

# DOSES E FONTES DE NITROGÊNIO NA NUTRIÇÃO MINERAL DO CAPIM-MARANDU

KÁTIA APARECIDA DE PINHO COSTA,<sup>1</sup> VALDEMAR FAQUIN,<sup>2</sup> ITAMAR PEREIRA DE OLIVEIRA,<sup>3</sup>  
EDUARDO DA COSTA SEVERIANO<sup>4</sup> E MAURÍCIO AUGUSTO DE OLIVEIRA<sup>5</sup>

1. Professora doutora Fesurv - Universidade de Rio Verde – E-mail: katiазoo@hotmail.com

2. Professor titular, UFLA/Departamento de Ciência do Solo, bolsista CNPq

3. Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão

4. Doutorando em Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras

5. Aluno do curso de Especialização, Universidade Federal de Lavras

## RESUMO

O nitrogênio é um dos principais nutrientes responsáveis pelo aumento da produtividade e melhoria da qualidade da forragem. Diante disso, objetivou-se avaliar o efeito de doses e fontes de nitrogênio na concentração de nutrientes do capim-marandu. O experimento foi desenvolvido de julho de 2003 a março de 2006, na Fazenda Modelo da Universidade Estadual de Goiás. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, com três repetições. Utilizou-se o esquema fatorial

2 x 4, sendo duas fontes de nitrogênio (sulfato de amônio e ureia) e quatro doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>). Em cada um dos anos, procedeu-se a três cortes de avaliação da planta forrageira. As doses de nitrogênio não atingiram o ponto de máximo para as concentrações de N, K, Mg, S, Cu e Fe. O incremento na adubação nitrogenada reduz a absorção de P. O nitrogênio na fonte de ureia promove maior relação N:S. A aplicação de nitrogênio influencia o estado nutricional do capim-marandu e sua recuperação.

PALAVRAS-CHAVES: Absorção de nutrientes, *Brachiaria brizantha*, sulfato de amônio, ureia.

## ABSTRACT

### DOSES AND SOURCES OF NITROGEN ON MINERAL NUTRITION IN MARANDU GRASS

Nitrogen is an one principal among others, essential and responsible nutrient for forage productivity and pasture quality increasing. Besides that, this paper objective was to evaluate nitrogen doses and source effects on nutrient concentration in marandu palisadegrass. The experiment was carried out from July of 2003 to March of 2006 at the Modelo Farm of University Goiás State in an 882 m<sup>2</sup> area. The pasture was established for more than ten years and it was presenting low herbage production being considered in moderate degradation phase. The treatment combination was made in a split-plot design with three replicates. Main plot arrangements in a randomized complete block design was

employed, were turned by a 2 x 4 factorial, being two sources of N (ammonium sulfate and urea) and four doses of N (0, 100, 200 and 300 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>). On each year, during the three years, three cuts evaluating are done at the forage plant. The rates of Nitrogen didn't come to the maximum point to the concentrates of N, K, Mg, S, Cu and Fe. Increasing N rates promoted reduction in phosphorus absorption in plant tissue. Higher N:S relation were observed in plants which received urea as nitrogen source. The application of nitrogen, affected the nutritional status of signal grass and the recovery of this. The application of nitrogen, affected the nutritional status of signal grass and it recovering.

KEY WORDS: Ammonium sulfate, *Brachiaria brizantha*, nutrient absorption, urea.

## INTRODUÇÃO

As plantas forrageiras do gênero *Brachiaria* ocupam espaços cada vez maiores nas pastagens brasileiras. Essas pastagens corretamente estabelecidas, adequadamente manejadas e adubadas constituem fonte de alimento para bovinos que podem ser produzidas economicamente e em larga escala. Contudo, apesar do potencial dessas forrageiras, os sistemas mais utilizados para pastejo continuam sendo aqueles extensivos, em regime extrativista, sem a devida atenção ao manejo da pastagem e correção/manutenção da fertilidade do solo, levando essas pastagens à degradação. Consequentemente, o valor nutritivo e a capacidade de recuperação dessas plantas forrageiras diminuem, aumentando as possibilidades de erosão no solo (MEDEIROS et al., 2007).

A exploração racional de pastagens requer cuidados, principalmente, quanto ao fornecimento de nutrientes em quantidade e proporção adequadas às plantas. Entre eles, o nitrogênio (N) é um dos grandes responsáveis pela produtividade e qualidade da forrageira (BATISTA & MONTEIRO, 2006). Assim, o fornecimento de nutrientes, em quantidades e proporções adequadas, particularmente o N, assume importância fundamental no processo produtivo de pastagens, pois o nitrogênio do solo, proveniente da mineralização da matéria orgânica, não é suficiente para atender à demanda de gramíneas com alto potencial produtivo (FAGUNDES et al., 2006).

