

# ADUBAÇÃO E PRODUÇÃO DE *Paspalum* EM DOIS NÍVEIS DE FERTILIDADE DE LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO: ESTABELECIMENTO E MANUTENÇÃO<sup>1</sup>

*Paspalum* fertilizer response and yield in two fertility level of an oxisol (Hapludox): establishment and maintenance

Odo Primavesi<sup>2</sup>, Ana Cândida Primavesi<sup>3</sup>, Luiz Alberto Rocha Batista<sup>2</sup>, Rodolfo Godoy<sup>2</sup>

## RESUMO

Foram determinadas as doses de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O necessárias para a obtenção da máxima produção de forragem de *Paspalum regnellii*, em dois níveis de fertilidade do solo, quanto a P e K. Os experimentos foram instalados em Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, em São Carlos, SP. Utilizou-se fatorial fracionado (1/2)<sup>4</sup> com dois blocos ao acaso, total de 32 parcelas, sem repetição. Os tratamentos foram quatro doses de N e de K<sub>2</sub>O (0, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> no primeiro e segundo ano), como uréia e cloreto de potássio respectivamente, e quatro doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0, 80, 160, 240 kg ha<sup>-1</sup> no primeiro ano e 0, 70, 140 e 210 kg ha<sup>-1</sup> no segundo ano), como superfosfato triplo. No período das chuvas, foram realizados cortes a cada 35 dias de descanso em média. As doses de N, P e K para a máxima produção de forragem de *Paspalum regnellii*, no primeiro ano foram, em kg ha<sup>-1</sup>: N = 210, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 240, K<sub>2</sub>O = 190, no solo com fertilidade baixa e N = 250, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 240, K<sub>2</sub>O = 180 no solo com fertilidade média, e no segundo ano: N = 300, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 210, K<sub>2</sub>O = 300, no solo com fertilidade baixa e N = 300, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 190, K<sub>2</sub>O = 290 no solo com fertilidade média, com produções de matéria seca de, respectivamente, 5.428 kg ha<sup>-1</sup> e 7.789 kg ha<sup>-1</sup> no primeiro ano, e no segundo ano de 13.084 e 10.468 kg ha<sup>-1</sup>.

**Termos para indexação:** fósforo, nitrogênio, potássio, produção de forragem.

## ABSTRACT

The goal of this work was to determine the best rates of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and K<sub>2</sub>O to get maximum forage yield of *Paspalum regnellii* Bra 019186 grown in two soil fertility levels: low and medium in P and K. The experiments were set up in a typical Red-yellow latosol (Hapludox), in São Carlos, SP, Brazil. Experimental design was an incomplete (1/2)<sup>4</sup> factorial with a total of 32 plots, in two randomized blocks, without replication. Treatments were four rates of N and K<sub>2</sub>O (0, 100, 200, and 300 kg ha<sup>-1</sup> in the first and second year), using urea and potassium chloride, and four rates of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0, 80, 160, 240 kg ha<sup>-1</sup> in the first year and 70, 140, 210 kg ha<sup>-1</sup> in the second year), using triple superphosphate. Cuttings were done, mainly each 35 days, in the rain season. The N, P, K rates for maximum yield in the first year were, in kg ha<sup>-1</sup> with low fertility: N = 210, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 240, K<sub>2</sub>O = 190; and with medium fertility: N = 250, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 240, K<sub>2</sub>O = 180, and in the second year: N = 300, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 210, K<sub>2</sub>O = 300, in soil with low fertility, and N = 300, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 190, K<sub>2</sub>O = 290 in soil with medium fertility, resulting in forage yields of, respectively, 5,428 and 7,789 kg ha<sup>-1</sup> of dry matter in the first year, and of 13,084 e 10,468 kg ha<sup>-1</sup> in the second year.

**Index terms:** forage yield, nitrogen, phosphorus, potassium.

(Recebido em 27 de abril de 2006 e aprovado em 2 de abril de 2007)

## INTRODUÇÃO

Os conhecimentos obtidos por meio do estudo de respostas de plantas forrageiras à adubação podem ser instrumentos eficazes para dar suporte à escolha de um manejo mais adequado para manter a capacidade de suporte de sistemas intensivos de produção de bovinos.

Batista & Godoy (2000) mostram a necessidade da diversificação das opções de forrageiras e a importância das espécies de *Paspalum* como pastagens cultivadas. O gênero *Paspalum* se destaca entre as gramíneas nativas

com potencial forrageiro e resistência à cigarrinha. A fertilização com nitrogênio, fósforo e potássio pode ser um fator extremamente importante na produtividade das espécies forrageiras do gênero *Paspalum*, mas são escassos os trabalhos que mencionem a sua influência no aumento dessa produtividade.

