



Efeito residual de fertilizantes fosfatados solúveis na recuperação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Neossolo Quartzarênico¹

Patrícia Perondi Anhão Oliveira², Wladecir Salles de Oliveira³, Moacyr Corsi⁴

¹ Trabalho financiado pela empresa Fertilizantes Mitsui Indústria e Comércio. Bolsas de estudo financiadas pela FAPESP.

² EMBRAPA/Pecuária Sudeste.

³ Monsanto Agrosience.

⁴ ESALQ/USP.

RESUMO - Dois experimentos foram realizados, por um período de dois anos, para avaliar a resposta de um sistema solo-pastagem a fertilizantes fosfatados de diferentes velocidades de solubilização (superfosfato simples, superfosfato triplo e termofosfato magnésiano) associados ou não à calagem. Não houve diferença em produção de forragem entre as várias fontes de fósforo, quando as adubações fosfatadas foram feitas nos dois anos. A associação de fertilizantes pode ser vantajosa, porque o termofosfato promoveu as maiores produções de forragem quando se suprimiu a adubação fosfatada no segundo ano, enquanto as adubações com superfosfatos resultaram nas maiores produções no primeiro ano. A calagem favoreceu a produção de forragem e proporcionou aumento nos teores de nutrientes e redução do alumínio no solo. A resposta à adubação foi melhor no segundo ano, porque a pastagem estava em recuperação.

Palavras-chave: degradação, fontes, fósforo, solo cerrado, termofosfato

Residual effect of soluble phosphorus fertilizers on pasture recovery (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) in sandy soil

ABSTRACT - Two experiments were conducted during two years for evaluation of the soil/pasture system response to phosphorus fertilizers with different solubilization rates (ordinary superphosphate, triple superphosphate, and termal phosphate), with and without liming. The various phosphorus sources did not affect forage yield when fertilization was made during two years. Association of fertilizers may be advantageous since termal phosphate promoted the best forage yield when phosphorus fertilization was suppressed in the second year while fertilization with superphosphates resulted in best forage yield in the first year. Liming favored forage yield allowing higher nutrient concentration and reduction of aluminum in the soil. Response to fertilization was better in the second year because the pasture was under recovery.

Key Words: Cerrado soil, degradation, phosphorus, sources, termal phosphate

Introdução

As pastagens, apesar de constituírem a base de exploração do sistema de produção de bovinos no Brasil, ocupam várias extensões de solos de cerrado, com reconhecidas limitações em fertilidade (Lopes, 1984). Destaca-se a deficiência de fósforo como uma das formas mais restritivas para a pecuária, considerando-se que as pastagens são relativamente mais exigentes em P que as culturas anuais, em razão da maior produção de massa seca, extração e exportação de nutrientes (Goedert & Lobato, 1984). Além da baixa disponibilidade de fósforo, o uso de fertilizações fosfatadas em cerrado complica-se pelo fato desses solos apresentarem elevada capacidade de adsorção do fosfato e acidez, fato que proporciona a transformação do fósforo solúvel em

água em formas não-disponíveis para planta, como o fosfato de ferro e o fosfato de alumínio (Büll et al., 1997; Nakayama et al., 1998).

Os termofosfatos são fertilizantes silicatados, o que pode ser uma vantagem em solos de cerrado. Os silicatos, por competirem com os sítios de adsorção de fósforo, contribuem para a manutenção do P em sua forma lábil (Büll et al., 1997), podendo fornecer maior quantidade de fósforo disponível para plantas em condições adversas ao uso de fertilizantes solúveis em água. Este fato é importante porque, em pastagens estabelecidas sobre solos bastante ácidos, mesmo quando se realiza a calagem, há dificuldade em se atingirem valores adequados de saturação por bases nos primeiros anos de correção do solo (Oliveira et al., 2003).

Em razão dessas diferenças nos padrões de disponibilização e fixação de fósforo, espera-se que os termofosfatos apresentem um efeito residual no fornecimento de fósforo às plantas. Na última década, foram conduzidos alguns trabalhos com o objetivo de avaliar este efeito para culturas anuais (Büll et al., 1997; Rossi et al., 1999).

Para pastagens, somente o comportamento de fosfatos de baixa solubilidade nacional e dos superfosfatos, solúveis em água, foram bem definidos em experimentos a campo conduzidos por longos períodos (Goedert & Lobato, 1984). Já as informações sobre a fertilização em pastagens com fontes solúveis em ácido cítrico, como os fosfatos naturais e os termofosfatos, carecem de mais estudos.

Este trabalho foi desenvolvido visando-se avaliar a resposta de um sistema solo-pastagem a fontes de fertilizantes fosfatados de diferentes solubilidades associados ou não à calagem.

Material e Métodos

Foram realizados dois experimentos na Fazenda Mercedes localizada no município de Descalvado, SP, com coordenadas geográficas 21°57' 05"S e 47°37' 26"W e altitude de 679 m, durante dois anos. A área experimental constituiu-se de pastagem degradada de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu estabelecida em Neossolo Quartzarênico, com pH em $\text{CaCl}_2 = 4,0$; $\text{MO} = 20 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{P} = 1 \text{ mg dm}^{-3}$; e 0,8; 2; 1; 12; $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de K, Ca, Mg e Al, respectivamente; saturação por bases de 7%; saturação por alumínio de 76% e S ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$) = 1 mg dm^{-3} , conforme Camargo et al. (1986).

No primeiro experimento, adotou-se delineamento experimental de blocos casualizados em estrutura fatorial, com quatro repetições, em que foram avaliadas três fontes de fertilizantes fosfatados (termofosfato magnésiano,

superfosfato simples e superfosfato triplo) e duas correções do solo (ausência de correção do solo e calagem para atingir a saturação por bases de 70%), além de tratamento adicional testemunha (pastagem degradada). No segundo experimento, utilizou-se o mesmo delineamento experimental, entretanto, a fertilização fosfatada foi suprimida no segundo ano com o objetivo de se avaliar o efeito residual das diferentes fontes de fertilizantes fosfatados (Tabela 1).