O suprimento de nutrientes constitui-se em importante fator na nutrição de plantas, tendo em vista que a disponibilidade desses exerce grande influência na qualidade da pastagem, que, por sua vez, reflete na produção e na recuperação da forrageira (BONFIM-DA-SILVA & MONTEIRO, 2006). Para um bom manejo da adubação, principalmente em sistema intensivo de produção, torna-se importante conhecer a necessidade das plantas forrageiras. O crescimento adequado do pasto, em sistemas intensivos de produção, é dependente de concentrações adequadas de nutrientes do solo e, consequentemente, da planta.

Várias pesquisas têm mostrado aumento na concentração de nutrientes em espécies do gênero *Brachiaria*, com incremento das doses de N (SANTOS JR. & MONTEIRO, 2003; OLIVEIRA et al., 2005; PRIMAVESI et al., 2005; PRIMAVESI et al., 2006; BATISTA & MONTEIRO, 2007).

Diante disso, objetivou-se avaliar o efeito de doses e fontes de nitrogênio na concentração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, zinco, cobre, manganês e ferro do capim-marandu, pelo período de três anos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de julho de 2003 a março de 2006, na Fazenda Modelo, da Universidade Estadual de Goiás (UEG), em São Luís de Montes Belos, GO, a 579 m de altitude, 16°31'30" de latitude Sul e 50°22'20" de longitude Oeste. Predomina na região o clima tropical de savana do tipo Aw, conforme classificação de Koppen, com chuvas concentradas no verão (outubro–abril) e a estação seca no inverno (maio–setembro).

A área utilizada de pastagem foi de 882 m<sup>2</sup>, dividida em três blocos de 294 m<sup>2</sup>, com parcelas individuais de 20 m<sup>2</sup> e área útil de 6 m<sup>2</sup>. A pastagem já se encontrava estabelecida há mais de dez anos, com baixa produção de forragem, em estágio moderado de degradação, em virtude da exploração intensiva com animais e falta de reposição de nutrientes no solo.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, com três repetições. Adotou-se o esquema fatorial 2 x 4, sendo duas fontes de nitrogênio (sulfato de amônio e ureia) e quatro doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>).

O solo foi classificado como latossolo vermelho distrófico (EMBRAPA, 2006), de textura argilosa, cujas médias das características químicas de todas as parcelas, na profundidade de 0-20 cm, estão apresentadas na Tabela 1. A metodologia utilizada para a análise de solo foi a preconizada pela EMBRAPA (1999).

**TABELA 1.** Resultados das características químicas do solo (análises realizadas antes da aplicação dos fertilizantes em cada ano).

Características do solo	2003	2004	2005
pH (água)	5,2	5,1	4,6
Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,0	0,1	0,2
H + Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,9	4,5	5,3
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,70	2,79	2,20
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,00	0,91	0,23
K (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,42	0,23	0,11
P- Mehlich1 (mg dm <sup>-3</sup> )	1,3	6,4	1,8
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	9,8	18,9	30,0
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	0,4	1,7	1,0
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	0,2	2,9	0,7
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	13,0	30,0	31,3
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	27,4	41,0	15,6
MOS (g dm <sup>-3</sup> )	11,0	18,0	20,0
CTC pH 7,0 (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	8,0	8,4	7,8
V (%)	51,5	46,7	32,5

As adubações de manutenção, em todos os anos de avaliação, foram realizadas com base nos resultados obtidos das análises dos solos de cada ano. No primeiro ano (2003), foram aplicados 500 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico com 85% de PRNT em cobertura, sessenta dias antes do período chuvoso. Em setembro, após as primeiras chuvas, aplicaram-se 150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 30 kg ha<sup>-1</sup> de FTE BR-12®, utilizando, como fontes, superfosfato simples, cloreto de potássio e fritas, respectivamente.

A partir dos resultados da análise em amostra de solo do segundo ano (2004), procedeu-se à adubação de manutenção com 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, provenientes das fontes de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. No terceiro ano de avaliação (2005), aplicaram-se 150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 20 kg ha<sup>-1</sup> de FTE BR-12®, na forma de superfosfato simples (20% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O) e fritas, respectivamente. Toda a adubação de manutenção nos três anos foi

realizada com uma única aplicação em cobertura, antes dos fertilizantes nitrogenados, no início do período chuvoso (setembro).

A adubação nitrogenada utilizada nas fontes de sulfato de amônio e ureia, em cada ano, foi aplicada em cobertura, parcelada em três épocas, após cada corte de avaliação da forrageira. A primeira aplicação foi realizada em dezembro, a segunda em janeiro e a terceira em fevereiro, todas com intervalo de trinta dias.

Realizaram-se três cortes da planta forrageira por ano. O primeiro trinta dias após a aplicação dos fertilizantes nitrogenados (janeiro), o segundo trinta dias após o primeiro (fevereiro) e o terceiro trinta dias após o segundo (março).