Em razão da importância de novas espécies forrageiras estarem disponíveis para sistemas intensivos de produção animal e da necessidade de estudos referentes ao manejo dessas plantas e de orientação para critérios de manejo, objetivou-se, neste estudo, verificar

<sup>1</sup>Trabalho financiado pelo Convênio Embrapa/Unipasto; Forragicultura.

<sup>2</sup>Engenheiros Agrônomos, Doutores – Embrapa Pecuária Sudeste/CPPSE – Cx. P. 336 – 13560-970 – São Carlos, SP – odo@cnpse.embrapa.br; lbatista@cnpse.embrapa.br; godoy@cnpse.embrapa.br

<sup>3</sup>Engenheira Agrônoma, Doutora, Aposentada – Embrapa Pecuária Sudeste/CPPSE – Cx. P. 336 – 13560-970 – São Carlos, SP – anacprima@yahoo.com.br

a resposta da forrageira a doses crescentes de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, e determinar as doses necessárias para obtenção da máxima produção de forragem de *Paspalum regnellii* Mez (1917), em função de fertilidade diferenciada quanto a fósforo e potássio de um Latossolo Vermelho-Amarelo, representativo da região e do ecossistema Cerrados.

### MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados, em Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (LVAd), na fazenda Canchim, da Embrapa Pecuária Sudeste, situada em São Carlos, SP, latitude de 22°01' S e longitude de 47°54' W, em altitude de 836 m, sob clima tropical de altitude. Foi coletada amostra de terra em julho de 2003 para análises químicas de rotina, e foi aplicado calcário em 18/09/2003 para elevar a saturação por bases a 60%. Em 12/11/2003 foi feita nova coleta de terra da área do experimento, nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm para análise de rotina (RAIJ et al., 2001) e determinação do teor de nitrato (Tabela 1) e análise granulométrica (Tabela 2), e em 14/11/2003, adubações fosfatada e potássica para criar fertilidade média em fósforo (13 a 30 mg dm<sup>-3</sup>) e potássio (1,3 a 3,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) no solo (RAIJ et al., 1996). Em 17/11/2003 foram semeados 4 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis de *Paspalum regnellii* BRA 019186, em parcelas com 1 m

de largura (cinco linhas espaçadas de 20 cm) e 6 m de comprimento.

Utilizou-se como esquema experimental um fatorial fracionado (1/2)<sup>4</sup> com dois blocos ao acaso, num total de 32 parcelas, sem repetição, de acordo com Andrade & Noleto (1986). Os tratamentos no primeiro ano (adubação de formação) constaram de quatro doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de N), na forma de uréia, quatro doses de fósforo (0, 80, 160, 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), como superfosfato triplo, e quatro doses de potássio (0, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), como cloreto de potássio. No ano de estabelecimento, as doses de fósforo foram aplicadas totalmente na semeadura (17/11/03) e as de nitrogênio e potássio foram parceladas respectivamente na semeadura e após os cortes. No segundo ano (adubação de manutenção), os tratamentos constaram de quatro doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de N), na forma de uréia, quatro doses de P (0, 70, 140, 210 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), como superfosfato triplo, e quatro doses de potássio (0, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), como cloreto de potássio. As doses de fósforo foram aplicadas totalmente no início da estação chuvosa, e as de nitrogênio e de potássio foram parceladas, respectivamente, no início das águas e depois de cada corte (Tabela 3).

Tabela 1 – Características químicas dos solos anteriores à instalação dos experimentos, ano 2003, e durante o andamento, em 2004.

Prof. cm	pH CaCl <sub>2</sub>	MO g dm <sup>-3</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	K	Ca	Mg	H+Al	CTC	V %	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg dm <sup>-3</sup>
-----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----										
Amostragem em 12/11/2003*										
Fertilidade baixa										
0-20	5,1	16	4	1,0	19	10	24	54	55	12,6
20-40	4,8	13	2	0,6	12	5	23	41	43	3,7
40-60	4,8	12	2	0,5	10	4	22	37	39	3,9
Fertilidade média										
0-20	5,1	17	4	0,9	18	10	22	51	56	7,8
20-40	4,8	13	3	0,6	13	5	24	43	44	9,8
40-60	4,8	12	2	0,4	9	3	23	36	35	4,4
Amostragem em 12/03/2004										
Fertilidade baixa										
0-20	4,7	12	1	0,6	11	8	30	49	40	-
Fertilidade média										
0-20	5,1	14	15	0,9	16	9	25	51	51	-

Prof.= profundidade. \* Calagem realizada em 18/09/2003. Adubação corretiva de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O para nível de fertilidade média em 14/12/2003. Adubação de semeadura em 17/11/2003.

Tabela 2 – Granulometria do solo.