As parcelas (2 m x 5 m) foram instaladas no campo, em julho de 1998, aplicando-se calcário dolomítico PRNT 90 na dose de 4,5 t/ha. Em novembro de 1998, foi realizado um corte de uniformização a 0,20 m de altura realizando-se a primeira de quatro fertilizações. As doses de nutrientes aplicados foram de 80 kg ha^{-1} de P_2O_5 da fonte de fertilizante requerida por tratamento, 30 kg ha^{-1} de micronutrientes na forma de FTE BR 12[®], 274 kg ha^{-1} de K_2O na forma de cloreto de potássio, suficiente para atingir 5% de K na CTC, utilizando-se eficiência de 70%, 280 kg ha^{-1} de N, na forma de uréia ou sulfato de amônio, conforme tratamento, e 53 kg ha^{-1} de S na forma de superfosfato simples ou enxofre elementar ou sulfato de amônio, também conforme cada tratamento, com o objetivo de aplicar a mesma quantidade de enxofre em todos os tratamentos. O conteúdo total de P, S e micronutrientes foi aplicado na primeira fertilização. O K_2O foi parcelado nas duas primeiras fertilizações e o N, em quatro fertilizações, a cada 35 dias, no período de novembro de 1998 a março de 1999.

Em julho de 1999, realizou-se novamente a calagem para atingir a saturação por bases de 70%, segundo resultados médios da análise de solo para cada tratamento ao final do primeiro ano. Em novembro de 1999, iniciaram-se novamente as fertilizações de cobertura. Para o experimento 1, as doses de fertilizantes foram de 80 kg ha^{-1} de P_2O_5 , na forma requerida por tratamento, 30 kg ha^{-1} de micronutrientes na forma de FTE BR 12[®], 53 kg ha^{-1} de S

Tabela 1 - Tratamentos dos experimentos 1 (fertilização com P durante dois anos) e 2 (efeito residual, fertilização com P somente no primeiro ano)

Table 1 - Treatments of the experiment 1 (P fertilization during two years) and experiment 2 (residual effect, P fertilization only in the first year)

Dose P/fertilização ($\text{P}_2\text{O}_5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) P rate/fertilization ($\text{P}_2\text{O}_5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$)	Fonte de P P source	Calagem Liming	Nº fertilizações com P N. of fertilizations with P	
			Exp. 1	Exp. 2
Testemunha (control) ¹	Sem	Sem	0	0
80	Superfosfato simples (Superphosphate)	+	2	1
80	Superfosfato triplo (Triple superphosphate)	+	2	1
80	Termofosfato magnésiano (Magnesium termophosphate)	+	2	1
80	Superfosfato simples (Superphosphate)	-	2	1
80	Superfosfato triplo (Triple superphosphate)	-	2	1
80	Termofosfato magnésiano (Magnesium termophosphate)	-	2	1

¹ Testemunha composta por pastagem degradada (Degraded control).

+ (presença); - (ausência).

+ (presence); - (absence).

na forma de superfosfato simples ou enxofre elementar ou sulfato de amônio conforme cada tratamento, cloreto de potássio, suficiente para atingir 5% de K na CTC, utilizando-se eficiência de 70% e 280 kg ha⁻¹ de N, na forma de uréia ou sulfato de amônio, conforme tratamento. O conteúdo total de P, S e micronutrientes foi aplicado na primeira fertilização, em novembro de 1999. O K₂O foi parcelado nas duas primeiras fertilizações e o N, em quatro fertilizações, a cada 35 dias, no período de novembro de 1999 a março de 2000.

No segundo ano para o experimento 2, adotaram-se os mesmos procedimentos do experimento 1, mas não foi realizada a fertilização com fósforo, no sentido de avaliar o efeito residual das diferentes fontes de fertilizantes.

Os cortes da estação chuvosa (entre novembro e abril) foram realizados a cada 35 dias e os da estação seca (entre maio e outubro), a cada 60 dias, conforme avaliação visual da senescência das folhas da planta forrageira, totalizando seis cortes da forrageira no ano agrostológico de 1998/1999 e sete cortes em 1999/2000. A altura de corte foi de 20 cm. A produção de massa seca da parte aérea foi obtida por meio do corte manual de quatro subamostras de 0,3 m x 0,6 m tomadas ao acaso em cada parcela. Em outubro de cada ano, foi avaliado o resíduo de forragem existente na área. Nos meses de janeiro e julho, as quatro subamostras de cada parcela foram compostas para análise dos teores de N, P, S. No final do período experimental, em novembro de 2000, foram colhidas amostras para análise do teor de Si na planta forrageira.

Em cortes alternados e durante todo o período experimental, foi avaliada a produção de massa seca de raízes por meio de amostragem com sonda, separando-se (lavagem em peneira de 20 mesh) as raízes do solo. As amostras foram secas a 65°C durante 48 horas. O acompanhamento da fertilidade de solo foi realizado nas profundidades de 0-0,05 m, 0,05-0,10 m e 0,10-0,20 m, em junho de 1999, e ao final do período experimental (novembro de 2000), ocasião em que foi avaliada a infestação por micorrizas no sistema radicular. Foram realizadas determinações dos cátions trocáveis e P, utilizando-se a resina trocadora, conforme Camargo et al. (1986). O pH foi determinado em CaCl₂ (0,01 mol L⁻¹).

Foram realizadas a análise de variância e a aplicação do teste F para os tratamentos que compuseram o fatorial, considerando-se os anos experimentais como fator.

Resultados e Discussão

Não houve interação calagem × fonte de fósforo sobre a produção de forragem para os dois experimentos, nos dois anos de avaliação.

Quando houve suprimento de fósforo nos dois anos, totalizando 160 kg ha⁻¹ de P₂O₅, a fonte de fertilizante

fosfatado não interferiu na produção média anual de massa de forragem (Tabela 2), evidenciando que o termofosfato possui eficiência semelhante à das fontes solúveis em água (superfosfato simples e superfosfato triplo), conforme observado por Rossi et al. (1999), Nakayama et al. (1998) e Büll, et al. (1997). Entretanto, quando se realizou uma única fertilização fosfatada, visando-se avaliar o efeito residual, verificou-se que, no primeiro ano, o superfosfato triplo proporcionou maior produção de massa de *B. brizantha* que o termofosfato magnésiano. O superfosfato simples proporcionou produção intermediária entre as duas fontes. No segundo ano, o termofosfato magnésiano proporcionou as melhores produções de massa seca, o superfosfato simples as menores e o superfosfato triplo as intermediárias. A maior produção dos superfosfatos no primeiro ano deve-se à rápida disponibilidade de P proporcionada por estas fontes, que são solúveis em água. A menor produção dos superfosfatos no segundo ano, também observada em outros trabalhos (Moreira et al., 1997), pode ser atribuída à fixação do fósforo solúvel no solo, diminuindo sua disponibilidade à planta, enquanto a maior produção obtida com o uso de termofosfato pode estar associada à liberação mais lenta do fósforo e à presença dos silicatos no termofosfato que competem com fosfatos pelos sítios de adsorção do solo, fatos que induzem a menores taxas de fixação (Büll et al., 1997).