Coletou-se a planta forrageira com auxílio de um quadrado, sendo cortada à altura de 20 cm da superfície do solo. Após cada corte de avaliação, procedeu-se ao corte de uniformização de toda a área experimental, na mesma altura de corte das plantas avaliadas, sendo retirado da área o resíduo resultante dessa uniformização.

Acondicionou-se o material coletado no campo em saco plástico, o qual foi identificado e enviado ao laboratório, onde foi pesado para determinação da massa verde coletada por parcela. Posteriormente, retirou-se uma amostra representativa da forragem de, aproximadamente, 500 g. Em seguida, colocou-se o material em estufa de ventilação forçada de ar, com temperaturas entre 58° e 65°C, por 72 horas, para determinação da matéria seca parcial. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho do tipo Willey, com peneira de 1 mm, e armazenadas em sacos plásticos para serem analisadas.

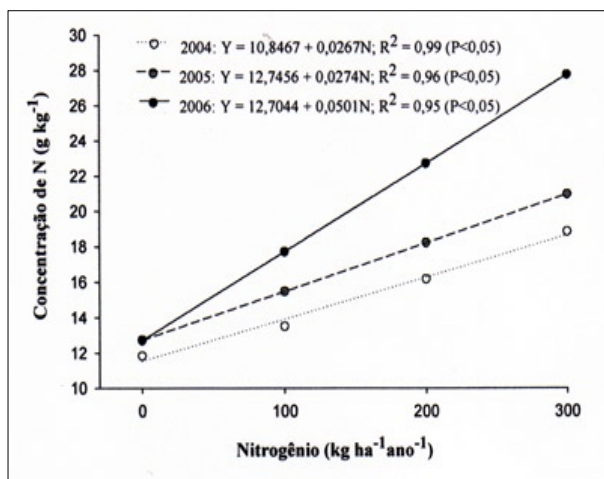
Procedeu-se à análise química da parte aérea inteira da forragem, determinando-se as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, zinco, cobre, manganês e ferro, de acordo com a metodologia descrita por MALAVOLTA et al. (1997).

Todas as variáveis receberam o tratamento estatístico pelo *software* SISVAR 4.6 (FERREIRA, 2000). Realizou-se análise de variância com teste de Tukey, com nível de significância de 5% e, em função da significância para as variáveis, foram ajustadas equações de regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da análise de variância, observaram-se efeitos significativos nas doses de N e anos avaliados para a concentração de nitrogênio no tecido da planta. Nos três anos de avaliação, houve ajuste linear na concentração, na medida em que se aumentaram as doses. A dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> foi superior às demais, em todos os anos avaliados (Figura 1), mostrando aumento em relação à não-aplicação de N de 38%, 39% e 54%, para os anos de 2004, 2005 e 2006, respectivamente. Nas testemunhas foram observados sintomas visuais de deficiência do nutriente, caracterizada pela clorose generalizada das folhas velhas.

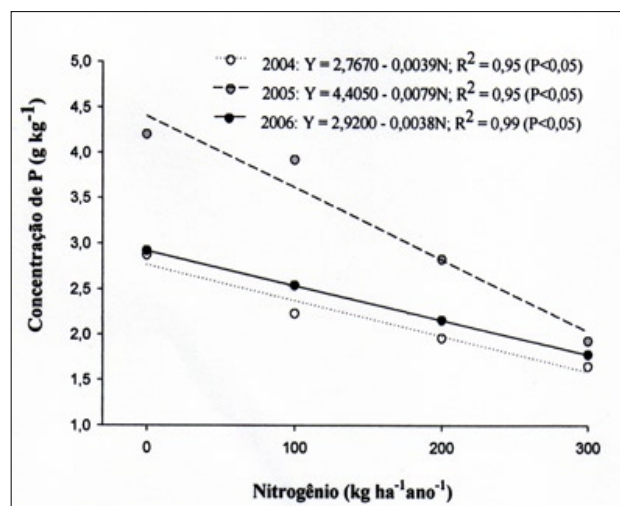
Nas maiores doses de nitrogênio verificaram-se concentrações de 18,86; 20,96 e 27,73 g kg<sup>-1</sup>, para os anos de 2004, 2005 e 2006, respectivamente. A maior concentração foi observada no ano de 2006. Nesse ano, nas doses máximas estudadas, houve incrementos de 32% e 24% em relação aos anos de 2004 e 2005. Isso pode ser explicado pela menor produção de forragem obtida nesse ano (COSTA, 2007), em virtude da influência dos fatores climáticos, acumulando, assim, maiores quantidades de N nos tecidos da planta e causando efeito de concentração. WERNER et al. (1996) relataram que a faixa adequada de concentração de nitrogênio para forrageiras para alimentação animal varia de 13 a 20 g kg<sup>-1</sup>.



