

REQUERIMENTOS DE FÓSFORO PARA O ESTABELECIMENTO DE DUAS GRAMÍNEAS TROPICAIS EM UM SOLO ÁCIDO¹

MARGARIDA MESQUITA CARVALHO², VICENTE DE PAULA FREITAS³
e AGOSTINHO BEATO DA CRUZ FILHO⁴

RESUMO - Os requerimentos de fósforo e calcário para o estabelecimento das gramíneas: andropógon (*Andropogon gayanus*) e setária (*Setaria sphacelata*), em um latossolo vermelho-amarelo argiloso, foram determinados através de dois experimentos de campo. Os tratamentos consistiram de cinco doses de P_2O_5 , 0, 50, 100, 200 e 400 kg/ha, fornecidas na forma de superfosfato simples e três doses de calcário dolomítico, 0, 0,5 e 1,0 t/ha, para o capim-andropógon e 0, 1,5 e 3,0 t/ha, para o capim-setária. Os experimentos foram conduzidos durante dois anos, sendo efetuados dois cortes por ano. A calagem não teve efeito significativo sobre a produção de matéria seca (m.s.) das duas gramíneas, como também não afetou suas respostas à aplicação das doses de fosfato. Os níveis críticos (NC) de P no solo foram 7,78 e 5,40 ppm para o capim-andropógon e 11,96 e 9,45 ppm para o capim-setária, respectivamente para os dados do primeiro corte e do ano 1. As doses de P_2O_5 estimadas para elevar o P no solo ao valor do NC de P foram maiores quando as classes de P no solo se basearam nos dados do primeiro corte do que do ano 1.

Termos para indexação: *Andropogon gayanus*, *Setaria sphacelata*, calagem, nível crítico de P no solo.

PHOSPHORUS REQUIREMENTS FOR THE ESTABLISHMENT OF TWO FORAGE GRASSES IN AN ACID SOIL

ABSTRACT - The phosphorus and lime requirements for the establishment of the grasses *Andropogon gayanus* and *Setaria sphacelata* in a red-yellow, clayed latosol, were determined by means of two field experiments. Treatments comprised five rates of P_2O_5 , as single superphosphate and three rates of dolomitic limestone. The P_2O_5 rates were: 0, 50, 100, 200 and 400kg/ha and the lime rates were 0, 0.5 and 1.0t/ha for *A. gayanus* and 0, 1.5 and 3.0t/ha for *S. sphacelata*. The duration of the experiments was two years, with two harvests per year. Lime had no significant effect on the dry matter yield of the two grasses. The critical soil P concentrations were 7.78 and 5.40 ppm for *A. gayanus* and 11.96 and 9.45 ppm for *S. sphacelata*, respectively in 1st harvest and year 1. The estimated P_2O_5 rates to increase soil P up to the values of the critical soil P concentrations were larger when the classes of available soil P were calculated using the data of the 1st harvest than those of year 1, particularly for soils of low P level.

Index terms: *Andropogon gayanus*, *Setaria sphacelata*, lime, critical soil P concentration.

INTRODUÇÃO

Um dos fatores que mais seriamente limitam o estabelecimento de pastagens no Brasil central e

em outras regiões tropicais e subtropicais é a deficiência de fósforo (Carvalho, 1985; Lobato et al., 1986). Essa deficiência reduz a taxa de crescimento inicial das forrageiras, atrasando o estabelecimento da pastagem, e, muitas vezes, possibilitando o desenvolvimento de invasoras.

O uso de fertilizantes fosfatados é, portanto, condição essencial para o sucesso do estabelecimento de pastagens em solos deficientes em P. No entanto, tendo em vista o alto custo dos fertilizantes, torna-se necessário garantir a máxima

¹ Aceito para publicação em 27 de agosto de 1993.

² Enga.-Agra., PhD, EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL), Rodovia MG 133, Km 42, CEP 36155-000 Coronel Pacheco, MG. Bolsista do CNPq.

³ Téc. Especializado. EMBRAPA/CNPGL, Coronel Pacheco, MG.

⁴ Biól., M.Sc., EMBRAPA/CNPGL.

eficiência da adubação fosfatada. Um aspecto de grande importância é a definição das doses recomendadas para o plantio. Essas deveriam basear-se em estudos que determinem as curvas de resposta das forrageiras ao P, a partir das quais os níveis críticos (NC) de P no solo são estabelecidos.

No Brasil, até há pouco tempo, eram escassas as informações a esse respeito (Lobato et al., 1986). Nos últimos anos, no entanto, foram publicados diversos trabalhos sobre NC de P no solo para o estabelecimento de forrageiras (Fonseca et al., 1988; Faria & Albuquerque, 1988; Carvalho et al., 1989; Saraiva & Carvalho, 1991). Os NC de P no solo variam entre espécies de plantas, entre solos para uma mesma espécie e entre extratores, para citar alguns fatores (CIAT, 1978; Fonseca et al., 1988; Guss et al., 1990). Portanto, mais informações são ainda necessárias.

