

Foto capa: Odo Primavesi



## Efeito de doses e de fontes de nitrogênio na composição mineral de capim-marandu<sup>1</sup>

Ana Cândida Primavesi<sup>2</sup>  
Odo Primavesi<sup>2</sup>  
Luciano de Almeida Corrêa<sup>2</sup>  
Heitor Cantarella<sup>3</sup>  
Aliomar Gabriel da Silva<sup>2</sup>

O uso eficiente da pastagem, em sistemas intensivos de produção, depende de concentrações adequadas de elementos minerais na forragem (Hopkins et al., 1994). Entretanto, as conseqüências da intensificação do manejo de pastagens na composição mineral da forragem são bem menos compreendidas, em particular aquelas do efeito relativo do aumento da aplicação de fertilizantes nitrogenados na concentração de vários nutrientes.

Por isso, foi conduzido na Embrapa Pecuária Sudeste experimento que teve como uma das finalidades avaliar o efeito de doses e de fontes de nitrogênio (N) na

composição mineral da forragem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), para ampliar o conhecimento sobre o seu potencial forrageiro.

A fase de campo do experimento foi realizada de 20 de novembro de 2000 a maio de 2001, em pastagem de capim-marandu em Latossolo Vermelho Distrófico típico, com 400 g/kg de argila, sob clima tropical de altitude. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com sete tratamentos organizados em esquema fatorial (2 x 3) + 1 (duas fontes de N: uréia e nitrato de amônio, e três doses de N: 50, 100, 200 kg/ha/corte), com uma

<sup>1</sup> Trabalho financiado pelo Convênio Embrapa-Petrobrás.

<sup>2</sup> Pesquisadores da Embrapa Pecuária Sudeste, Rod. Washington Luiz, km 234, Caixa Postal 339, CEP: 13560-970, São Carlos, SP. Endereço eletrônico: anacan@cnpse.embrapa.br; odo@cnpse.embrapa.br; luciano@cnpse.embrapa.br; aliomar.silva@embrapa.br.

<sup>3</sup> Pesquisador do Instituto Agrônomo de Campinas, Centro de Solos e Recursos Agroambientais, Caixa Postal 28, CEP: 13001-970, Campinas, SP. Endereço eletrônico: cantarella@iac.sp.gov.br

testemunha sem adubo nitrogenado e quatro repetições (Gates, 1991). O nitrogênio foi aplicado em quatro períodos (após o corte de uniformização e após os demais cortes, até o terceiro e penúltimo corte) durante a época das águas. Na instalação do experimento foram aplicados 50 kg/ha de  $P_2O_5$ , na forma de superfosfato simples, adicionando ao solo 30 kg/ha de enxofre, e 30 kg/ha de micronutrientes (FTE BR-12). O potássio, na forma de KCl, foi aplicado por ocasião das adubações nitrogenadas, nas quantidades totais de 240 kg/ha de  $K_2O$ , nos tratamentos testemunha e com 50 kg/ha/corte de N, e de 420 kg/ha de  $K_2O$ , nos tratamentos com 100 e 200 kg/ha/corte de N.

A área das parcelas era de 16 m<sup>2</sup> (4 x 4 m), com área útil de 6 m<sup>2</sup>, para avaliação da produção de forragem. Os cortes foram feitos em intervalos de 43 dias, a 10 cm da superfície do solo. Após a pesagem da matéria fresca, foi separada uma amostra com 500 g, que foi colocada para secar em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 60°C, até peso constante, para determinação do teor de água e posterior cálculo do peso da matéria seca. Foi determinado o teor de minerais na matéria seca da forragem, segundo Malavolta et al. (1997).

As características químicas do solo, na camada de 0 a 20 cm, no início do experimento, foram: pH em  $CaCl_2$  = 5,5; M.O. = 55 g/dm<sup>3</sup>; P (pelo método da resina) = 19 mg/dm<sup>3</sup>; K = 7,0 mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Ca = 54 mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Mg = 21 mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; CTC =

116 mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; e V = 70%; e as características físicas: areia = 559 g/kg; argila = 400 g/kg; e silte = 40 g/kg.

As chuvas ocorridas nos quatro períodos consecutivos de produção de forragem foram, respectivamente de 199,0; 149,1; 134,3; e 43,8 mm.

Foi realizada análise de variância, com desdobramento e avaliação dos efeitos lineares e quadráticos, usando-se o teste F para comparar as médias das fontes de N, e foram ajustadas equações de regressão linear simples e quadrática para as curvas de teores de nutrientes em função das doses de N aplicadas.