**FIGURA 1.** Concentração de N na parte aérea do capim-marandu em função das doses de nitrogênio e anos de avaliação (média de três cortes por ano).

Em estudo com nitrogênio e enxofre na recuperação de pastagem do capim-marandu em neossolo quartzarênico, OLIVEIRA et al. (2005) verificaram aumento na concentração de N na parte aérea à medida que ocorreu elevação no fornecimento do elemento. Resultados semelhantes também foram obtidos por LAVRES JR. & MONTEIRO (2006), no capim-aruanã.

Também para a concentração de fósforo, foi observada significância para as doses de nitrogênio e anos avaliados. O aumento das doses de nitrogênio resultou em redução na concentração de fósforo de forma linear, em todos os anos avaliados (Figura 2). As médias ajustadas pela equação de regressão nas doses máximas foram de 1,65; 1,93 e 1,78 g kg<sup>-1</sup>, mostrando redução de 57%, 46% e 61% em relação à testemunha, nos anos de 2004, 2005 e 2006, respectivamente. Mesmo ocorrendo essa redução nas maiores doses aplicadas, os valores encontrados neste estudo, para todas as doses estudadas e anos avaliados, são considerados normais para a parte aérea das plantas forrageiras, variando entre 0,8 a 3,0 g kg<sup>-1</sup> (SILVA, 1999).



**FIGURA 2.** Concentração de fósforo (P) na parte aérea do capim-marandu, em função das doses de nitrogênio e anos de avaliação (média de três cortes por ano).

A maior concentração de fósforo obtida na testemunha foi verificada no ano de 2005 (Figura 2), mostrando aumento de 14% e 7% em relação aos anos de 2004 e 2006, respectivamente. Isso

pode ser explicado pelo maior teor de fósforo no solo no ano de 2004 (Tabela 1), ficando esse nutriente com maior disponibilidade para as plantas no ano de 2005. PRIMAVESI et al. (2006), trabalhando com doses e fontes de nitrogênio no capim-marandu, verificaram que as concentrações de fósforo não variaram com doses de N na forma de nitrato de amônio e reduziram na forma de ureia.

Houve efeito significativo das doses de nitrogênio e anos avaliados na concentração de potássio. Observa-se, na Figura 3, que a concentração de K na parte aérea do capim-marandu aumentou de forma linear com o acréscimo das doses de N em todos os anos, obtendo-se valores na dose máxima de 27,2; 29,7 e 29,4 g kg<sup>-1</sup>, para os anos de 2004, 2005 e 2006, respectivamente. SILVEIRA et al. (2005) relataram que as concentrações de potássio em lâminas foliares recém-expandidas no capim-braquiária podem variar entre 15 a 25 g kg<sup>-1</sup>. Para ruminantes, o requerimento de potássio é estimado em 5,0 a 10,0 g kg<sup>-1</sup> na MS da dieta (McDOWELL, 1999).

Em estudo da absorção de cátions e ânions pelo capim-coastcross adubado com doses de N nas fontes de ureia (45% de N) e nitrato de amônio (34% de N), PRIMAVESI et al. (2005) verificaram que as maiores doses propiciaram aumento na concentração de K, Ca e Mg no tecido da planta, sendo maior para o potássio.

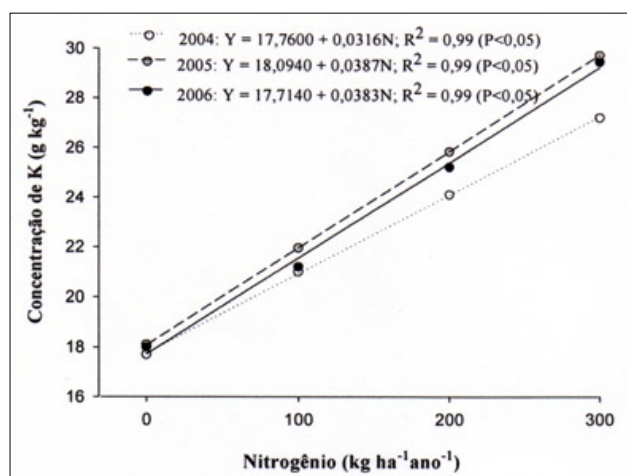


FIGURA 3. Concentração de K na parte aérea do capim-marandu, em função das doses de N e anos de avaliação (média de três cortes por ano).

Não foi observada significância das doses de nitrogênio, fontes, anos de avaliação e na interação desses fatores para a concentração de cálcio. Entretanto, a concentração de magnésio foi influenciada pelas doses de nitrogênio, apresentando aumento linear (Figura 4). A variação entre a testemunha e a maior dose na média dos três anos foi de 2,36 a 2,83 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente, mostrando aumento de 24%. Em todas as doses estudadas, as concentrações de magnésio encontraram-se acima das exigências requeridas pelos ruminantes que, segundo McDOWELL (1999), situam-se entre 1,6 e 1,9 g kg<sup>-1</sup>. SILVA (1999) explicou que o requerimento de Mg para crescimento vegetal entre o período de novembro a fevereiro está na faixa de 1,5 a 4,0 g kg<sup>-1</sup> na matéria seca da parte aérea nas pastagens de *Brachiaria brizantha*.