Profundidade	Areia	Argila	Silte
cm	----- g kg <sup>-1</sup> -----		
0-20	732	238	30

Tabela 3 – Parcelamento das doses dos adubos contendo nitrogênio e potássio.

Doses totais de N e K <sub>2</sub> O	Época de aplicação, no primeiro e segundo ano, de doses de N e K <sub>2</sub> O			
	Plantio/ Início das águas	Após primeiro corte	Após segundo corte	Após terceiro corte
kg ha <sup>-1</sup>			kg ha <sup>-1</sup>	
100	20	35	35	10
200	40	70	70	20
300	40	100	100	60

Primeiro ano (primeiro corte: 19/03/2004; segundo corte: 19/04/2004; terceiro corte: 14/06/2004).

Segundo ano (primeiro corte: 13/12/2004; segundo corte: 17/01/2005; terceiro corte: 21/02/2005; quarto corte: 14/06/2005).

A precipitação no período estudado foi de 1.012 mm no primeiro ano, e de 999 mm no segundo ano.

A área das parcelas era de 6 m<sup>2</sup>, e a produção de forragem foi em área útil de 3 m<sup>2</sup>. As plantas foram cortadas a uma altura de 15 cm, a cada 35 dias de descanso, no período das chuvas. Após os cortes foi feita a pesagem da matéria fresca da parcela, e retirada uma amostra com 500 g que foi secada a 60°C em estufa com circulação forçada de ar por 48 horas até peso constante, para a determinação do teor de água e posterior cálculo da matéria seca. A partir de alíquotas de matéria seca, foi determinado o conteúdo de fibra não solúvel, em detergente neutro (FDN) utilizando o método descrito por Souza et al. (1999), e de proteína bruta (PB) conforme método descrito por Silva (1981).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão e de variância, utilizando-se, respectivamente, os procedimentos REG e GLM do pacote estatístico SAS Institute (1993). Para as produções de cada experimento, por meio do modelo polinomial quadrático, foram ajustadas funções da superfície de resposta do tipo  $Y = b_0 + b_1N + b_2N^2 + b_3P + b_4P^2 + b_5K + b_6K^2 + b_7NP + b_8NK + b_9PK$ , onde Y é a produção de matéria seca de forragem (t ha<sup>-1</sup>), b é o coeficiente de regressão, e N, P e K são as doses de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, em kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Primeiro ano

A análise de variância detectou, no solo com fertilidade baixa em P e K, resposta ao nitrogênio e ao fósforo e, no solo com fertilidade média, apenas ao

nitrogênio (Tabela 4) para a produção de forragem. Foi verificada resposta quadrática ao nitrogênio nos dois solos, o que era esperado, pois a análise de N-nítrico no início do experimento, nos dois solos, indicou média disponibilidade de nitrogênio. Valores acima de 20 mg dm<sup>-3</sup> na camada superior (120 a 140 mg dm<sup>-3</sup> no perfil do solo de 100 cm) são considerados adequados para elevada produção de grãos (BUCHNER & STURM, 1980), teor a partir do qual não ocorre resposta à adubação nitrogenada (Heitor Cantarella, 2006)<sup>4</sup>.

Os teores de proteína bruta apresentaram resposta linear às doses de nitrogênio, e variaram de 12,7% a 17,3% dependendo do tratamento, no solo com fertilidade baixa e de 13% a 17,3% no solo com fertilidade média. Esses teores são considerados excelentes, pois o valor do nível crítico de proteína bruta na dieta, estabelecido por Milford & Minson (1965), como limite do consumo voluntário, é de 7%. Porém, deve-se considerar que a resposta ao N foi quadrática, sugerindo que os valores mais elevados de PB, na realidade, refletem acúmulo de formas não protéicas ou mesmo mineral de N na forragem, como o N-nítrico, parecendo estar o máximo de proteína real em torno de 14% +/- 2% (PRIMAVESI et al., 2001, 2003).

Houve resposta linear dos teores de FDN às doses de nitrogênio e de potássio no solo com fertilidade baixa, o que não foi observado no solo com fertilidade média em P e K. Os teores de FDN variaram de 68,7% a 72,9% no solo com fertilidade baixa, e de 71,9% a 75,2% no solo com

<sup>4</sup>Comunicação pessoal, Instituto Agronômico de Campinas.

fertilidade média. O conteúdo de FDN de uma forragem é importante tanto para avaliação da sua qualidade nutricional como também por estar relacionada ao consumo máximo de matéria seca (MERTENS, 1994). Para Sandles (1999), quando o teor de FDN aumenta a ingestão de matéria seca reduz, e segundo Brâncio et al. (2002), quando os valores de FDN nas folhas e colmos de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. foram superiores a 75%, houve redução do consumo de matéria seca nessas pastagens, mesmo considerando-se uma dieta composta exclusivamente por folhas. Os valores de FDN, obtidos no presente trabalho, são consistentes com os observados na literatura para capins tropicais (REID et al., 1988; SILVA et al., 2002).