Na Tabela 1, são apresentados os teores de nutrientes e a relação N:S na forragem de capim-marandu, em função de fontes e de doses de nitrogênio.

Os teores de N na planta aumentaram com as doses de N, com os dois adubos. Com a uréia, os teores de N (g/kg) nas plantas variaram de 17 a 24, e com o nitrato de amônio de 18 a 26, sendo a faixa adequada de 13 a 20 (Werner et al., 1996). No tratamento de 200 kg/ha/corte de N, o teor de N se mostrou maior do que o adequado, fato confirmado pelo acúmulo de N na forma de nitrato ( $N-NO_3^-$ ) na forragem. As diferenças entre fontes podem ser explicadas pelas perdas de N da uréia na forma de amônia ( $N-NH_3$ ). Ocorreu aumento nos teores de  $N-NO_3^-$  na planta com as doses de N nas duas fontes e esse aumento foi maior com o nitrato de amônio. O nitrato

(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) é a forma inorgânica de N que se acumula na planta quando o suprimento excede o requerimento para o crescimento. Verifica-se no tratamento de 200 kg/ha/corte de N, no qual a resposta em produção foi mais reduzida, que o teor de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> foi maior, indicando que não compensa aumentar as doses de N, porque, embora o teor de N na planta esteja aumentando, já há acúmulo de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, embora ainda na faixa permissível (3.400 a 4.500 mg/kg, segundo Whitehead, 1995) para alimentação animal. O acúmulo de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> possibilita também explicar porque não se observou o efeito de diluição dos teores de N, que continuaram aumentando com a maior produção de matéria seca. Tem-se observado que o potássio (K) aumenta a eficiência de uso do N. Com teores baixos de K nas plantas, os compostos de N solúvel acumulam-se (Coutinho et al., 2004). Tal fato não foi observado neste experimento.

Quanto ao enxofre (S), é necessário considerar o seu teor e também a relação N:S no tecido vegetal (Monteiro et al., 2004). Batista (2002) verificou em capim-marandu que a produção de massa dependeu do equilíbrio no fornecimento desses dois nutrientes. Os teores de S neste experimento não variaram com as doses de N em ambas as fontes, mas ocorreu variação entre as fontes, com teores superiores para o nitrato de amônio, mas com valores dentro da faixa adequada (0,8 a 2,5 g/kg de S, segundo Werner et al., 1996). Faquin et al. (2000) obtiveram, em capim-marandu, teores entre 0,4 e 0,5 g/kg de S, no tratamento que não recebeu

enxofre. Jones & Watson (1991) relataram para gramíneas relações N:S de 10:1 e Scott et al. (1983) observaram que, em geral, valores de N:S acima de 14 indicam deficiência de S. No presente experimento, a relação N:S variou de 10:1 a 17:1. A relação N:S aumentou com o acréscimo das doses de N, o que era esperado, porque a dose de S era fixa para todos os tratamentos, o que se refletiu nos teores de S de todos os tratamentos, até mesmo no tratamento que não recebeu N. Nos tratamentos sem N e com 200 kg/ha/corte de N, a relação foi respectivamente de 10:1 e 17:1, o que indica que a quantidade aplicada de 30 kg/ha de S, em todos os tratamentos, foi suficiente para manter o equilíbrio entre N e S, até mesmo no tratamento com 100 kg/ha/corte de N, e confirma, para pastagens exploradas intensivamente em que se aplica N em grandes quantidades, a recomendação das doses de 30 a 90 kg/ha/ano de S, parceladas sempre que se usar mais do que 30 kg/ha (Monteiro et al., 2004).

De acordo com Monteiro et al. (1995), os teores de K nos capins variam de acordo com a disponibilidade do nutriente no solo e, no capim-marandu, esse teor tem variado entre 4,3 e 28,0 g/kg. No presente experimento, os teores de K (g/kg) aumentaram com as doses de N e variaram de 28 a 35, e nos tratamentos de 100 e 200 kg/ha/corte de N ficaram acima da faixa adequada para essa forrageira (12 a 30, segundo Werner et al., 1996; e 22 a 29 nas folhas novas, segundo Mattos, 1997), e muito acima do exigido por vacas leiteiras

com 400 kg de peso vivo e produção de 7 a 20 L/dia, que é de 9 g/kg de K (National Research Council, 2001). Com o aumento da produção de matéria seca, nos tratamentos de 100 e de 200 kg/ha/corte de N da uréia, não ocorreu diminuição no teor de K, possivelmente porque maior quantidade de K foi usada e o capim cresceu menos do que nos mesmos tratamentos com nitrato de amônio, nos quais o teor de K decresceu no tratamento de 200 kg/ha/corte de N, provavelmente pelo efeito de diluição.