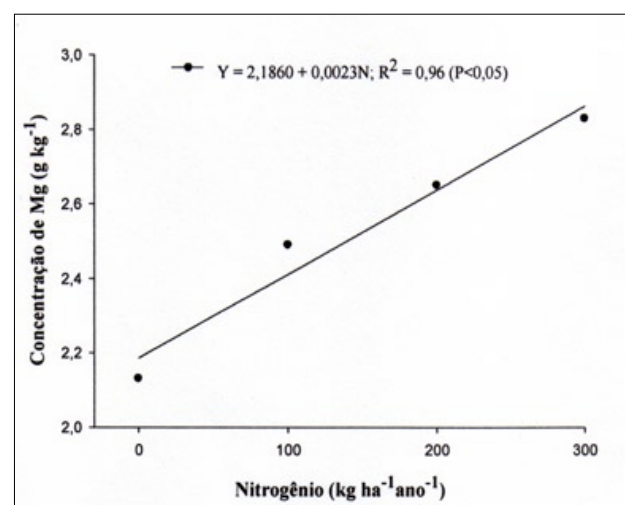
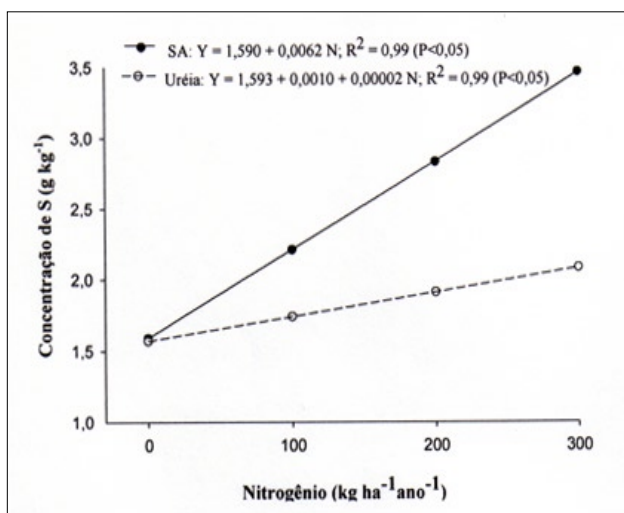


FIGURA 4. Concentração de Mg na parte aérea do capim-marandu, em função das doses de N (média dos três anos).

As doses e fontes de nitrogênio foram influenciadas na concentração de enxofre. Observa-se, na Figura 5, aumento linear na concentração desse nutriente em ambas as fontes, em função das doses de N. Apesar da aplicação de enxofre na forma de supersimples em todas as parcelas, a concentração de S na dose máxima foi superior a ureia em 39%, em virtude, ainda, do fato de o sulfato de amônio apresentar 23% de enxofre na sua composição (CANTARELLA, 2007). É im-

portante ressaltar que áreas que recebem grandes quantidades de adubos nitrogenados necessitam de um suprimento de enxofre, no sentido de maximizar produção de forragem, principalmente em áreas degradadas, com pequenos teores de matéria orgânica, pois os teores de enxofre-sulfato encontram-se baixos no solo (BONFIM-DA-SILVA & MONTEIRO, 2006).

MATTOS & MONTEIRO (2003) observaram concentração de S de  $2,81 \text{ g kg}^{-1}$  em folha diagnóstica do capim-braquiária, em função de doses de nitrogênio e enxofre, na maior dose estudada. BONFIM-DA-SILVA (2005) verificou que a variação na concentração de enxofre na parte aérea entre a não-aplicação e a maior dose empregada de S foi de 1,12 a 1,79 e 1,72 a  $2,31 \text{ g kg}^{-1}$ , respectivamente, para o primeiro e segundo cortes do capim-braquiária. Entretanto, em estudos com doses e fontes de nitrogênio, PRIMAVESI et al. (2006) concluíram que as concentrações de S não variaram com as doses de nitrogênio, mas ocorreu variação entre as fontes, observando-se concentrações superiores no nitrato de amônio em relação à ureia.