Na Tabela 5, observa-se a produção de forragem de *P. regnellii*, nos solos com baixa e média fertilidade, no primeiro ano de estabelecimento.

No solo com fertilidade baixa, as produções de forragem aumentaram até a dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N, enquanto no solo com fertilidade média os dados indicam proximidade do ponto de máxima acumulação, com a dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> de N. Nesse solo não houve diferença entre as doses 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de N na produção de matéria seca total de forragem, o mesmo sendo observado no solo com fertilidade média, mas em ambos os solos os tratamentos com nitrogênio resultaram em maiores produções de forragem que o tratamento que não recebeu nitrogênio. Essas maiores produções totais de forragem nos tratamentos que receberam nitrogênio, em relação aos que não receberam, também foi verificada por Kalmbacher & Martin (1999) em *Paspalum atratum* Swallen. Somente no solo com fertilidade baixa houve resposta ao fósforo, sendo a maior produção total de forragem obtida com a dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

No solo com fertilidade baixa houve efeito das doses de fósforo na produção de forragem no primeiro e segundo cortes, e das doses de nitrogênio no segundo

corte. No solo com fertilidade média houve resposta apenas às doses de nitrogênio no segundo e terceiro cortes. O solo com fertilidade baixa apresentava teores baixos de P-resina (Tabela 1), provavelmente por este motivo houve resposta à aplicação desse nutriente. A faixa de valores baixos para concentração de P-resina para culturas perenes é de 6 a 12 mg dm<sup>-3</sup> e de valores médios é de 13 a 30 mg dm<sup>-3</sup>, conforme Rajj et al. (1996).

As produtividades de forragem obtidas no solo com fertilidade média em P e K, foram maiores que as obtidas no solo com fertilidade baixa. Sabe-se que são esperadas altas respostas ao nitrogênio em solos corrigidos e com alta ou média disponibilidade de fósforo e potássio (CANTARELLA, 1996), provavelmente devido a um melhor desenvolvimento radicular das plantas, que encontram maiores quantidades de nutrientes disponíveis.

Na Tabela 5 também encontram-se os teores médios, em dois cortes, de proteína bruta (PB) e de fibra detergente neutro (FDN). Nos dois solos os teores de proteína aumentaram somente com as doses de nitrogênio.

Esse aumento do teor de proteína com o aumento das doses de N é esperado, pois o N absorvido pelas plantas junta-se às cadeias carbonadas formando os aminoácidos que aumentam o teor de proteína bruta da forragem (NOLLER & RHYKERD, 1974). Outros autores também verificaram esse efeito benéfico do nitrogênio na composição química da forragem produzida (COSTA et al., 1992; RUGGIERI et al., 1995).

Embora não tenha havido interação entre os nutrientes, verificou-se (Tabela 6) que nos solos com fertilidade baixa e média, com a dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> houve aumento da produção de matéria seca, com o acréscimo das doses de nitrogênio. Já nas doses 160 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, as maiores produções de forragem foram alcançadas com a dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, em ambos os solos, sendo o melhor tratamento o que recebeu 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 200 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio.

Tabela 4 – Média da produção de forragem, de *Paspalum regnellii* e média dos teores de proteína bruta e de FDN, em resposta à adubação com N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O e em duas fertilidades de solo, no primeiro ano de plantio.

Estatísticas	Solo fertilidade baixa			Solo fertilidade média		
	Matéria seca kg ha <sup>-1</sup>	PB %	FDN %	Matéria seca kg ha <sup>-1</sup>	PB %	FDN %
Média	3.100	15,0	71,7	5.542	15,0	72,9
Teste F	NL**, NQ**, PL**	NL**	NL*, KL*, NKL*	NL**, NQ**	NL**, NKL**	ns
CV, %	34,4	4,0	1,4	20,1	4,6	3,2
r <sup>2</sup>	0,77	0,86	0,64	0,78	0,79	0,29

Em teste F são indicados somente os coeficientes significativos ao nível de 5 (\*) e 1% (\*\*).

NL, NQ = componente linear e quadrático para N, respectivamente. PL = componente linear para P

Tabela 5 – Produção de forragem de *Paspalum regnellii* e teores de proteína bruta (PB) e de fibra em detergente neutro (FDN), em resposta à adubação com N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, em duas fertilidades de solo, no primeiro ano de estabelecimento.