Os capins andropógon (*Andropogon gayanus* Kunth) e setária (*Setaria sphacelata* (Schum.) Moss, em vista de suas características favoráveis, são recomendados para formação de pastagens cultivadas em áreas montanhosas da Região Sudeste (Botrel et al., 1987). O capim-andropógon é conhecido por sua baixa exigência de P (Carvalho, 1985; Salinas & Saif, 1989), apresentando também boas respostas de produção em solos mais férteis. Experimentos efetuados com latossolo de Brasília mostraram que o uso do calcário permitiu melhor resposta dessa gramínea a

P (EMBRAPA, 1981; Couto et al., 1985). Efeito positivo da calagem sobre a resposta a P foi observado também com o capim-setária (Couto et al., 1985).

O objetivo deste trabalho foi verificar as respostas dos capins andropógon e setária a doses de P e calcário aplicadas a um latossolo vermelho-amarelo, álico, tendo em mente recomendações de adubação fosfatada para o estabelecimento das gramíneas.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos de campo foram conduzidos na fazenda Rochedo, distrito de Sarandira, município de Juiz de Fora, MG, em um latossolo vermelho-amarelo, álico, textura argilosa (58% de argila), relevo suave ondulado, com declividade média de 12%. As características químicas do solo, no local dos experimentos, em amostras coletadas na área toda, à profundidade de 0-20 cm, e nas parcelas após preparo do solo, à profundidade de 0-15 cm, são mostradas na Tabela 1.

Os dois experimentos, com o mesmo método, foram montados respectivamente com as gramíneas *Andropogon gayanus* Kunth cv. Planaltina e *Setaria sphacelata* (Schum.) Moss, cv. Kazungula, usando-se um delineamento em blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial. O fatorial consistiu de cinco doses de P_2O_5 , fornecido na forma de superfosfato simples e três doses de calcário dolomítico. As doses de P_2O_5 foram 0, 50, 100, 200 e 400 kg/ha e as de calcário, 0, 0,5 e 1,0 t/ha, para o capim-andropó-

TABELA 1. Características químicas do latossolo vermelho-amarelo, medidas em amostras coletadas na área toda (2) e nas parcelas (3,4), antes da aplicação dos tratamentos.

Profundidade	pH	M.O.	Al	Ca	Mg	K	P	PR ¹
(cm)	em água	(%)	-----	meq/100g	-----	-----	ppm	-----
0-20 ²	4,7	5,17	1,48	0,46	0,30	0,14	2,5	13
0-15 ³	4,5	-	1,08	0,71	0,52	0,22	3,4	-
0-15 ⁴	4,6	-	1,17	0,78	0,60	0,23	3,2	-

¹ Fósforo remanescente, concentração em solução após agitação de 60 ppm P em $CaCl_2$ 0,01M, por uma hora, na relação solo:solução 1:10.

² Média de duas amostras compostas coletadas na área toda.

³ Experimento com capim-setária; média de 45 amostras coletadas nas parcelas.

⁴ Experimento com capim-andropógon; média de 45 amostras coletadas nas parcelas.

gon, e 0, 1,5 e 3,0 t/ha, para o capim-setária. As doses de calcário dolomítico foram corrigidas para PRNT=100%.

O preparo da área consistiu na marcação de curvas de nível e confecção de faixas de aproximadamente 4 m de largura, por meio de tração mecânica (aração e gradagem), onde foram instalados os blocos. As parcelas mediam 3 x 4 m, com área útil de 6 m² após eliminação da bordadura de 0,5 m. O calcário foi aplicado em 2.10.84, sendo distribuído a mão e incorporado por meio de enxadão. Vinte dias depois, foi feita a aplicação das doses de P₂O₅ e de uma adubação básica correspondente a 50 kg/ha de K₂O, na forma de KCl, e 30 kg/ha de FTE BR-16. Os fertilizantes foram distribuídos manualmente e incorporados na superfície através de enxada. As duas gramíneas foram semeadas em seguida, adotando-se uma taxa de semeadura de 3 kg/ha de sementes viáveis. As sementes das duas gramíneas foram distribuídas à lanço e incorporadas com uma fina camada de solo. Um mês após o plantio, foi feito um desbaste de invasoras em todas as parcelas, eliminando-se parcialmente as invasoras de folhas largas e gramíneas nativas mais desenvolvidas, com o objetivo de minimizar e uniformizar o efeito prejudicial dessas plantas sobre o crescimento inicial das gramíneas.

Os experimentos foram conduzidos durante dois anos, sendo efetuados dois cortes por ano para avaliação da produção de matéria seca da forragem e das invasoras. Os cortes foram feitos por meio de roçadeira costal motorizada, a 15 cm do solo. No ano 1, o 1º corte nas duas gramíneas foi efetuado em 13.02.85 e o 2º corte, dois meses após; no ano 2, o 1º corte foi feito em 13.12.85 e o 2º, três meses após. Logo após o 1º corte, nos dois anos agrícolas, foi feita uma amostragem de solo nos dois experimentos coletando-se seis subamostras por área útil da parcela, à profundidade de 0-10 cm.