Os teores de cálcio (Ca) e de magnésio (Mg) da forragem se mantiveram dentro da faixa adequada (Ca = 3,0 a 6,0 e Mg = 1,5 a 4,0, segundo Werner et al., 1996). Com o aumento das doses de N, o teor de Ca permaneceu constante com uréia e aumentou com nitrato de amônio, e o de Mg diminuiu com os dois adubos nas doses maiores de N, quando foi aplicado mais K. A adição de K aumenta o teor desse elemento na planta e diminui os de Ca ou de Mg em quantidades equivalentes (Mattos et al., 2002). Normalmente, o Mg não é usado em adubações, mas sim na calagem, e o uso de K em doses elevadas pode levar à deficiência de Mg (Marschner, 1995). O efeito dos adubos nitrogenados no teor do Mg pode ter sido influenciado pela maior quantidade de K usada nos tratamentos de 100 e de 200 kg/ha/corte de N, já que, em princípio, o K reduz o teor do Mg. Como, geralmente, o efeito do adubo nitrogenado é maior do que o do KCl (Hopkins et al., 1994), embora o teor de Mg tenha diminuído com doses mais altas de N e que

receberam mais K, o teor de Mg e a relação K:Mg, que nas plantas varia entre 7 e 10 (Malavolta, 1980), se mantiveram adequados.

O N estimula a absorção e a translocação do fósforo (P) (Andrew & Robins, 1971). Com nitrato de amônio os teores de P permaneceram adequados e com uréia ficaram acima do nível adequado (0,8 a 3,0 g/kg, segundo Werner, 1996). Os teores de P não aumentaram com doses de N na forma de nitrato de amônio, mas diminuíram com uréia.

Os teores de cobre (Cu) aumentaram com as doses de N, quando a fonte era nitrato de amônio, o que também foi verificado por Andrade et al. (1996). Nos teores de zinco (Zn), a resposta foi linear com uréia e quadrática com nitrato de amônio. Com manganês (Mn) e ferro (Fe), nas duas fontes de N, a resposta foi quadrática, com ponto de mínima. Os teores (mg/kg) de Cu (7 a 10), Zn (29 a 35), Mn (58 a 70) e Fe (196 a 239) ficaram na faixa adequada (Werner et al., 1996).

Conclui-se que os teores dos macronutrientes e dos micronutrientes na parte aérea das plantas de capim-marandu aumentaram em geral com as doses de N, com exceção de Mg, S, Ca e Cu com uréia, e P, S, K e Mg, com nitrato de amônio. Os teores obtidos estão dentro da faixa adequada, o que mostra que doses elevadas de N não interferiram negativamente nos teores dos demais elementos, exceto do próprio N, cujo teor se apresentou superior

à faixa considerada adequada. Além disso, começou a haver acúmulo de N na forma de nitrato. As plantas de capim-marandu, nos tratamentos com doses maiores de N, apresentaram teores de K mais elevados do que a faixa adequada, por terem recebido quantidades maiores de K.

**Tabela 1** – Teores de nutrientes e relação N:S na forragem de capim-marandu, em função de fontes e de doses de nitrogênio<sup>(1)</sup>.

Doses de N kg/ha/corte	Nutrientes											
	N	P	S	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe	N-NO <sub>3</sub>	N:S
	----- g/kg -----				-----mg/kg-----							
	Uréia											
0	14	3,2	1,4	21	5,1	4,1	7	29	70	239	223	10:1
50	17	3,3	1,3	28	5,3	4,0	7	32	58	197	302	13:1
100	20	3,1	1,4	32	5,2	3,7	8	32	66	196	276	14:1
200	24	2,8	1,4	35	5,0	3,7	8	35	74	201	709	17:1
média	19	3,1	1,4	29	5,1	3,9	7	32	67	208	377	14:1
doses	L**	Q*	ns	Q*	ns	L**	ns	L**	Q*	Q*	Q**	-
R <sup>2</sup>	0,99	0,93	-	0,99	-	0,94	-	0,83	0,89	0,96	0,89	-
	Nitrato de amônio											
0	14	3,2	1,4	21	5,1	4,1	7	29	70	239	223	10:1
50	18	3,0	1,5	30	4,4	4,2	9	33	64	210	213	12:1
100	20	3,0	1,5	35	4,0	3,8	9	34	60	203	356	14:1
200	26	3,0	1,5	33	4,6	3,8	10	35	76	214	1170	17:1
média	20	3,0	1,5	30	4,5	4,0	9	33	68	217	491	13:1
doses	Q*	ns	ns	Q**	Q**	L**	L**	Q*	Q*	Q*	Q**	-
R <sup>2</sup>	0,98	-	-	0,99	0,97	0,59	0,94	0,96	0,87	0,99	0,98	-
Teste F												
adubos	**	ns	**	ns	**	*	**	*	ns	ns	**	-
adubo x dose	**	**	ns	**	*	**	**	**	**	ns	**	-