Doses	Solo com fertilidade baixa			Solo com fertilidade média		
	Produção kg ha <sup>-1</sup> MS	FDN ----- % -----	PB -----	Produção kg ha <sup>-1</sup> MS	FDN ----- % -----	PB -----
<b>N</b>						
0	1632	70,9	13,8	3063	72,3	14,0
100	3367	71,6	14,6	5745	73,2	14,4
200	4026	72,5	15,2	6612	72,3	15,1
300	3321	71,8	16,8	6750	73,6	16,3
Dms	1694*	0,6**	1,6**	2624*	Ns	1,4*
<b>P</b>						
0	1471	71,7	15,1	5206	73,2	15,3
80	3382	71,6	15,5	5551	73,2	15,0
140	3228	72,1	14,6	5450	72,0	15,0
210	4265	71,4	15,2	5963	73,1	14,6
Dms	1694*	ns(7%)	ns	ns	Ns	ns
<b>K</b>						
0	2398	71,0	15,2	4978	72,6	15,2
100	3645	71,3	15,4	5930	72,5	15,1
200	2957	72,4	14,8	5868	72,8	14,7
300	3345	72,1	15,0	5394	73,3	14,8
Dms	ns	0,6**	ns	ns	Ns	ns
CV%	26,4	0,4	5,0	22,8	3,7	4,4
r <sup>2</sup>	0,98	0,99	0,97	0,95	0,83	0,97

Tabela 6 – Produção de matéria seca (MS) de forragem de *Paspalum regnellii* para as doses de nitrogênio interagindo com as de fósforo em solos de fertilidade baixa e média, no primeiro ano de estabelecimento.

Doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg ha <sup>-1</sup>	Solo com fertilidade baixa				Solo com fertilidade média			
	Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )							
	0	100	200	300	0	100	200	300
0	757	1.729	2.132	1.266	2.095	6.206	6.014	6.510
80	1.959	3602	3.514	4.454	3.683	5.627	5.538	7.355
160	1.760	3.335	4.352	3.466	3.600	5.542	6.411	6.245
240	2.053	4.803	6.106	4.096	2.873	5.603	8.484	6.891

No primeiro ano, as equações relacionando produção de forragem e doses de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O aplicadas nos dois experimentos, com indicação de significância dos coeficientes (\*\* nível de 1%), foram:  $Y = -421,39777 + 25,3411**N - 0,06101**N^2 + 14,37363**P - 0,03415P^2 + 11,20639K - 0,02147K^2 + 0,01905NP - 0,02408NK + 0,00832PK$ , no solo de fertilidade baixa, e  $Y1 = 2.568,697 + 29,18256**N - 0,06358**N^2 + 0,50528P + 0,00658P^2 -$

$10,61541K - 0,03565K^2 + 0,0044NP + 0,00863NK - 0,00023511PK$ , no solo de fertilidade média.

As doses de fertilizantes para a máxima produção agrônômica de forragem de *P. regnellii*, no período chuvoso, foram de 210 kg ha<sup>-1</sup> de N, 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e de 190 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O no solo com fertilidade baixa; e no solo com fertilidade média de 250 kg ha<sup>-1</sup> de N, 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e de 180 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. As produções máximas foram de

5.428 e 7.789 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, nos solos com fertilidade baixa e média.

Essas doses de nutrientes para adubação de formação de gramíneas são bem maiores do que as recomendadas para pasto exclusivo do grupo II no Estado de São Paulo, grupo no qual o gênero *Paspalum* está incluído, e cujas doses para solos com fertilidade baixa são para N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O: 0, 80 e 50 kg ha<sup>-1</sup> e para fertilidade média: 0, 40 e 0, respectivamente. Se 30 dias após a germinação, as plantas apresentam sintomas de deficiência de nitrogênio aplicam-se 40 kg ha<sup>-1</sup> de N (WERNER et al., 1996). No entanto, deve-se considerar que esses valores são recomendados para as forrageiras manejadas em sistema extensivo de pastejo.

### Segundo ano

A análise de variância, detectou que no segundo ano, no solo com fertilidade baixa em P e K houve resposta ao nitrogênio e ao fósforo, com interação N x P significativa, e no solo com fertilidade média apenas ao nitrogênio (Tabela 7).

A produtividade de forragem obtida no solo com fertilidade média, foi semelhante à obtida no solo com fertilidade baixa, indicando que, provavelmente, no segundo ano, a fertilidade do solo deixa de ter influência na resposta à adubação. Em trabalhos de adubação para recuperar pastagens degradadas tem-se observado maiores produções de forragem no segundo ano, em relação ao primeiro (CUNHA et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2003, 2005)

Tabela 7 – Produção de matéria seca (MS) de *Paspalum regnellii*, em duas fertilidades de solo, em resposta à adubação com N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, no segundo ano.