No ano 2, todas as parcelas receberam adubação de manutenção correspondente a 20 kg/ha de N, como sulfato de amônio e 58 kg/ha de K₂O como KCl.

A concentração de P na parte aérea das gramíneas foi determinada por colorimetria, após digestão das amostras com a mistura de ácidos nítrico e perclórico. O P no solo (Mehlich) e as outras características químicas foram determinados de acordo com o método descrito em EMBRAPA (1979) e Bloise et al. (1979).

A análise estatística dos dados foi efetuada através do pacote estatístico SAEG. Para a comparação entre médias, nas fontes de variação onde houve diferença significativa pelo teste F ($P < 0,05$), usou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para a escolha

dos modelos de regressão, o critério adotado foi a significância de até 5% de seus coeficientes pelo teste t.

Para a determinação dos níveis críticos (NC) de P no solo para o estabelecimento das gramíneas, calculou-se a dose estimada (DE) de P₂O₅ associada com 90% do crescimento máximo das mesmas, obtido a partir da equação de regressão da produção de matéria seca (m.s.) em função das doses de P₂O₅ aplicadas. A seguir, substituindo-se o valor de DE na equação de regressão dos níveis de P no solo, em função das doses de P₂O₅ aplicadas, obteve-se o nível crítico de P no solo.

As recomendações de adubação fosfatada, para o estabelecimento das gramíneas, foram feitas de acordo com a metodologia usada por Faria & Albuquerque (1988) e Saraiva & Carvalho (1991). Foram inicialmente estabelecidas as classificações de P no solo, a partir das equações de regressão da produção de m.s. em função do P no solo, para as duas gramíneas, com os dados do 1º corte do ano 1 e com a soma dos dois cortes do ano 1. As classes de P no solo foram determinadas de acordo com o seguinte critério: **baixa**, P no solo associado com produção de m.s. igual ou inferior a 50% da máxima; **média**, P no solo associado com produção de m.s. entre 50 a 75% da máxima; **alta**, P no solo associado com produção de m.s. superior a 75% da máxima, ou entre 75 e 90% da máxima; e **muito alta**, P no solo associado com produção de m.s. superior a 90% da máxima.

As doses de P₂O₅ necessárias para elevar o P no solo ao valor do NC desse elemento, foram estimadas a partir das equações de regressão do P no solo, em função das doses de P₂O₅ aplicadas, atribuindo-se a Y o valor do NC de P no solo desejado e substituindo-se o intercepto pelo valor central das faixas de classificação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito da calagem

A aplicação das doses de calcário não teve efeito significativo ($P > 0,05$) sobre a produção de m.s. das duas gramíneas, nos dois anos de duração do experimento (Tabela 2). Portanto, a calagem também não influenciou a resposta das gramíneas à aplicação do fosfato, ao contrário do que foi observado nos trabalhos relatados por EMBRAPA (1981) e por Couto et al. (1985).

Couto et al. (1985) atribuíram a resposta dos

TABELA 2. Produção de matéria seca (kg/ha) dos capins andropógon e setária, em dois anos agrícolas, sob efeito de três doses de calcário (soma de dois cortes por ano)¹.

Doses de calcário (t/ha)	Andropógon		Doses de calcário (t/ha)	Setária	
	Ano 1	Ano 2		Ano 1	Ano 2
0	5.892	10.248	0	6.912	9.025
0,5	6.585	10.729	1,5	7.218	7.800
1,0	6.721	10.721	3,0	7.554	7.705

¹ Efeito de calcário não-significativo.

capins andropógon e setária ao calcário aplicado em cobertura quatro anos antes, ao aumento no suprimento de Ca e Mg no solo. No presente trabalho, a análise química do solo coletado aos 4 e aos 18 meses após a calagem mostrou que o cal-

cário teve efeito significativo ($P < 0,01$) sobre as características químicas examinadas (Tabela 3). O pH e os níveis de Ca e Mg trocáveis aumentaram, e os níveis de Al trocável diminuíram com as doses crescentes de calcário. No entanto, nos tratamentos sem calcário, algumas dessas características, como por exemplo Ca e Mg trocáveis, já se encontravam em níveis adequados para forrageiras tropicais, antes (Tabela 1) e após a aplicação do superfosfato simples (Tabela 3), o qual elevou ainda mais os níveis de Ca trocável no solo.

Informações disponíveis sobre faixas de níveis críticos no solo para o capim-andropógon (Salinas & Saif, 1989) sugerem que, no presente trabalho, os níveis de Ca e Mg trocáveis e o pH do solo, na ausência da calagem, estavam adequados para o crescimento normal dessa gramínea. Salinas & Saif (1989) relatam as faixas de

TABELA 3. Efeito da calagem sobre as características químicas do solo, determinadas em amostras coletadas em duas épocas à profundidade de 0-10 cm (média de cinco doses de P e três repetições).