A calagem acarretou aumento de produção de forragem quando foi suprimida a aplicação de fósforo no segundo ano (Tabela 2), evidenciando o efeito da calagem em melhorar a disponibilidade de nutrientes em condições de limitações nutricionais.

A produção de forragem foi maior no segundo ano (Tabela 2) para os dois experimentos, concordando com os resultados de Oliveira et al. (2005) e Cunha et al. (2001). Como as condições climáticas foram semelhantes nos dois anos (Figura 1), a melhor resposta em produtividade da *B. brizantha* está ligada à melhor eficiência de uso de nutrientes e ao aumento das estruturas produtivas após o processo de recuperação da pastagem, conforme observado por Oliveira et al. (2003) e Oliveira & Corsi (2001).

Para a produção de raízes, não houve interação dos fatores estudados (calagem, fonte de fósforo e tempo) para ambos os experimentos, nos quais a quantidade de raízes aumentou na camada de 0-0,05 m, manteve-se estável na de 0,05-0,10 m e diminuiu na de 0,10-0,30 m do primeiro para o segundo ano (Tabela 3). Este comportamento pode estar associado à forma de aplicação do calcário e dos fertilizantes aplicados na superfície do solo, favorecendo o aumento do sistema radicular na superfície do solo.

A calagem promoveu aumento de P na planta no período da seca. No período das águas do experimento com

Tabela 2 - Produção anual de forragem de *B. brizantha* durante dois anosTable 2 - Annual forage production of the *B. brizantha* during two years

Item	Fertilização P – dois anos	Fertilização P – um ano	
	<i>P fertilization – two years</i>	<i>P fertilization – one year</i>	
	Produção de forragem (t/ha.ano)		
	<i>Forage production (t/ha.year)</i>		
	Média de dois anos		
	<i>Mean of two years</i>		
Calagem (<i>Liming</i>)			
Com calagem (<i>With liming</i>)	11,36ns	11,36a	
Sem calagem (<i>Without liming</i>)	10,78ns	9,78b	
Tempo (<i>Time</i>)			
Primeiro ano (<i>First year</i>)	8,11b	8,11b	
Segundo ano (<i>Second year</i>)	14,02a	13,03a	
Fonte de fósforo	Média de dois anos	Primeiro ano	Segundo ano
<i>Phosphorus source</i>	<i>Mean of two years</i>	<i>First year</i>	<i>Second year</i>
Superfosfato simples (<i>Superphosphate</i>)	11,75ns	8,63ab	12,15b
Superfosfato triplo (<i>Triple superphosphate</i>)	11,81ns	9,12a	12,40ab
Termof. magnésiano (<i>Magnesium termophosphate</i>)	9,66ns	6,59b	14,54a
Testemunha degradada (<i>Degraded control</i>)	4,7	3,2	6,1
CV (%)	13,43	18,06	
Média (<i>Mean</i>)	11,07	10,57	

Médias seguidas por diferentes letras, dentro da mesma coluna, são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Means followed by different letter, within a column, are different ($P < 0.05$) by Tukey test.

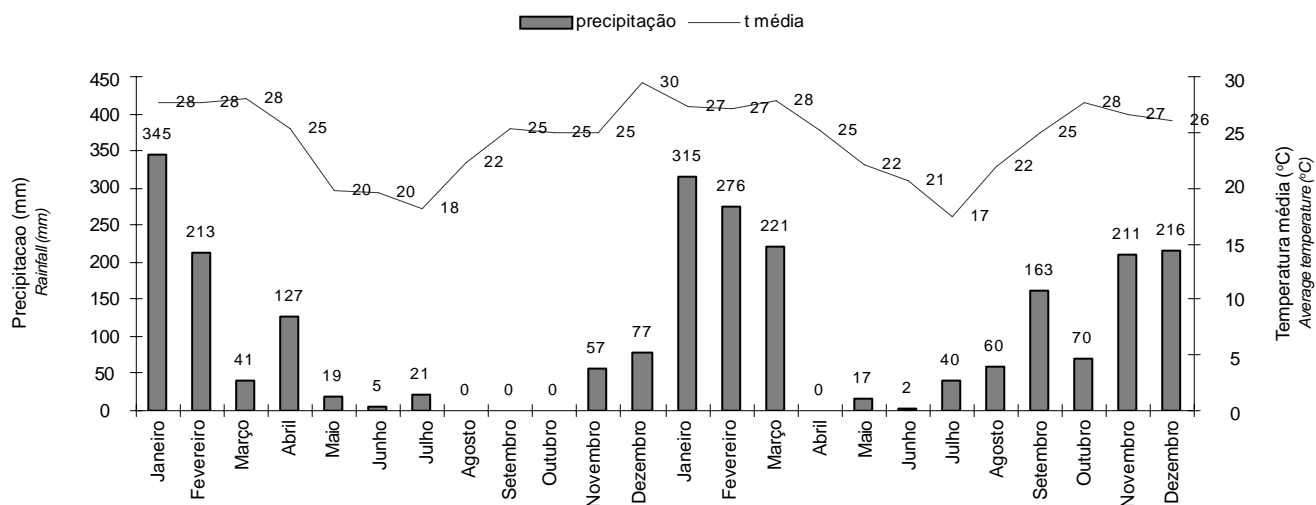


Figura 1 - Condições climatológicas na área experimental em Descalvado, SP.

Figure 1 - Climate conditions in the experimental area, Descalvado, SP.

fosfatagem nos dois anos e na seca do experimento com fosfatagem em apenas um ano houve efeito das fontes de P empregadas. Os teores de P na planta foram maiores quando se utilizou superfosfato triplo em relação ao uso do termofosfato magnésiano. Os teores de P na planta foram intermediários para o superfosfato simples, elevando-se, em todas as situações, do primeiro para o segundo ano (Tabela 4).

O teor de N na planta durante a seca do experimento com supressão de P foi menor quando houve aplicação de

calagem (Tabela 5). Do primeiro para o segundo ano, houve queda nos teores de N nos dois experimentos e em todas as épocas do ano, provavelmente em decorrência do aumento de produção da forragem, causando o efeito de diluição.