Doses	Produção de forragem									
	----- Cortes - Fertilidade baixa -----					----- Cortes - Fertilidade média -----				
	1	2	3	4	total	1	2	3	4	total
kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup> MS									
N										
0	1.618	2.236	924	1.282	6.059	1.763	1.452	785	817	4.817
100	1.883	2.821	1.233	1.294	7.230	2.273	2.255	983	1.347	6.859
200	2.435	3.550	1.090	1.737	8.812	2.601	2.259	1.016	1.738	7.614
300	2.198	2.950	1.155	1.866	8.168	3.063	2.953	1.207	1.866	9.089
Dms	ns	ns	ns	ns	ns	890*	818*	ns	846*	1901**
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>										
0	1.277	1.867	833	934	4.912	2.374	2.076	1.050	1.438	6.938
70	2.093	2.889	1.172	1.519	7.673	2.401	2.311	1.112	1.490	7.313
140	2.144	2.909	1.427	1.550	8.030	2.512	2.343	909	1.400	7.165
210	2.620	3.891	969	2.176	9.655	2.413	2.189	920	1.440	6.962
Dms	ns	ns	501	ns	ns (7%)	Ns	ns	ns	ns	ns
K <sub>2</sub> O										
0	1.867	2.723	1.234	1.187	7.010	2.249	2.225	965	1.187	6.625
100	2.347	3.397	1.091	1.450	8.285	2.568	2.265	923	1.422	7.177
200	1.798	2.559	1.028	1.719	7.105	2.488	2.382	1.059	1.519	7.448
300	2.121	2.877	1.048	1.823	7.869	2.396	2.047	1.044	1.641	7.128
Dms	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns
Média										7.567
Teste F										NL*, PL**, NPL*
CV%										31,1
r <sup>2</sup>										0,93

Em teste F são indicados somente os coeficientes significativos ao nível de 5 (\*) e 1% (\*\*).

NL = componente linear e quadrático para N, respectivamente. PL = componente linear para P; NP = interação N x P.

e este fato pode estar relacionado à necessidade de recuperação das estruturas da planta forrageira, como a coroa e o sistema radicular para que a mesma possa expressar seu potencial de resposta em produtividade (OLIVEIRA et al., 2003).

No presente experimento, no solo com fertilidade baixa, onde as quantidades de nutrientes disponíveis são pequenas, é possível que as plantas em formação não apresentassem, no primeiro ano, a coroa e o sistema radicular bem desenvolvidos, não tendo assim a possibilidade de atingir seu potencial de produtividade. No segundo ano, as produções de forragem foram maiores que as obtidas no primeiro ano, em especial na baixa fertilidade, provavelmente porque na fase de estabelecimento, a demanda de nutrientes pelas plantas era maior, por estarem crescendo, formando e desenvolvendo seus órgãos, e no segundo ano (manutenção), a biomassa da coroa já se formou e o sistema radicular já desenvolvido absorvia nutrientes e água de volume bem maior de solo.

Na Tabela 7 observam-se a produção de forragem de *P. regnellii* por corte e total, nos solos com baixa e média fertilidade, no segundo ano.

No solo com fertilidade média, a produção de forragem aumentou até a dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio. Nesse solo não houve diferença entre as doses 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na produção de matéria seca total de forragem, mas os tratamentos com nitrogênio resultaram em maiores produções de forragem que o tratamento que não recebeu nitrogênio. Somente no solo com fertilidade baixa houve resposta ao fósforo, sendo a maior produção total de forragem obtida com a dose de 210 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

No segundo ano, as maiores produções de matéria seca de forragem foram obtidas no segundo corte, no solo com fertilidade baixa e no primeiro corte, no solo com fertilidade média. No segundo ano, no solo com baixa

fertilidade em P e K o fósforo foi o nutriente mais limitante na produção de forragem, seguido do nitrogênio, e no solo com fertilidade média, somente o nitrogênio. No solo com fertilidade baixa houve efeito de doses de fósforo na produção de forragem, no terceiro corte. No solo com fertilidade média houve resposta ao nitrogênio no primeiro, segundo e quarto cortes.

Verificou-se interação N x P (Tabela 7) no solo com fertilidade baixa, sendo que com a dose de 140 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> houve aumento da produção de matéria seca, com o acréscimo das doses de nitrogênio e nas doses de 70 e 210 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> as maiores produções de forragem foram alcançadas com a dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N (Tabela 8). No solo com fertilidade média, houve aumento da produção de matéria seca, com o acréscimo das doses de nitrogênio para todas as doses de fósforo.