Doses de Calcário (t/ha)	pH em água	Al	Ca		Mg	Saturação, %		
			meq/100 g			Al	Ca	Mg
Andropógon - Época 1¹								
0	4,85c	1,41b	1,14bc	0,35c	49	39	12	
0,5	5,02ab	1,03c	1,55ab	0,51bc	33	50	17	
1,0	5,03a	0,72d	1,99a	0,73a	21	58	21	
Andropógon - Época 2								
0	4,58d	1,82a	1,00c	0,38c	57	31	12	
0,5	4,79c	1,29bc	1,65a	0,58ab	37	47	16	
1,0	4,92b	1,17c	1,77a	0,70a	32	49	19	
Setária - Época 1								
0	4,69d	1,45b	1,16c	0,41c	48	38	14	
1,5	4,99c	0,70c	2,23b	0,79b	19	60	21	
3,0	5,17b	0,35d	3,28a	1,08a	7	70	23	
Setária - Época 2								
0	4,63d	1,75a	1,05c	0,37c	55	33	12	
1,5	5,00bc	0,87c	2,20b	0,73b	23	58	19	
3,0	5,39a	0,37d	3,28a	1,26a	7	67	26	

¹ Época 1 = fevereiro de 1985; Época 2 = dezembro de 1985.

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, por gramínea, não diferem ($P > 0,05$), de acordo com o teste de Tukey a 5%.

níveis críticos relacionadas com 80% da produção máxima no ano do estabelecimento do capim-andropógon, sendo o pH entre 4,5 e 5,5; a saturação de Ca entre 10 e 20% e a saturação de Mg entre 3 e 5%. Observa-se que os valores de saturação de Ca e Mg, na dose zero de calcário, nos dois experimentos, são bem maiores do que o limite superior dessas faixas (Tabela 3). Além disso, as percentagens de saturação com Al no solo sem calagem (Tabela 3) estão abaixo dos valores de 80 a 95% considerados como tóxicos para o capim-andropógon (Salinas & Saif 1989).

A falta de resposta do capim-setária à calagem (Tabela 2) indica que suas exigências em Ca e Mg foram satisfeitas no solo não corrigido, e que tolera percentagens de saturação com Al da ordem de 48 a 55% (Tabela 3).

Resposta a fósforo

A resposta das gramíneas às doses crescentes de superfosfato simples aplicadas no plantio foi acentuada e variou entre as duas espécies e com o tempo (Figs. 1 e 2).

O nível de resposta a fósforo, calculado como a produção relativa na dose zero de P_2O_5 do 1º corte, foi 32% para o capim-andropógon e 3% para o capim-setária, o que indica maior resposta do segundo à aplicação de superfosfato simples e maior habilidade do primeiro para crescer em solo com baixo nível de fósforo. McIvor (1984), usando o mesmo índice para comparar as respostas a P de um grupo de forrageiras nativas e introduzidas no norte da Austrália, verificou que, entre as gramíneas introduzidas, o capim-andropógon teve o mais alto crescimento relativo na dose zero de P (17%).

Diversos autores consideram que a adaptação de plantas a solos com baixa disponibilidade de nutrientes está associada à sua baixa taxa de crescimento (Loneragan, 1978; McIvor, 1984; Clarkson, 1985). No presente estudo, as taxas de crescimento inicial das duas gramíneas, considerando-se 100 dias de crescimento entre o final da fase de germinação e o 1º corte, foram 37,4 e 66,4 kg/ha/dia, para os capins andropógon e setária, respectivamente. De acordo com Nye, citado por Salinas & Saif (1989), uma baixa taxa de

crescimento inicial dá à planta tempo suficiente para extrair e translocar o P, permitindo a utilização mais eficiente do elemento à medida que a planta se desenvolve.

No 1º corte, a resposta das duas gramíneas às aplicações de superfosfato simples foi acentuada, mas diminuiu um pouco no ano 1 (soma do 1º e 2º cortes), e, no ano 2 (soma de dois cortes), a adubação fosfatada no plantio não teve efeito significativo ($P > 0,05$) sobre a produção de m.s. (Figs. 1 e 2). Redução no nível de resposta de gramíneas tropicais à aplicação de fosfato com o tempo, foi observada também em casa de vegetação por Fonseca et al. (1988) e por Guss et al. (1990). Nos dois estudos, houve maior resposta a P no 1º do que no 2º corte. Esses resultados indicam que, na fase inicial de crescimento, as gramíneas necessitam uma maior concentração de P no solo do que no final ou após o período de estabelecimento. Essa maior exigência em P na fase inicial de crescimento das gramíneas parece estar associada ao pequeno desenvolvimento do sistema radicular e à demora no estabelecimento de associações com fungos micorrízicos (Spain & Salinas 1985). O desenvolvimento do sistema radicular tem importante papel na obtenção de nutrientes em solos de baixa fertilidade (Clarkson, 1985). Informações disponíveis sobre a resposta de um grupo de forrageiras à inoculação com micorriza indicam alta dependência do capim-andropógon a essa associação para crescer e absorver nutrientes em um latossolo deficiente em P (Saif, 1987).

