sistema integrado de diagnose e recomendação para o capim-Braquiária. **Scientia Agrícola**, v.62, p.520-527, 2005.

TAVARES-JÚNIOR, J.E.; FAVARIN, J.L.; DOURADO-NETO, D.; MAIA, A.H.N.; FAZUOLI, L.C.; BERNARDES, M.S. Análise comparativa de métodos de estimativa de área foliar em cafeeiro. **Bragantia**, v.61, p.199-203, 2002.

VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALÉRIO, J. R.; CALIXTO, S. Selecting new *Brachiaria* for Brazilian pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Fealq, 2001. 1.

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, CNPGC, 2004. 36p. (Documentos 140).

VALLE, C. B. Pastagens - Xaraés: nova alternativa para a *Brachiaria brizantha* cv. marandu. **A Granja**, Porto Alegre, v.58, p. 50-51, 2002.

VELLINGA, T.V.; ANDRE, G.; SCHILST, R.L.M.; KRAAK, T.; OENEMAT, O. Accounting for residual effects of previously applied nitrogen fertilizer on intensively managed grasslands. **Grass and Forage Science**, 65, p.58-75, 2010.

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

VOLTOLINI, T.V.; SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J.C. CLARINO, R.L.; PENATI, M.A.; IMAIZUMI, H. Características produtivas e qualitativas do capim-elefante pastejado em intervalo fixo ou variável de acordo com a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1002-1010, 2010.

WERNER, J.C.; GOMES, F.P.; KALILK, E.B.; ROCHA, G.L.; MARINELLI, D. Fontes de nitrogênio e seus efeitos na produção forrageira. **Boletim de indústria Animal**, v.25, p.151-159, 1968.

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