O superfosfato simples – uma das fontes de fósforo tradicionalmente usada nas pastagens – fornece não só o fósforo, mas também o enxofre. Dada a importância do enxofre na formação de proteínas para pastagens, principalmente pela relação N:S, deve haver compensação das doses de enxofre quando ocorre a substituição do superfosfato

Tabela 3 - Quantidade de raízes de *B. brizantha* em diferentes profundidades em dois anosTable 3 - Amount of roots of *B. brizantha* in different depths in two years

Item	Experimento <i>Experiment</i>					
	Fertilização P – dois anos <i>P fertilization – two years</i>			Fertilização com P – um ano <i>P fertilization – one year</i>		
	Raízes (t/ha)/Profundidade (cm) <i>Roots (t/ha)/Depth (cm)</i>					
	0-0,05	0,05-0,10	0,10-0,30	0-0,05	0,05-0,10	0,10-0,30
Calagem						
<i>Liming</i>						
Com calagem <i>With liming</i>	5,18ns	3,47ns	5,07ns	5,05ns	3,73ns	4,81ns
Sem calagem <i>Without liming</i>	5,09ns	2,89ns	5,29ns	4,98ns	3,51ns	5,07ns
Fonte de P						
<i>P source</i>						
Superfosfato simples <i>Superphosphate</i>	5,73ns	3,67ns	5,37ns	4,98ab	3,46ns	4,84ns
Superfosfato triplo <i>Triple superphosphate</i>	5,15ns	3,03ns	5,39ns	5,75a	3,78ns	5,18ns
Termofosfato magnésiano <i>Magnesium termophosphate</i>	4,53ns	2,86ns	4,77ns	4,32b	3,62ns	4,80ns
Tempo						
<i>Time</i>						
Primeiro ano <i>First year</i>	4,54b	3,30ns	5,76a	4,54b	3,30ns	5,76a
Segundo ano <i>Second year</i>	5,74a	3,07ns	4,59b	5,49a	3,94ns	4,12b
CV (%)	31,3	35,1	34,1	27,5	36,8	35,2
Testemunha degradada <i>Degraded control</i>	5,66	3,25	4,35	5,04	3,14	4,63
Média (<i>Mean</i>)	5,14	3,19	5,18	5,02	3,62	4,94

Médias seguidas por diferentes letras, dentro da mesma coluna, são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.Means followed by different letters, within a column, are different ($P < 0,05$) by Tukey test.Tabela 4 - Teor de P na parte aérea de *Brachiaria brizantha* cv. MaranduTable 4 - Average P concentration in the shoot of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Item	Fertilização P – dois anos <i>P fertilization – two years</i>		Fertilização P – um ano <i>P fertilization – one year</i>	
	Teor de P (g/kg) <i>P concentration (g/kg)</i>			
	Águas <i>Rainy season</i>	Seca <i>Dry season</i>	Águas <i>Rainy season</i>	Seca <i>Dry season</i>
Calagem (<i>Liming</i>)				
Com calagem (<i>With liming</i>)	2,46ns	1,07a	2,19ns	1,22a
Sem calagem (<i>Without liming</i>)	2,38ns	0,89b	2,11ns	1,10b
Fonte de P (<i>P source</i>)				
Superfosfato simples (<i>Superphosphate</i>)	2,48ab	0,95ns	2,22ns	1,16ab
Superfosfato triplo (<i>Triple superphosphate</i>)	2,58a	1,08ns	2,21ns	1,24a
Termofosfato magnésiano (<i>Magnesium termophosphate</i>)	2,21b	0,92ns	2,01ns	1,08b
Tempo (<i>Time</i>)				
Primeiro ano (<i>First year</i>)	1,96b	0,70b	1,99b	0,67b
Segundo ano (<i>Second year</i>)	2,89a	1,27a	2,31a	1,65a
CV (%)	13,2	18,7	13,0	14,1
Testemunha degradada (<i>Degraded control</i>)	2,15	0,92	1,83	1,3
Média (<i>Mean</i>)	2,4	0,98	2,15	1,16

Médias seguidas por diferentes letras, dentro da mesma coluna, são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.Means followed by different letters, within a column, are different ($P < 0,05$) by Tukey test.

Tabela 5 - Teor de N na parte aérea de *Brachiaria brizantha* cv. MaranduTable 5 - N concentration in the shoot of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Item	Fertilização P – dois anos <i>P fertilization – two years</i>		Fertilização P – um ano <i>P fertilization – one year</i>	
	Teor de N (g/kg) <i>N concentration (g/kg)</i>			
	Águas <i>Rainy season</i>	Seca <i>Dry season</i>	Águas <i>Rainy season</i>	Seca <i>Dry season</i>
Calagem (<i>Liming</i>)				
Com calagem (<i>With liming</i>)	19,92ns	8,71ns	19,33ns	8,49b
Sem calagem (<i>Without liming</i>)	20,04ns	9,15ns	20,03ns	9,15a
Fonte de P (<i>P source</i>)				
Superfosfato simples (<i>Superphosphate</i>)	19,94ns	8,84ns	19,37ns	8,63ns
Superfosfato triplo (<i>Triple superphosphate</i>)	20,44ns	9,17ns	20,13ns	9,06ns
Termofosfato magnésiano (<i>Magnesium termophosphate</i>)	19,56ns	8,78ns	19,55ns	8,77ns
Tempo (<i>Time</i>)				
Primeiro ano (<i>First year</i>)	19,56ns	10,21a	19,56ns	10,22a
Segundo ano (<i>Second year</i>)	20,40ns	7,65b	19,80ns	7,42b
CV (%)	11,1	12,4	9,2	12,21
Testemunha degradada (<i>Degraded control</i>)	18,23	8,38	17,33	8,03
Média (<i>Mean</i>)	19,98	8,93	19,68	8,82

Médias seguidas por diferentes letras, dentro da mesma coluna, são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Means followed by different letters, within column, are different ($P < 0,05$) by Tukey test.

simples por outra fonte de fósforo. Neste trabalho, para o tratamento com superfosfato simples, a compensação foi realizada pelo uso de sulfato de amônio em parte da cobertura nitrogenada e, no caso do termofosfato magnésiano, houve adição de enxofre ao fertilizante. Essas substituições da fonte de enxofre não afetaram os teores de S na parte aérea da forragem. Entretanto, no experimento com fosfatagem nos dois anos, houve interação calagem \times fonte de fósforo no período das águas, em que o tratamento calagem com a fonte superfosfato simples apresentou teor de S superior ao do tratamento sem calagem com a mesma fonte de fósforo. Possivelmente, parte do S ficou indisponível à planta, em decorrência da acidez do solo na ausência da calagem.

Não houve influência dos fatores estudados sobre teor de silício na planta (Tabela 7). Apesar da importância das micorrizas para o sistema solo-pastagem, a adubação com P nos dois anos experimentais e também a realização da calagem contribuíram para a diminuição da infestação das raízes por micorrizas, fato esperado, porque a infecção por micorrizas é abundante em solos pobres em fósforo e nitrogênio, assim como altos níveis de nutrientes são correlacionados ao baixo desenvolvimento de micorrizas.