Níveis críticos de P no solo

Em vista da diminuição com o tempo, na resposta das duas gramíneas à aplicação de superfosfato simples, as doses estimadas (DE) de P_2O_5 associadas com 90% da produção máxima também diminuíram quando se considerou a produção do 1º corte e do ano 1, sendo respectivamente iguais a 141 e 90,5 kg/ha de P_2O_5 para o capim-andropógon, e 211 e 172 kg/ha de P_2O_5 para o capim-setária (Figs. 1 e 2). Esse resultado, e mais a ausência de resposta ao superfosfato simples no ano 2, ou seja, após o estabelecimento das gramíneas, poderia sugerir que a aplicação de fertili-

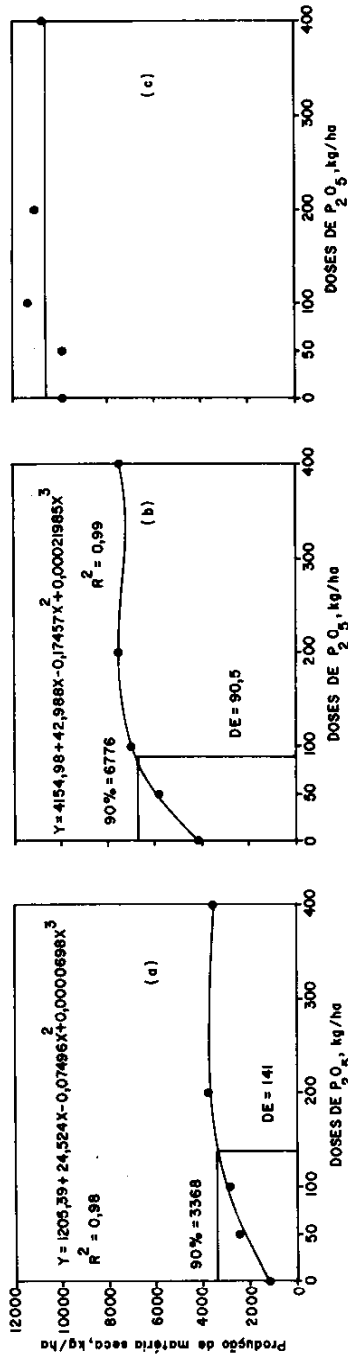


FIG. 1. Dose estimada de fósforo (DE) necessária para 90% da produção máxima de matéria seca do capim-andropógon no corte 1 (a) e a ano 1 (b) e produção de matéria seca no ano 2 (c), em função de doses de fósforo.

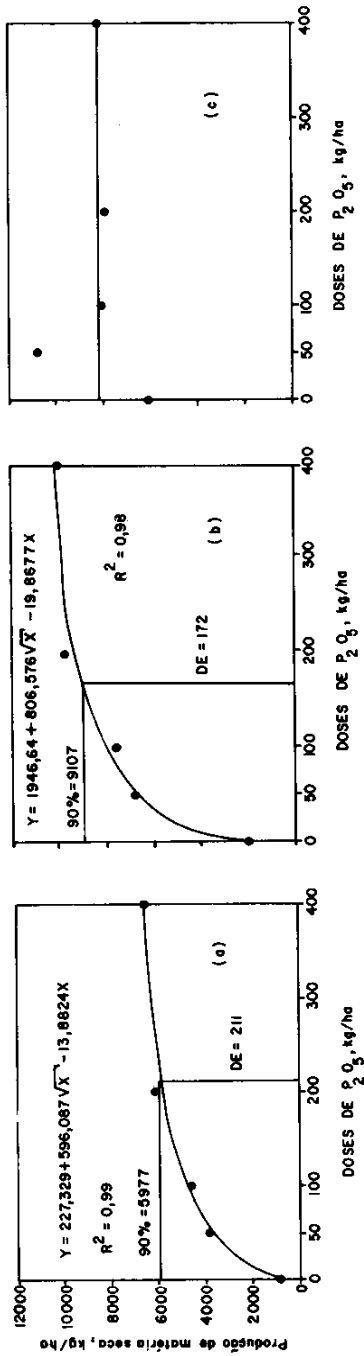


FIG. 2. Dose estimada de fósforo (DE) necessária para 90% da produção máxima de matéria seca do capim-setária no corte 1 (a) e ano 1 (b) e produção de matéria seca no ano 2 (c), em função de doses de fósforo.