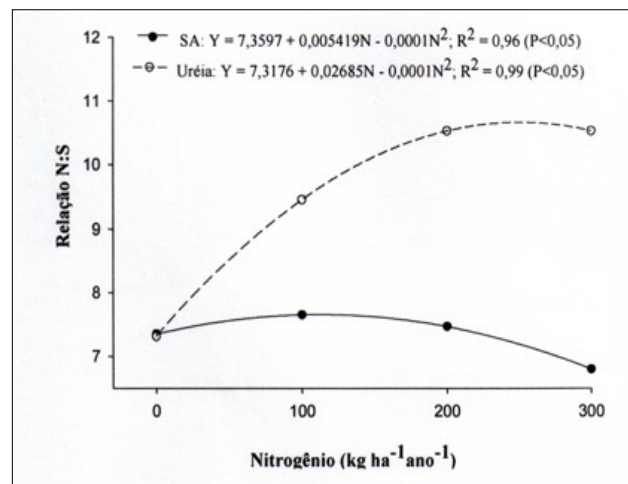


**FIGURA 5.** Concentração de S na parte aérea do capim-marandu, em função das doses e fontes de N (média de três cortes por ano).

MONTEIRO & CARRIEL (1987) relataram que, além da concentração de enxofre no tecido foliar, a relação nitrogênio:enxofre (N:S) tem

sido amplamente utilizada para avaliar o estado nutricional das plantas quanto ao enxofre. No presente trabalho, a relação N:S foi influenciada pelas doses e fontes de nitrogênio e doses e anos avaliados.

A relação N:S respondeu à adubação nitrogenada de forma quadrática para ambas as fontes, sendo que a ureia foi superior ao sulfato de amônio (Figura 6). A máxima relação encontrada na ureia foi de 10,5:1, obtida nas doses de 200 e 300  $\text{kg ha}^{-1}$ . Entretanto, para o sulfato de amônio, por ser fonte de S, ocorreu queda de 7,5% à medida que se aumentaram as doses de nitrogênio, atingindo relação de 6,8:1. A variação na relação N:S na fonte de ureia entre a não-aplicação de nitrogênio e a maior dose aplicada foi de 7,3:1 a 10,3:1, respectivamente, mostrando aumento de 69%.

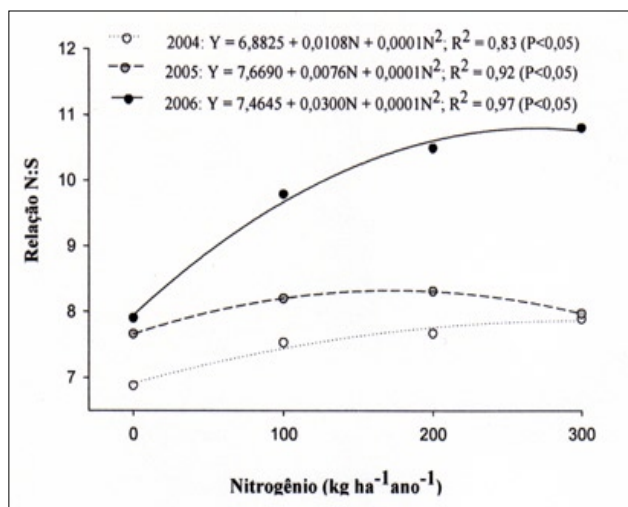


**FIGURA 6.** Relação N:S na parte aérea do capim-marandu, em função das doses e fontes de N (média de três cortes por ano).

Estudando a relação entre suprimento e concentração de nutrientes nos tecidos foliares do capim-marandu, submetido a doses de nitrogênio e enxofre, BATISTA & MONTEIRO (2007) verificaram que a relação N:S depende do fornecimento tanto de N quanto de S, mostrando que a relação N:S nas lâminas de folhas recém-expandidas variou de 2,8:1 a 37,2:1.

Nos três anos avaliados, a relação N:S se comportou de forma quadrática com a aplicação das doses de nitrogênio. Os valores médios obser-

vados para a relação N:S nas plantas desenvolvidas na ausência de aplicação de nitrogênio, para os anos de 2004, 2005 e 2006, foram de 6,8:1; 7,6:1 e 7,4:1, respectivamente (Figura 7). Nos anos de 2004 e 2005, pequenas variações foram observadas entre as doses de nitrogênio para a relação N:S. Para o ano de 2006, na dose máxima, a relação N:S foi de 10,9:1, mostrando aumento em relação à não-aplicação de nitrogênio de 69%.



**FIGURA 7.** Relação N:S na parte aérea do capim-marandu, em função das doses de N e anos de avaliação (média de três cortes por ano).