A calagem realizada trouxe efeitos benéficos quanto aos teores de nutrientes no solo. No final de dois anos, com a calagem, houve aumento dos teores de Ca até a profundidade de 30 cm, queda nos teores de alumínio até 10 cm e da saturação por alumínio até 30 cm para os dois experimentos.

Também houve aumento nos teores de Mg de até 10 cm para o experimento com supressão de P e de até 30 cm quando houve aplicação de P nos dois anos.

Houve aumento da saturação por bases de até 30 cm de profundidade, porém os valores estiveram aquém dos 70% pretendidos, situando-se entre 30,6 e 40,2 na camada de 0 a 5 cm; 22,1 e 24,3 na de 5 a 10 cm; e 16,5 e 17,7 na de 10 a 30 cm, para os experimentos com supressão ou não de P, respectivamente.

Houve efeito do tempo sobre os teores de nutrientes no solo. No experimento com supressão de adubação com P, houve redução nos teores de Ca, Mg e V%, na profundidade de 5 a 30 cm, e nos teores de K, MO e P, até a profundidade de 30 cm. Para o experimento com adubação fosfatada, nos dois anos houve queda nos teores de Ca e Mg na profundidade de 5 a 10 cm, de K até 10 cm de profundidade, de MO até 30 cm de profundidade e de P e V% na profundidade de 10 a 30 cm (Tabelas 9 a 12). Essa redução pode ser explicada pela maior extração de nutrientes no segundo ano, em decorrência da maior produção de forragem.

Apesar da queda do teor de nutrientes do primeiro para o segundo ano, os teores de nutrientes apresentados no segundo ano (após o término dos experimentos) foram maiores que os obtidos na pastagem degradada, como relatado anteriormente. Esse fato pode ser indicativo da recuperação parcial da fertilidade do solo, mas alerta para a possibilidade de a extração de nutrientes ser maior que a reposição realizada anualmente nesse projeto.

Houve aumento somente no teor de S até a profundidade de 10 cm somente no experimento com supressão de P.

A fonte de fósforo apresentou interferência mínima nos teores de MO no solo, visto que, apenas no experimento com adubação fosfatada nos dois anos, o teor de MO

foi maior quando se aplicou termofosfato em relação ao uso do superfosfato simples na profundidade de 0 a 5 cm.

Houve efeito da interação tempo × fontes de P sobre o teor de P no solo. No primeiro ano, o superfosfato simples proporcionou maior teor de P que o supertríplo e o termofosfato para os dois experimentos, ao passo que, no

Tabela 6 - Teor de S na parte-aérea da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu para o experimento com aplicação de P nos dois anos
Table 6 - S concentration in the shoot of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu in the experiment with P application in both years

Item	Teor de S (g/kg) S content (g/kg)	
	Águas Rainy season	Seca Dry season
Calagem (Liming)		
Com calagem (With liming)	1,21ns	0,9ns
Sem calagem (Without liming)	1,17ns	0,9ns
Fonte de P (P source)		
Superfosfato simples (Superphosphate)	1,21ns	0,9ns
Superfosfato triplo (Triple superphosphate)	1,16ns	1,0ns
Termofosf. magnésiano (Magnesium termophosphate)	1,21ns	0,8ns
Tempo (Time)		
Primeiro ano (First year)	1,04b	0,7b
Segundo ano (Second year)	1,34a	1,1a
Interação fonte × calagem (Source × liming interaction)		
Calagem + superfosfato simples (Liming + superphosphate)	1,31a	-
Calagem + superfosfato triplo (Liming + triple superphosphate)	1,17ab	-
Calagem + termofosfato magnésiano (Liming + magnesium termophosphate)	1,16ab	-
Superfosfato simples (Superphosphate)	1,10b	-
Superfosfato triplo (Triple termophosphate)	1,15ab	-
Termofosfato magnésiano (Magnesium termophosphate)	1,25ab	-
CV (%)	10,5	21,0
Testemunha degradada (Degraded control)	1,3	0,89
Média (Mean)	1,2	0,9

Médias seguidas por diferentes letras, dentro da mesma coluna, são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.
Means followed by different letter, within column, are different ($P < 0,05$) by Tukey test.

Tabela 7 - Teor de Si na planta (g/kg) e porcentagem de infecção de micorrizas

Table 7 - Si concentration in the shoot and percentage micorrhizal infected roots

Item	Teor de Si (g/kg)	% de raízes infectadas micorrizas
	Si concentration (g/kg)	% micorrhizal infected roots
Fertilização com P – dois anos (Phosphorus fertilization - two years)	0,53ns	48,3b
Fertilização com P – um ano (Phosphorus fertilization - one years)	0,63ns	62,95a
		Treatmento (Treatment)
Superfosfato simples (Superphosphate)	-	63,5a
Superfosfato triplo (Triple superphosphate)	-	59,72ab
Calagem + superfosfato simples (Liming + superphosphate)	-	54,78ab
Calagem + superfosfato triplo (Liming + triple superphosphate)	-	54,41ab
Termofosfato magnésiano (Magnesium termophosphate)	-	52,99ab
Calagem + termofosfato magnésiano (Liming + Magnesium termophosphate)	-	48,34b
Testemunha degradada ¹ (Degraded control)	0,83	54,92
Média (Mean)	0,58	55,63
CV (%) primeiro ano (CV first year, %)	12,42	9,53
CV (%) segundo ano (CV second year, %)	32,12	15,37

Médias seguidas por diferentes letras, dentro da mesma coluna, são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Means followed by different letter, within column, are different ($P < 0,05$) by Tukey test.

¹ Média das testemunhas dos dois experimentos (Mean of controls from two experiment).

Tabela 8 - Teores de Ca, Mg, K, Al e CTC no solo do experimento com supressão da adubação fosfatada no segundo ano
 Table 8 - Concentration of Ca, Mg, K, Al, and CTC in the experimental soil with phosphorus fertilization suppressed in the second year