No segundo ano, as equações relacionando produção de forragem de *Paspalum* e doses de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O aplicadas nos dois experimentos, com indicação de significância dos coeficientes (\*\* no nível de 1%), foram:  $Y = 5.917,273 + 2,927N - 0,04539N^2 + 17,45193P - 0,05796P^2 - 2,60563K - 0,01277K^2 + 0,10312**NP + 0,0518NK + 0,00057735PK$ , no solo de fertilidade baixa, e  $Y1 = 5768,19 + 12,0652N - 0,01417N^2 - 1,47136P - 0,02947P^2 - 0,21993K - 0,02181K^2 + 0,01189NP + 0,03004NK + 0,03844PK$ , no solo de fertilidade média.

As doses de fertilizantes, para a máxima produção agrônômica de forragem de *P. regnellii*, foram de 300 kg ha<sup>-1</sup> de N, 210 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e de 300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O no solo com fertilidade baixa, e no solo com fertilidade média de 300 kg ha<sup>-1</sup> de N 190 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e de 290 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, com produções máximas agrônômicas de 13.083 e 10.468 kg ha<sup>-1</sup>, nos solos com fertilidade baixa e média em P e K.

Esses valores de nutrientes também são bem maiores do que os recomendados para adubação de manutenção de gramíneas, para pasto exclusivo do grupo

Tabela 8 – Produção de matéria seca (MS) de forragem de *Paspalum regnellii* para as doses de nitrogênio interagindo com as de fósforo, em solos de fertilidade baixa e média, no segundo ano de estabelecimento.

Doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg ha <sup>-1</sup>	Doses de N -----							
	----- Solo fertilidade baixa -----				----- Solo fertilidade média -----			
	kg ha <sup>-1</sup>							
	0	100	200	300	0	100	200	300
	kg ha <sup>-1</sup> MS							
0	5.693	5.077	5.433	3.445	4.607	6.737	7.577	8.832
70	5.882	7.473	9.985	7.350	4.912	7.059	7.961	9.321
140	5.833	7.084	8.167	11.036	5.973	7.213	6.417	9.056
210	6.828	9.285	11.663	10.841	3.777	6.425	8.500	9.146

II, no Estado de São Paulo, grupo no qual o gênero *Paspalum* está incluído, e cujas doses máximas para solos com fertilidade baixa são: 60, 40 e 40 e fertilidade média: 60, 20 e 20 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente (WERNER et al., 1996). Deve-se considerar que esses valores são recomendados para as forrageiras manejadas em sistema extensivo de pastejo. No sistema intensivo, onde é necessário obter altas produções de forragem, os nutrientes devem estar presentes em quantidade adequadas, pois qualquer nutriente pode limitar a produtividade das pastagens (SANTOS JÚNIOR, 2001).

Verificou-se que as produções de forragem de *P. regnellii* adubado foram semelhantes aos de *Brachiaria decumbens* intensamente adubada, quando se consideram quatro períodos de corte da pastagem estabelecida, e que variou de 9,8 a 13,5 Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca (PRIMAVESI et al., 2004). Quanto à qualidade de forragem, Batista et al. (2005) verificaram similaridade nos teores de proteína bruta e de fibra em detergente neutro com relação aos do capim-braquiária produzida em condições similares de solo e de fertilidade, podendo o teor de fibra ser menor quando se reduz a idade de corte para em torno de 20 dias, como verificado para *P. atratum* (HARE et al., 2001), cuja viabilidade necessita ser testada em nossas condições.

### CONCLUSÕES

No ano de formação da pastagem de *Paspalum regnellii*, e no segundo ano, ocorrem respostas para nitrogênio e fósforo no solo com fertilidade baixa e para nitrogênio no solo com fertilidade média em fósforo e potássio.

A produção de forragem de *P. regnellii* é maior no primeiro ano no solo com fertilidade média em fósforo e potássio e, no segundo ano, é levemente superior no solo com fertilidade baixa.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, D. F.; NOLETO, A. Q. Exemplos de fatoriais fracionados (1/2)<sup>4</sup> e (1/4)<sup>4</sup> para o ajuste de modelos polinomiais quadráticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 677-680, 1986.

BATISTA, L. A. R.; GODOY, R. Caracterização preliminar e seleção de germoplasma do gênero *Paspalum* para produção de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 23-32, 2000.

BATISTA, L. A. R.; MEIRELLES, P. R. de L.; GODOY, R. Produção e qualidade da forragem em acessos selecionados de *Paspalum* na região central do estado de

São Paulo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia, Goiás. **Anais...** Goiânia: UFGO, 2005.

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

BUCHNER, A.; STURM, H. **Gezielter duengen**: intensiv, wirtschaftlich, umweltbezogen. Frankfurt-Main: LG Verlag, 1980. 319 p.

CANTARELLA, H. Adubação com nitrogênio, potássio e enxofre. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. p. 22-27. (Boletim técnico, 100).