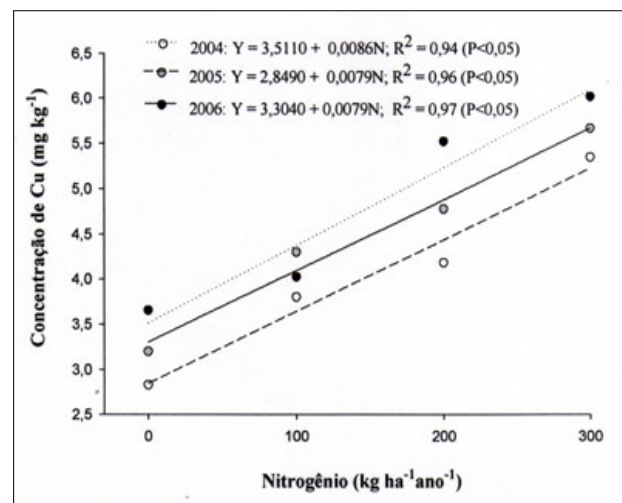
COSTA et al. (2005), trabalhando com capim-tanzânia, encontraram relação N:S de 11:1. BONFIM-DA-SILVA (2005) observou relação N:S de 12,9:1 e 14,2:1 na maior dose de nitrogênio, respectivamente, para o segundo e o terceiro cortes no capim-marandu. Para avaliação do estado nutricional da planta, além dos resultados da análise foliar para concentração de enxofre, torna-se necessário considerar também a relação N:S no tecido vegetal, conforme discutido por MONTEIRO et al. (2004).

As concentrações de zinco e manganês foram semelhantes em relação aos tratamentos aplicados, não se observando efeito significativo entre doses, fontes e anos e na interação desses fatores, para esses nutrientes. As concentrações desses nutrientes ficaram na faixa adequada para o requerimento mínimo na dieta de ruminantes, que

é de 20 a 40 mg kg<sup>-1</sup> de Zn e Mn (McDOWELL, 1999).

Entretanto, houve efeito significativo das doses de nitrogênio e anos avaliados para a concentração de cobre. Observou-se acréscimo linear na concentração desse nutriente, com o aumento das doses de N (Figura 8), mostrando, na maior dose de nitrogênio aplicada, incremento de 42%, 47% e 40% em relação à testemunha, para os anos de 2004, 2005 e 2006, respectivamente.

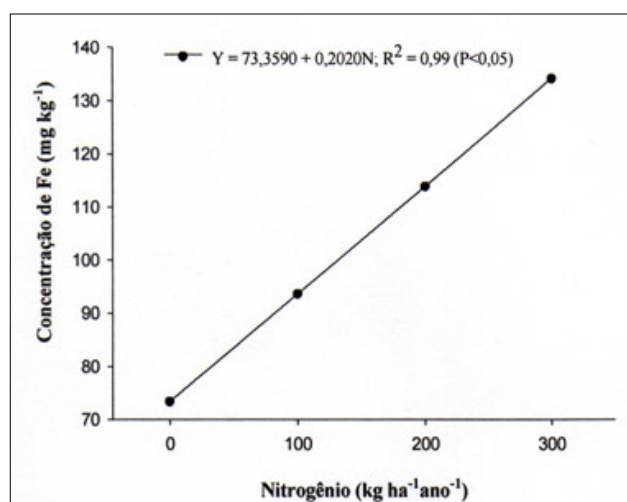
As maiores concentrações de cobre foram observadas no ano de 2006, chegando a atingir 6,02 mg kg<sup>-1</sup> na dose máxima estudada, mostrando aumento de 12% e 5,8% em relação aos anos de 2004 e 2005. As concentrações de cobre encontradas na forragem são adequadas para os bovinos (McDOWELL, 1999). PRIMAVESI et al. (2006), trabalhando com as fontes de ureia e de nitrato de amônio no capim-marandu, verificaram concentrações de cobre, variando de 7 a 10 mg kg<sup>-1</sup>.



**FIGURA 8.** Concentração de cobre na parte aérea do capim-marandu, em função das doses de N e anos de avaliação (média de três cortes por ano).

A concentração de ferro não foi influenciada pelas doses e fontes de nitrogênio e pelas doses e anos avaliados. Contudo, houve efeito significativo isolado para as doses de nitrogênio (Figura 9), observando-se acréscimo linear com o aumento das doses de N. As médias dos três anos ajustadas pela equação de regressão foram de 73,35 mg kg<sup>-1</sup>

para a não-aplicação de nitrogênio e de 134,16 mg kg<sup>-1</sup> para dose de 300 kg ha<sup>-1</sup>, mostrando aumento de 45% em relação à dose máxima. Resultados semelhantes foram obtidos por COSTA et al. (2004), que, trabalhando com doses de nitrogênio, potássio e enxofre no capim-tanzânia, verificaram concentrações de ferro entre 78 e 87 mg kg<sup>-1</sup> para a não-aplicação dos adubos e doses máximas, respectivamente. Segundo McDOWELL (1999), o requerimento estimado de ferro para ruminante adulto encontra-se entre 30 a 60 mg kg<sup>-1</sup> e, para bezerras, é de 100 mg kg<sup>-1</sup>.



**FIGURA 9.** Concentração de ferro (Fe) na parte aérea do capim-marandu, em função das doses de nitrogênio (média dos três anos).

## CONCLUSÕES

As doses de nitrogênio não atingiram o ponto de máximo para as concentrações de N, K, Mg, S, Cu e Fe.