Item	Teor de nutrientes no solo (mmol _c dm ⁻³) Nutrient concentration in the soil (mmol _c dm ⁻³)						CTC (CEC)		
	Ca	Mg	K	Al	Profundidade (m) Depth (m)				
Calagem (Liming)									
Com calagem (With liming)	0- 0,05	0,10- 0,30	0- 0,05	0,10- 0,30	0- 0,05	0,10- 0,30	0- 0,05	0,10- 0,30	
Sem calagem (Without liming)	9,6a 5,6b	3,9a 2,6b	6,2a 3,2b	4,8a 2,0b	3,0ns 1,4ns	0,4ns 0,3ns	3,8b 6,4a	52,8ns 53,4ns	53,6ns 40,8ns
Fonte P (P source)									
Superfosfato simples (Superphosphate)	9,6ns	3,5ns	4,6ns	3,0ns	2,0ns	0,7ns	4,2ns	5,8ns	53,4ns
Superfosfato triplo (Triple superphosphate)	6,9ns	3,4ns	5,4ns	4,4ns	3,0ns	0,6ns	4,8ns	5,9ns	54,5ns
Termof. magnésiano (Magnesium termo.)	6,4ns	2,9ns	4,0ns	2,9ns	1,6ns	0,8ns	6,3ns	8,4ns	54,2ns
Tempo (Time)									
Primeiro (First)	8,4ns	4,0a	5,2ns	4,9a	3,2a	0,8a	4,7ns	7,3ns	51,5b
Segundo (Second)	6,8ns	3,4b	4,2ns	1,9b	1,2b	0,5b	5,5ns	6,1ns	56,6a
Interação calagem × fonte P Liming × P source interaction									
Calagem + superfosfato simples	14,6a	-	-	-	-	-	-	-	-
Liming + superfosfato									
Calagem + superfosfato triplo	8,3b	-	-	-	-	-	-	-	-
Liming + triple superphosphate									
Calagem + termofosfato magnésiano	6,0b	-	-	-	-	-	-	-	-
Liming + magnesium termophosphate									
Sem calagem + superf. simples	5,6ns	-	-	-	-	-	-	-	-
Without liming + superf. simple									
Sem calagem + superf. triplo	6,8ns	-	-	-	-	-	-	-	-
Without liming + triple superphosphate									
Sem calagem + termof. magnésiano	6,7ns	-	-	-	-	-	-	-	-
Without liming + magnesium termophosphate									
Interação calagem × tempo Liming × time interaction									
Com calagem + primeiro ano	-	9,2a	5,3a	-	-	-	-	3,8b	-
With liming + first year									
Com calagem + segundo ano	-	4,0b	2,7b	-	-	-	-	6,2a	-
With liming + second year									
Sem calagem + primeiro ano	-	4,3ns	2,8ns	-	-	-	-	9,5ns	-
Without liming + first year									
Sem calagem + segundo ano	-	2,9ns	2,5ns	-	-	-	-	7,3ns	-
Without liming + second year									
Média (Mean)	7,6	5,1	3,3	3,4	2,2	0,7	0,6	6,7	53,1
CV (%)	56,7	44,3	47,4	67,6	132,8	29,7	25,2	62,0	17,0

Médias na coluna, dentro do mesmo fator ou da mesma interação, seguidas por letras diferentes diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.
 Mean in the columns, within the same factor or the same interaction, followed by different letters, are different (P<0,05) by Tukey test.

Tabela 9 - Teores de MO, P e S, saturação por alumínio e saturação por bases no solo do experimento com supressão da adubação fosfatada no segundo ano
Table 9 - Concentration of OM, P, and S, aluminum saturation, and base saturation of the experiment with phosphorus fertilization suppressed by the second year

Item	Teor de nutrientes no solo Nutrient concentration in the soil						Saturação por alumínio Al saturation	Saturação por bases Base saturation
	MO	P	S	Profundidade (m) Depth (m)		%		
	OM	P	S	mg dm ⁻³				
	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	0- 0,05	0,05- 0,10	0,10- 0,30	0- 0,05	0,10- 0,30
Calagem								
<i>Liming</i>								
Com calagem (With liming)	31,2a	27,5ns	19,2a	7,2ns	7,2ns	7,2ns	23,2b	47,9b
Sem calagem (Without liming)	27,7b	25,1ns	16,9b	7,1ns	7,2ns	8,6ns	43,7a	62,8a
Fonte P								
<i>P source</i>								
Superfosfato simples	29,2ns	25,4ns	17,8ns	9,1a	6,8ns	7,3ns	28,0ns	52,6ns
<i>Superphosphate</i>								
Superfosfato triplo	28,5ns	27,3ns	18,2ns	6,7ab	5,0ns	7,2ns	33,5ns	46,5ns
<i>Triple superphosphate</i>								
Termof. magnesiano	30,7ns	26,2ns	18,1ns	5,6b	4,6ns	7,4ns	38,8ns	49,9ns
<i>Magnesium termophosphate</i>								
Tempo								
<i>Time</i>								
Primeiro (First)	32,7a	30,3a	21,7a	10,2a	8,0a	6,5b	32,8ns	37,4b
Segundo (Second)	26,3b	22,4b	14,4b	4,1b	2,9b	7,8a	34,0ns	54,9a
Interação calagem × fonte P								
<i>Liming × P source interaction</i>								
Calagem + superfosfato simples	-	-	-	-	-	-	6,5b	-
<i>Liming + superphosphate</i>								
Calagem + superfosfato triplo	-	-	-	-	-	-	27,4ab	-
<i>Liming + triple superphosphate</i>								
Calagem + termof. magnesiano	-	-	-	-	-	-	35,6a	-
<i>Liming + magnesium termophosphate</i>								
Sem calagem + superf. simples	-	-	-	-	-	-	39,6ns	-
<i>Without liming + superphosphate</i>								
Sem calagem + superf. triplo	-	-	-	-	-	-	49,5ns	-
<i>Without liming + triple superphosphate</i>								
Sem calagem + termof. magnesiano	-	-	-	-	-	-	41,9ns	-
<i>Without liming + magnesium termophosphate</i>								

Continua na próxima página...

Continuação da Tabela 9...

Item	Teor de nutrientes no solo <i>Nutrient concentration in the soil</i>										
	MO		P		S		Saturação por alumínio <i>Al saturation</i>		Saturação por bases <i>Base saturation</i>		
	g dm ⁻³		mg dm ⁻³		%		%		%		
Profundidade (m) <i>Depth (m)</i>											
	0-0,05-0,10	0,10-0,30	0,05-0,10	0,10-0,30	0-0,05	0,05-0,10	0-0,05	0,05-0,10	0-0,05	0,05-0,10	
Interação calagem × tempo											
<i>Liming x time interaction</i>											
Com calagem + primeiro ano	-	-	-	-	-	-	-	21,0b	38,8b	-	31,6a 22,3a
<i>Liming+ first year</i>											
Com calagem + segundo ano	-	-	-	-	-	-	-	49,3a	57,1a	-	12,6b 10,7b
<i>Liming + second year</i>											
Sem calagem + primeiro ano	-	-	-	-	-	-	-	60,4ns	62,9ns	-	15,5ns 12,2ns
<i>Without liming + first year</i>											
Sem calagem + segundo ano	-	-	-	-	-	-	-	53,9ns	62,8ns	-	9,0ns 9,3ns
<i>Without liming + second year</i>											
Interação tempo × fonte de P											
<i>Liming x P source</i>											
Primeiro ano + superfosfato simples	-	-	14,0a	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>First year + superphosphate</i>											
Primeiro ano + superfosfato triplo	-	-	8,9b	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>First year + triple superphosphate</i>											
Primeiro ano + termof. magnésiano	-	-	7,6b	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>First year + magnesium termophosphate</i>											
Segundo ano + superf. simples	-	-	4,3ns	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Second year+ superphosphate</i>											
Segundo ano + superf. triplo	-	-	4,6ns	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Second year + triple superphosphate</i>											
Segundo ano + termof. magnésiano	-	-	3,5ns	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Second year + magnesium termophosphate</i>											
Média (Mean)	29,5	26,3	18,0	7,15	5,5	3,3	7,2	7,2	7,9	33,4	46,2 55,4 24,3 17,2 13,6
CV (%)	16,1	15,7	19,7	43,6	49,2	40,4	27,6	25,4	33,6	52,3	32,7 21,5 47,6 47,3 45,4