COSTA, C.; FAVORETTO, V.; MALHEIROS, E. B. Variação na estrutura da vegetação de duas cultivares de *Panicum maximum* Jacq. (Colonião e Tobiatã) submetidas a diferentes tipos de manejo. Composição em proteína bruta e digestibilidade "in vitro" da matéria seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 12, p. 1659-1670, 1992.

CUNHA, M. K.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JÚNIOR, P.; SIEWERDT, F. Doses de nitrogênio e enxofre na produção e qualidade da forragem de campo natural de planossolo no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 651-658, 2001.

HARE, M. D.; SAEGKHAM, M.; KAEWKUNYA, C.; TUDSRI, S.; SURIYAJANTRATONG, W.; THUMMASAEG, K.; WONGPICHET, K. Effect of cutting on yield and quality of *Paspalum atratum* in Thailand. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 35, p. 144-150, 2001.

KALMBACHER, R. S.; MARTIN, F. G. Effect of N rate and time of application on atra paspalum. **Tropical Grasslands**, Saint Lucia, v. 33, p. 214-221, 1999.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JUNIOR, G. C.; COLLINS, M.; MERTENS, D. R.; MOSER, L. E. (Eds.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: ASA; CSSA; SSSA, 1994. cap. 11, p. 450-493.

- MILFORD, R.; MINSON, D. J. Intake of tropical pasture species. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9., 1965, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 1965. v. 1, p. 815-822.
- NOLLER, C. H.; RHYKERD, C. L. Relation of nitrogen fertilization and chemical composition of forage to animal health and performance. In: MAYS, D. A. **Forage fertilization**. Madison: Crop Science Society of America, 1974. cap. 17, p. 363-393.
- OLIVEIRA, P. P. A.; BOARETTO, A. E.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, W. S.; CORSI, M. Liming and fertilization for restoring degraded *Brachiaria decumbens* pasture on sandy soil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 1, p. 125-131, 2003.
- 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**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1121-1129, 2005.
- PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; PRIMAVESI, A. C.; CANTARELLA, H.; ARMELIN, M. J. A.; SILVA, A. G.; FREITAS, A. R. de. **Adubação com uréia em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross**: eficiência e perdas. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. 42 p. (Circular técnica, 30).
- PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; PRIMAVESI, A. C.; CANTARELLA, H.; SILVA, A. G. **Adubação com uréia em pastagem de *Brachiaria brizantha* sob manejo rotacionado**: eficiência e perdas. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2003. 6 p. (Comunicado técnico, 41).
- PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C.; CORRÊA, L. A.; ARMELIN, M. J. A.; FREITAS, A. R. **Calagem em pastagem de *Brachiaria decumbens* recuperada com adubação nitrogenada em cobertura**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2004. 32 p. (Circular técnica, 37).
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; ABREU, C. A. Interpretação de resultados de análise de solo. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. p. 8-13. (Boletim técnico, 100).
- RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. (Eds.). **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: IAC, 2001. 285 p.
- REID, R. L.; JUNG, G. S.; THAYNE, W. V. Relationships between nutritive quality and fiber components of cool season and warm season forages: a retrospective study. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 66, p. 1275-1291, 1988.
- RUGGIERI, A. C.; FAVORETTO, V.; MALHEIROS, E. B. Efeito de níveis de nitrogênio e regimes de corte na distribuição, na composição bromatológica e na digestibilidade “in vitro” da matéria seca da *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. Marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 222-232, 1995.
- SANDLES, L. Forage utilization efficiency: an Australian perspective. In: LYONS, T. P.; JACQUES, K. A. (Eds.). **Biotechnology in the feed industry**. Nottingham: Altech, 1999. p. 343-354.
- SANTOS JÚNIOR, J. D. G. **Dinâmica de crescimento e nutrição do capim-marandu submetido a doses de nitrogênio**. 2001. 79 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2001.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user’s guide**: statistics. Versão 6.4. Cary, 1993. 1686 p.
- SILVA, D. J. **Análise de alimentos, métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 1981. 166 p.
- SILVA, M. M. P.; VASQUEZ, H. M.; SILVA, J. F. C.; BRESSAN-SMITH, R. E.; ERBESDOBLER, E. A.; SOARES, C. S. Composição bromatológica, disponibilidade de fforragem e índice de área foliar de 17 genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) sob pastejo, em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 313-320, 2002.
- SOUZA, G. B. de; NOGUEIRA, A. R. de; BATISTA, L. A. R. **Método alternativo para determinação de fibra em detergente neutro e detergente ácido**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 1999. 21 p. (Boletim de pesquisa, 4).
- WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H. Forrageiras. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. p. 263-273. (Boletim técnico, 100).