<sup>(1)</sup> Média de quatro cortes. ns = não significativo. \* ou \*\* = significância do teste F no nível de 5% e 1%. Para doses, são apresentados a curva de melhor ajuste (L = linear simples ou Q = quadrática) e o valor de R<sup>2</sup>.

## Referências bibliográficas

- ANDRADE, J. B.; BENINTENDE, R. B.; FERRARI JÚNIOR, E.; PAULINO, V. T.; HENRIQUE, V.; WERNER, J. C.; MATTOS, H. B. Nitrogênio e Potássio na produção e composição de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1996. v. 2. p. 283-285.
- ANDREW, C. S.; ROBINS, M. F. The effect of phosphorus on the growth, chemical composition, and critical phosphorus percentages of some tropical pasture grasses. **Australian Journal Agricultural Research**, v.22, n.5, p.693-706, 1971.
- BATISTA, K. **Respostas do capim-marandu a doses de nitrogênio e enxofre**. 2002. 91f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- COUTINHO, E. L. M.; SILVA, A. R.; MONTEIRO, F. A.; RODRIGUES, L. R. A. Adubação potássica em forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 21., 2004, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 219-277.
- FAQUIN, V.; LIMA, D.V.; FURTINI NETO, A. E.; MORAES, A. R.; CURI, N.; HIGA, N.T. Nutrição mineral do braquiarião e da soja cultivados em latossolos sob cerrado da região de Cuiabá, M.T. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, p.110-117, 2000.
- GATES, C. E. A user's guide to misanalyzing planned experiments. **HortScience**, v.26, n.10, p.1262-1265, 1991.
- HOPKINS, A.; ADAMSON, A. H.; BOWLING, P. J. Response of permanent and reseeded grassland to fertilizer nitrogen. 2. Effects on concentrations of Ca, Mg, K, Na, S, P, Mn, Zn, Cu, Co and Mo in herbage at a range of sites. **Grass and Forage Science**, v. 49, p. 9-20, 1994.
- JONES, W. F.; WATSON, V. H. Response of hybrid bermudagrass to sulfur application. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 22, p. 505-515, 1991.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.
- MATTOS, W. T. **Diagnose nutricional de potássio nas *Braquiarias decumbens e brizantha***. 1997. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1997.
- MATTOS, W. T.; SANTOS, A. R.; ALMEIDA, A. A. S.; CARREIRO, B. D. C.; MONTEIRO, F. A. Aspectos produtivos e diagnose nutricional do capim-Tanzânia submetido a doses de potássio. **Magistra**, v.14, p. 37-44, 2002.
- MONTEIRO, FA.; COLOZZA, M. T.; WERNER, J. C. Enxofre e micronutrientes em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 21., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 279-301.

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* cv. Marandu em solução nutritiva com omissões de macronutrientes. **Scientia Agricola**, v. 52, n.1, p.135-141, 1995.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington, National Academy Press, 2001. 381p.

SCOTT, N. M.; WATSON, M. E.; CALDWELL, K. S. Response of grassland to the application of sulphur at two sites in north-east Scotland. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 34, p. 357-361, 1983.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H. et al. 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).

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

#### Comunicado Técnico, 58

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

**Embrapa Pecuária Sudeste**

Endereço: Rod. Washington Luiz, km 234

Fone: (16) 3361-5611

Fax: (16) 3361-5754

Endereço eletrônico: [sac@cppse.embrapa.br](mailto:sac@cppse.embrapa.br)

1ª edição

1ª impressão (2005): 250 exemplares

#### Comitê de publicações

Presidente: *Alfredo Ribeiro de Freitas*.

Secretário-Executivo: *Edison Beno Pott*

Membros: *André Luiz Monteiro Novo, Odo Primavesi, Maria Cristina Campanelli Brito, Sônia Borges de Alencar.*

#### Expediente

Revisão de texto: *Edison Beno Pott*

Editoração eletrônica: *Maria Cristina Campanelli Brito.*