Médias nas colunas, dentro do mesmo fator ou da mesma interação, seguidas por letras diferentes diferem (P<0,05) pelo teste Tukey. Means in the columns, within the same factor or the same interaction, followed by different letters, are different (P<0,05) by Tukey test.

Tabela 10 - Teores de Ca, Mg, K, Al e CTC no solo do experimento com adubação fosfatada durante dois anos
Table 10 - Concentration of Ca, Mg, K, Al, and CTC in the soil of the experiment with phosphorus fertilization during two years

Item	Teor de nutrientes no solo (mmol _c dm ⁻³) Nutrient concentration in the soil (mmol _c dm ⁻³)										CTC (CEC)	
	Ca		Mg		K		Al		CTC (CEC)			
	Profundidade (m) Depth (m)											
	0-0,05	0,10	0,10-0,30	0,30	0,05-0,10	0,10	0,05-0,10	0,10-0,30	0,05-0,10	0,10-0,30	0-0,05	0,05-0,10
Calagem (Liming)												
Com calagem (With liming)	12,6a	7,5a	4,4a	8,1a	5,3a	3,3a	0,7ns	0,6ns	0,4ns	2,7b	4,7b	5,7ns
Sem calagem (Without liming)	5,7b	3,8b	2,7b	2,1b	1,9b	1,5b	0,7ns	0,6ns	0,4ns	7,0a	9,1a	8,0ns
Fonte P (P source)												
Superf. simples (Superphosphate)	9,0ns	6,1ns	3,9ns	4,4ns	3,2ns	2,0ns	0,6ns	0,6ns	0,4ns	4,5ns	5,5ns	5,8ns
Superfostato triplo (Triple superfosphate)	8,8ns	6,1ns	3,8ns	5,9ns	4,6ns	3,2ns	0,6ns	0,6ns	0,4ns	4,9ns	6,6ns	6,1ns
Termof. magnésiano (Magnesium termo.)	9,7ns	4,6ns	2,9ns	5,9ns	2,9ns	1,9ns	0,8ns	0,7ns	0,4ns	5,2ns	8,7ns	8,8ns
Tempo (Time)												
Primeiro (First)	8,5ns	6,8a	4,0ns	5,5ns	4,9a	3,2ns	0,8a	0,8a	0,4ns	5,5ns	6,6ns	7,3ns
Segundo (Second)	9,9ns	4,5b	3,0ns	5,2ns	2,3b	1,5ns	0,5b	0,4b	0,3ns	4,2ns	7,2ns	6,4ns
Interação calagem × fonte P (Liming × P source interaction)												
Calagem + superfostato simples Liming + superfosphate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calagem + superfostato triplo Liming + triple superfosphate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calagem + termofostato magnésiano Liming + magnesium termophosphate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sem calagem + superf. simples Without liming + superf. simple	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sem calagem + superf. triplo Without liming + superf. triplo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sem calagem + termof. magnésiano Without liming + magnesium termophosphate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Interação calagem × tempo (Liming × time interaction)												
Com calagem + primeiro ano Liming + first year	10,5b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Com calagem + segundo ano Liming + second year	14,7a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sem calagem + primeiro ano Without liming + first year	6,4ns	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sem calagem + segundo ano Without liming + second year	5,0ns	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média (Mean)	9,2	5,6	3,5	5,4	3,6	2,4	0,7	0,6	0,4	4,9	6,9	6,9
CV (%)	50,1	41,3	46,9	60,6	87,4	124,3	37,5	34,8	62,3	47,8	53,3	63,8

Médias na coluna, dentro do mesmo fator ou da mesma interação, seguidas por letras diferentes diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.
Mean in the columns, within the same factor or the same interaction, followed by different letters, are different (P<0,05) by Tukey test.

Tabela 11 - Teores de MO, P e S e saturação por alumínio e por bases no solo do experimento com adubação fosfatada durante dois anos
 Table 11 - Concentration of OM, P, S, aluminum saturation, and bases saturation in the soil of the experiment with phosphorus fertilization during two years

Item	Teor de nutrientes no solo Nutrient concentration in the soil							
	MO OM	P	S	Saturação por alumínio Al saturation	Saturação por bases Base saturation			
	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	%	%	%		
Profundidade (m) Depth (m)								
	0-0,05	0,10-0,30	0-0,05	0,10-0,30	0-0,05	0,10-0,30	0-0,05	0,10-0,30
Calagem								
<i>Liming</i>								
Com calagem (With liming)	31,2ns	27,3ns	18,9a	8,3ns	5,7ns	3,3a	6,5ns	6,3ns
Sem calagem (Without liming)	29,1ns	26,8ns	16,4b	10,1ns	5,9ns	3,1a	5,9ns	6,3ns
Fonte P								
<i>P source</i>								
Superfosfato simples <i>Superphosphate</i>	28,5b	25,1ns	16,4ns	9,8ns	6,9ns	3,1ns	6,2ns	6,2ns
Superfosfato triplo <i>Triple superphosphate</i>	29,5ab	28,4ns	18,6ns	7,5ns	5,5ns	3,5ns	6,3ns	6,4ns
Termof. magnésiano <i>Magnesium termophosphate</i>	32,4a	27,8ns	18,1ns	10,3ns	4,9ns	2,9ns	6,1ns	6,2ns
Tempo (Time)								
<i>Time</i>								
Primeiro (First)	32,7a	30,3a	21,7a	10,2ns	8,0a	4,4a	6,5ns	6,5ns
Segundo (Second)	27,6b	23,8b	13,7b	8,2ns	3,6b	1,9b	5,9ns	6,0ns
Interação tempo × fonte P								
<i>Time x P source interaction</i>								
Primeiro ano + superfosfato simples <i>First year + superphosphate</i>	-	-	-	14,0a	10,5a	-	-	-
Primeiro ano + superfosfato triplo <i>First year + triple superphosphate</i>	-	-	-	8,9b	7,4ab	-	-	-
Primeiro ano + termof. magnésiano <i>First year + magnesium termophosphate</i>	-	-	-	7,6b	6,1b	-	-	-
Segundo ano + superf. simples <i>Second year + superphosphate</i>	-	-	-	5,5b	3,4ns	-	-	-
Segundo ano + superf. triplo <i>Second year + triple superphosphate</i>	-	-	-	6,1b	3,6ns	-	-	-
Segundo ano + termof. magnésiano <i>Second year + magnesium termophosphate</i>	-	-	-	13,0a	3,8ns	-	-	-

Continua na próxima página...