zante fosfatado no plantio dessas gramíneas no solo em questão é desnecessária. No entanto, a aplicação do fertilizante, mesmo em pequenas doses, contribuiu para aumentar a taxa de crescimento na fase inicial do estabelecimento, principalmente do capim-setária (Figs. 1 e 2). Alta taxa de crescimento inicial significa estabelecimento mais rápido, com as conseqüentes vantagens de alcançar boa cobertura do solo em menor prazo; em geral, diminuindo o desenvolvimento de invasoras e protegendo o solo contra a erosão, além de permitir a utilização da pastagem mais cedo. Um dos efeitos benéficos do P sobre o estabelecimento das gramíneas se manifesta através do aumento no perfilhamento (McIvor 1984, Guss et al. 1990). No capim-setária, as doses de superfosfato simples contribuíram para reduzir a produção de m.s. das invasoras, inclusive no ano 2 (Tabela 4). Já no capim-andropógon, provavelmente devido à sua menor taxa de crescimento inicial, as doses de superfosfato simples não tiveram efeito significativo ($P > 0,05$) sobre o crescimento das invasoras (Tabela 4).

Outro aspecto importante, resultante da adubação fosfatada, é o aumento no teor de P na forragem. Os dados da Tabela 4 mostram esse efeito nas duas gramíneas, no ano do estabelecimento e no ano seguinte.

Diante dessas considerações, conclui-se que, em experimentos de campo destinados a determinar os NC de P no solo, para orientar a recomendação de adubação fosfatada para o estabelecimento de forrageiras, os dados a serem utilizados deverão ser os da produção de m.s. do 1º corte ou da produção total do ano do estabelecimento.

Os NC de P no solo, associados com 90% da produção máxima no 1º corte e no ano 1, foram, respectivamente, 7,78 e 5,40 ppm, para o capim-andropógon (Fig. 3), e 11,96 e 9,45 ppm, para o capim-setária (Fig. 4). Em cada gramínea utilizou-se a mesma equação de regressão do P no solo em função das doses de P_2O_5 , uma vez que foi feita uma única amostragem de solo por ano, após o 1º corte. Saraiva & Carvalho (1991), trabalhando com solo semelhante do município de Coronel Pacheco, MG, e usando os dados do 1º corte e o mesmo extrator Mehlich para determinação de P, encontraram um NC de P no solo

TABELA 4. Efeito das doses de fosfato sobre a produção de matéria seca das invasoras e sobre a concentração de P na parte aérea dos capins andropógon e setária, no ano 1 e ano 2.

Doses de P_2O_5	Invasoras, kg/ha		P na planta, %	
	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2
Andropógon				
0	1.466	315	0,12	0,10
50	1.818	414	0,13	0,11
100	1.649	385	0,14	0,12
200	1.759	447	0,16	0,12
400	1.970	473	0,17	0,15
ANOVA ¹	N.S.	N.S.	**	**
Setária				
0	1.586	878	0,11	0,07
50	1.082	483	0,12	0,08
100	1.424	395	0,13	0,10
200	831	382	0,16	0,11
400	622	373	0,17	0,14
ANOVA	**	**	**	**

¹ ANOVA = análise de variância; N.S. = efeito não significativo;

** = efeito significativo ao nível de 5%.

para o estabelecimento do capim-elefante igual a 7 ppm, próximo portanto daquele encontrado para capim-andropógon (Fig. 3). A única diferença na metodologia entre os dois trabalhos foi a profundidade de amostragem de solo, que, no estudo de Saraiva & Carvalho (1991), foi de 0-20 cm, mais compatível com o sistema de plantio do capim-elefante, através de estacas.

Recomendações para adubação fosfatada

As doses de fosfato recomendadas para o estabelecimento das duas gramíneas no latossolo estudado foram estimadas, visando elevar o P no solo ao valor do NC, associado com 90% do crescimento máximo das forrageiras no 1º corte e no ano 1. As classificações do P no solo (Tabela 5) foram estabelecidas a partir das seguintes equações de regressão da produção de m.s. em função do P no solo:

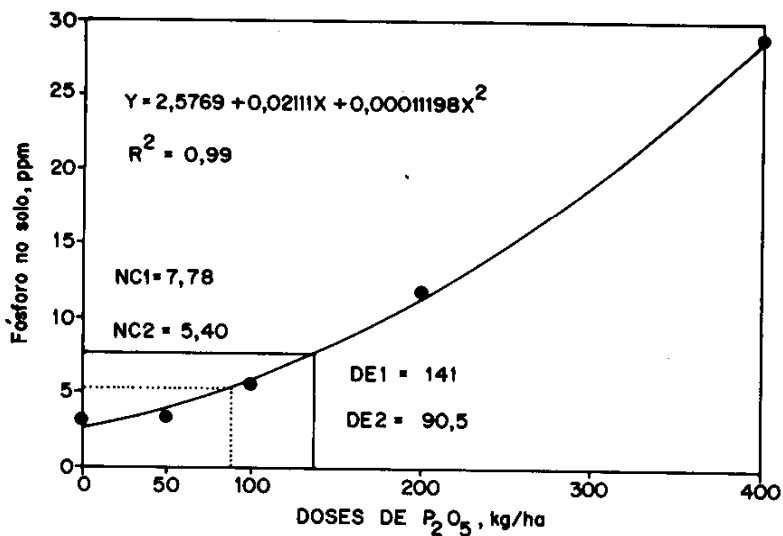


FIG. 3. Teores de P no solo, em função das doses de fosfato aplicadas no plantio do capim-andropogon e níveis críticos (NC) de P relacionados com as doses estimadas de fosfato (DE) necessárias para 90% da produção máxima no corte 1 (—) e ano 1 (...).