O incremento na adubação nitrogenada reduz a absorção de P.

O nitrogênio na fonte de ureia promove maior relação N:S.

A aplicação de nitrogênio influencia o estado nutricional do capim-marandu e sua recuperação.

## REFERÊNCIAS

BATISTA, K.; MONTEIRO, F.A. Nitrogen and sulphur in marandu grass: relationship between supply and concentra-

tion in leaf tissues. Nitrogênio e enxofre no capim-marandu: relação entre suprimento e concentração nos tecidos foliares. **Scientia Agrícola**, v. 64, n. 1, p. 44-51, 2007.

BATISTA, K.; MONTEIRO, F.A. Respostas morfológicas e produtivas do capim-marandu adubado com doses combinadas de nitrogênio e enxofre. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1281-1288, 2006.

BONFIM-DA-SILVA, E.M. **Nitrogênio e enxofre na recuperação de capim-braquiária em degradação em neossolo quartzarênico com expressiva matéria orgânica**. 2005. 123 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

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

CANTARELLA, H. Nitrogênio. **Fertilidade do Solo**, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 375-470, 2007.

COSTA, K.A.P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagem de capim-marandu em solo de cerrado. 2007, 95 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, MG.

COSTA, K.A.P.; FRANÇA, A.F.S.; OLIVEIRA, I.P.; MONTEIRO, F.A.; BARIGOSSO, J.A.F. Composição químico-bromatológica do capim-tanzânia em função de doses de nitrogênio, potássio e enxofre. **Ciência Animal Brasileira**, v. 25, n.2, p. 83-91, 2004.

COSTA, K.A.P.; FRANÇA, A.F.S.; OLIVEIRA, I.P.; MONTEIRO, F.A.; BARIGOSSO, J.A.F. Produção de massa seca, eficiência e recuperação do nitrogênio e enxofre pelo capim-tanzânia adubado com nitrogênio, potássio e enxofre. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 598-603, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Manual de análises químicas de solo, plantas e fertilizantes**. Campinas, SP: Embrapa Solos, Embrapa Informática Agropecuária, 1999. 370 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 2006. 306 p.



- 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.; LAMBERTUCC, 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, n. 1, p. 30-37, 2006.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 2000, São Carlos, SP: UFSCar, São Carlos-SP, 2000. p.255-258.
- LAVRES JR., J.; MONTEIRO, F.A. Diagnose nutricional de nitrogênio no capim-aruaana em condições controladas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 5, p. 829-837, 2006.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.
- MATTOS, W.T.; MONTEIRO, F.A. Produção e nutrição de capim-braquiária em função de doses de nitrogênio e enxofre. **Boletim de Indústria Animal**, v. 60, n.1, p.1-10, 2003.
- McDOWELL, L.R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil**. 3. ed. Florida: University of Florida, 1999. 89 p.
- MEDEIROS, L.T. REZENDE, A.V.; VIEIRA, P.F.; CUNHA NETO, F.R.; VALERIANO, A.R.; CASALI, A.O.; GASTALDELLO JUNIOR, A.L. Produção e qualidade da forragem de capim-marandu fertirrigada com dejetos líquidos de suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p.309-318, 2007.
- MONTEIRO, F.A.; CARRIEL, J.M. Aplicação de níveis de enxofre na forma de gesso para o cultivo do capim-colonião em dois solos arenosos do estado de São Paulo. **Boletim de Indústria Animal**, v. 44, n. 2, p. 335-347, 1987.
- MONTEIRO, F.A.; COLOZZA, M.T.; WERNER, J. C. Enxofre e micronutrientes em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba, 2004. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 279-301.
- OLIVEIRA, P.P.A.; TRIVELIN, P.C.O.; OLIVEIRA, W.S.; CORSI, M. Fertilização com nitrogênio e enxofre na recuperação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Neossolo quartzarênico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p.1121-1129, 2005.
- 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, p. 247-253, 2005.
- PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; SILVA, A.G.; CANTARELLA, H. Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 562-568, 2006.
- SANTOS JR., J.D.G.; MONTEIRO, F.A. Nutrição em nitrogênio do capim-marandu submetido a doses de nitrogênio e idades de crescimento. **Boletim da Indústria Animal**, v. 60, p.139-146, 2003.
- SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Campinas, SP: Embrapa Solos, Embrapa Informática Agropecuária, 1999. 370 p.
- SILVEIRA, C.P.; NACHTIGALL, G.R.; MONTEIRO, F.A. Testing and validation of methods for the diagnosis and recommendation integrated system for signal grass. **Scientia Agricola**, v. 62, n. 6, p 520-527, 2005.
- 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 Agrônomo, 1996. p. 263-273. (IAC. Boletim Técnico, 100).

---

Protocolado em: 16 jan. 2008. Aceito em: 18 maio 2008.