Continuação da Tabela 11...

Item	Teor de nutrientes no solo <i>Nutrient concentration in the soil</i>														
	MO		P		S		Saturação por alumínio <i>Al saturation</i>		Saturação por bases <i>Base saturation</i>		%				
	<i>OM</i>	<i>g dm⁻³</i>	<i>g dm⁻³</i>	<i>g dm⁻³</i>	<i>g dm⁻³</i>	<i>g dm⁻³</i>	<i>g dm⁻³</i>	<i>g dm⁻³</i>	<i>g dm⁻³</i>	<i>g dm⁻³</i>					
	0-0,05	0,10-0,30	0-0,05	0,10-0,30	0-0,05	0,10-0,30	0-0,05	0,10-0,30	0-0,05	0,10-0,30	0-0,05	0,10-0,30			
	0,05	0,10	0,05	0,10	0,05	0,10	0,05	0,10	0,05	0,10	0,05	0,10			
	Profundidade (m) <i>Depth (m)</i>														
	0-0,05	0,10-0,30	0-0,05	0,10-0,30	0-0,05	0,10-0,30	0-0,05	0,10-0,30	0-0,05	0,10-0,30	0-0,05	0,10-0,30			
	0,05	0,10	0,05	0,10	0,05	0,10	0,05	0,10	0,05	0,10	0,05	0,10			
Interação calagem × tempo <i>Liming × time interaction</i>															
Com calagem + primeiro ano <i>With liming + first year</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34,5b	-			
Com calagem + segundo ano <i>With liming + second year</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45,9a	-			
Sem calagem + primeiro ano <i>Without liming + first year</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,9ns	-			
Sem calagem + segundo ano <i>Without liming + second year</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,8ns	-			
Média (<i>Mean</i>)	30,1	27,0	17,7	9,2	5,8	3,2	6,2	6,3	8,2	30,6	44,4	54,0	28,0	17,8	14,1
CV(%)	14,9	17,2	23,2	43,6	46,3	42,2	45,7	39,7	44,2	52,9	33,2	26,0	46,5	47,5	48,5

Médias na coluna, dentro do mesmo fator ou da mesma interação, seguidas por letras diferentes diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.
Mean in the columns, within the same factor or the same interaction, followed by different letters, are different ($P < 0,05$) by Tukey test.

segundo ano, o termofosfato proporcionou maiores teores de P que as outras duas fontes no experimento com adubação fosfatada nos dois anos. Quando se suprimiu a adubação com P, as fontes não apresentaram diferença entre si.

Conclusões

Para áreas de solos pobres em P, é interessante a associação de fontes prontamente solúveis (para garantir aumento de produção de forragem logo no início de manejo da pastagem) com termofosfato magnésiano (que apresentou efeito residual ao longo dos anos).

A produção de forragem foi maior no segundo ano em todas as condições avaliadas, fato esperado, por se tratar de fertilização em pastagem em recuperação. Os teores de P e S na forragem aumentaram do primeiro para o segundo ano, enquanto o teor de N diminuiu, alertando para a dose de N empregada. Além disso, os teores de nutrientes no solo diminuíram do primeiro para o segundo ano, fato que pode indicar maior extração de nutrientes que o reposto pela fertilização proposta neste experimento.

A calagem favoreceu a produção de forragem quando se suprimiu a adubação fosfatada no segundo ano. Também proporcionou aumentos nos teores de nutrientes e saturação por bases e provocou queda nos teores de alumínio no solo.

Literatura Citada

BÜLL, L.T.; LACERDA, S.; NAKAGAWA, J. Termofosfato: alterações em propriedades químicas em um Latossolo vermelho-escuro e eficiência agrônômica. *Bragantia*, v.56, n.1, p.169-79, 1997.

- CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, L.A. et al. **Métodos de análise química, mineralógica e física do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1986. 94p. (Boletim Técnico, 106).
- CUNHA, M.K.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JR., P. et al. 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*, v.30, n.3, p.651-658, 2001.
- GOEDERT, W.J.; LOBATO, E. Avaliação agrônômica de fosfatos em solo de Cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.8, p.97-102, 1984.
- LOPES, A.S. **Solos sob "Cerrado"**: características, propriedades e manejo. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1984. 162p.
- MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E.; VIRGENS FILHO, A.C. et al. Avaliação da disponibilidade do fósforo no solo por métodos isotópico, químico e biológico. *Scientia Agricola*, v.54, n.1-2, p.78-84, 1997.
- NAKAYAMA, L.H.I.; CACERES, N.T.; ALCARDE, J.C. et al. Eficiência relativa de fontes de fósforo de diferentes solubilidades na cultura do arroz. *Scientia Agricola*, v.55, n.2, p.183-90, 1998.
- OLIVEIRA, P.P.A.; TRIVELIN, P.C.O.; OLIVEIRA, W.S. et al. Fertilização com N e S na recuperação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.4, p.1121-1129, 2005.
- OLIVEIRA, P.P.A.; BOARETTO, A.E.; TRIVELIN, P.C.O. et al. Liming and fertilization for restoring degraded *Brachiaria decumbens* pasture on sandy soil. *Scientia Agricola*, v.60, n.1, p.125-131, 2003.
- OLIVEIRA, P.P.A.; CORSI, M. Eficiência da fertilização nitrogenada e sulfatada em pastagens. In: WORKSHOP SOBRE MANEJO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS E SULFATADOS NA AGRICULTURA, 2001, Piracicaba. **Palestras...** Piracicaba: 2001. (CD-ROM).
- ROSSI, C.; ANJOS, A.R.M.; CAMARGO, M.S. et al. Efeito residual de fertilizantes fosfatados para o arroz: avaliação do fósforo na planta e no solo por diferentes extratores. *Scientia Agricola*, v.56, n.1, p.39-46, 1999.

Recebido: 14/7/2006
Aprovado: 25/5/2007