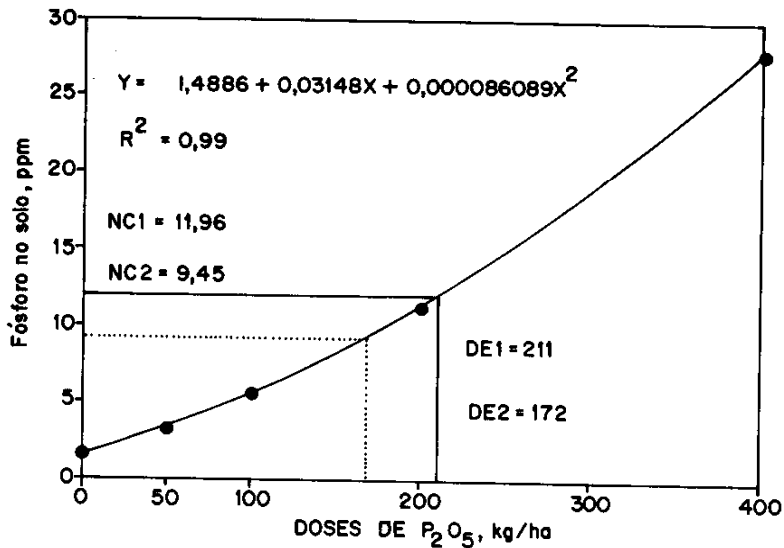


FIG. 4. Teores de P no solo, em função das doses de fosfato aplicadas no plantio do capim-setaria e níveis críticos (NC) de P relacionados com as doses estimadas de fosfato (DE) necessárias para 90% da produção máxima no corte 1 (—) e ano 1 (...).

TABELA 5. Classes dos níveis de P no solo e doses estimadas de fosfato para atingir o nível crítico de P no solo, associado com 90% da produção máxima dos capins andropógon e setária, no 1º corte e no ano 1.

P - disponível no solo	Classificação	Dose estimada de P ₂ O ₅
ppm		kg/ha
Andropógon - Corte 1		
< 4	Baixa	152
4 - 7	Média	77
> 7	Alta	0
Andropógon - Ano 1		
< 2	Baixa	125
2 - 5	Média	66
> 5	Alta	0
Setária - Corte 1		
< 4	Baixa	205
4 - 7	Média	147
7 - 11	Alta	78
> 11	Muito alta	0
Setária - Ano 1		
< 2	Baixa	81
2 - 5	Média	137
5 - 9	Alta	66
> 9	Muito alta	0

Andropógon, corte 1:

$$Y = -2745,06 + 3235,89 \sqrt{X} - 386,945X \quad R^2 = 0,83$$

Andropógon, ano 1:

$$Y = -1078,21 + 4427,88 \sqrt{X} - 529,518X \quad R^2 = 0,80$$

Setária, corte 1:

$$Y = -4214,81 + 5162,69 \sqrt{X} - 594,877X \quad R^2 = 0,95$$

Setária, ano 1:

$$Y = 10590,8 - \frac{13281,2}{X} \quad R^2 = 0,98$$

Para a estimativa das doses de P₂O₅ a serem aplicadas para elevar o P no solo, utilizaram-se as equações de regressão do P no solo em função

das doses de P₂O₅ aplicadas por ocasião do plantio das gramíneas (Figs. 3 e 4). Os valores encontrados variaram entre espécies e foram sempre menores para os dados do ano 1 do que do 1º corte (Tabela 5). Tomando-se como exemplo o próprio solo usado no experimento, com 2,5 ppm de P na camada de 0-20 cm (Tabela 1), para o plantio do capim-andropógon, a recomendação para adubação fosfatada seria de 152 kg/ha de P₂O₅, considerando-se os dados do 1º corte e, 66 kg/ha, os do ano 1. Menor diferença entre os dois critérios seria observada em um solo com 4 ppm de P (Tabela 5). As doses recomendadas para o plantio do capim-setária seriam mais altas, mas conservando a mesma tendência discutida acima para o capim-andropógon, ou seja, em solos com mais baixo teor de P haverá maior diferença entre as doses de P₂O₅, se as classes de P no solo são baseadas nos dados do 1º corte do que do ano 1.

Portanto, o uso da produção total de m.s. do ano do estabelecimento, para determinar o NC e as classes de P no solo, resultou na recomendação de doses menores de P₂O₅ a serem aplicadas no plantio das gramíneas. Isso pode ser vantajoso quando se tem em mente a redução dos custos da formação da pastagem. No entanto, a aplicação de doses mais elevadas poderá ser mais adequada, por exemplo, quando se tem urgência na utilização da pastagem, em áreas com alta infestação de invasoras e em pastagens a serem manejadas intensivamente, com uso de fertilizantes.

CONCLUSÕES

1. A calagem não teve efeito significativo sobre o crescimento dos capins andropógon e setária, e não influenciou a resposta dessas gramíneas à aplicação de superfosfato simples.
2. O capim-setária respondeu mais à aplicação de superfosfato simples do que o capim-andropógon.
3. Nas duas gramíneas, a resposta às doses de P aplicado no plantio diminuiu com o tempo no 1º ano e não ocorreu após o estabelecimento.
4. Os NC de P no solo associados com 90% da produção máxima foram 7,78 e 5,40 ppm para o capim-andropógon e 11,96 e 9,45 ppm para o

capim-setária, para os dados do 1º corte e do ano 1, respectivamente.

5. Recomendações de adubação fosfatada para o estabelecimento das duas gramíneas no solo estudado, quando baseadas nos dados do 1º corte, resultaram em maiores doses de fosfato a serem aplicadas do que quando baseadas nos dados do ano 1, principalmente em solos com nível baixo de P.

AGRADECIMENTOS

Ao Sr. Américo de Pinho Vieira e Sra. Maria José Vieira, por permitirem o uso de sua propriedade para a realização de pesquisa e pela atenção dispensada durante a execução dos experimentos.

REFERÊNCIAS

- BLOISE, R.M.; MOREIRA, G.N.C.; DYNIA, J.F. **Métodos de análises de solos e calcários**. 2.ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA - SNLCS, 1979. 32p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim Técnico, 55).
- BOTREL, M.de A.; ALVIM, M.J.; MOZZER, O.L. Avaliação agrônômica de gramíneas forrageiras sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.9/10, p.1019-1025, 1987.
- CARVALHO, M.M. Melhoramento da produtividade das pastagens através da adubação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.132, p.23-32, 1985.
- CARVALHO, M.M.; SARAIVA, O.F.; VERNEQUE, R.S. Níveis críticos externos e internos de fósforo de duas leguminosas tropicais em um solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, n.3, p.311-314, 1989.
- CIAT. Beef Program. **Annual Report 1977**. Cali, 1978. p. A-1 - A-114.
- CLARKSON, D.T. Adaptações morfológicas e fisiológicas das plantas a ambientes de baixa fertilidade. In: SIMPÓSIO SOBRE RECICLAGEM DE NUTRIENTES E AGRICULTURA DE BAIXOS INSUMOS NOS TRÓPICOS, 1984, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC, 1985. p.45-75.
- COUTO, W.; LEITE, G.G.; KORNELIUS, E. The residual effect of P and lime on the performance of four tropical grasses in a high P-fixing oxisol. **Agronomy Journal**, Madison, v.77, n.4, p.539-542, 1985.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Planaltina, DF). **Relatório Técnico Anual 1979-1980**. Planaltina, DF: 1981. 190p.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro, 1979.
- FARIA, C.M.B.de; ALBUQUERQUE, S.G. de Disponibilidade e correção do nível de fósforo em solo do submédio São Francisco em relação ao rendimento do capim-búfel. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.6, p.555-561, 1988.
- FONSECA, D.M.da; ALVAREZ, V.H.; NEVES, J.C.L.; GOMIDE, J.A.; NOVAIS, R.F.de; BARROS, N.F.de Níveis críticos de fósforo em amostras de solos para o estabelecimento de *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens* e *Hyparrhenia rufa*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.12, n.1, p.49-58, 1988.
- GUSS, A.; GOMIDE, J.A.; NOVAIS, R.F.de Exigência de fósforo para o estabelecimento de quatro espécies de *Brachiaria* em solos com características físico-químicas distintas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.19, n.4, p.278-289, 1990.
- LOBATO, E.; KORNELIUS, E.; SANZONOWICZ, C. Adubação fosfatada em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 8., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1986. p.199-224.
- LONERAGAN, J.F. The physiology of plant tolerance to low phosphorus availability. In: JUNG, G.A. (Ed.) **Crop tolerance to suboptimal land conditions**. Madison: ASA, 1978. p.329-343. (Special Publication, 32).
- McIVOR, J.G. Phosphorus requirements and responses of tropical pasture species: native and introduced grasses, and introduced legumes. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Melbourne, v.24, n.126, p.370-378, 1984.
- SAIF, S.R. Growth responses of tropical forage plant species to vesicular-arbuscular mycorrhizae. I. Growth, mineral uptake and mycorrhizal dependency. **Plant and Soil**, The Hague, v.97, n.1, p.25-35, 1987.

- SALINAS, J.G.; SAIF, S.R. Requerimientos nutricio-
nales de *Andropogon gayanus*. In: TOLEDO,
J.M.; VERA, R.; LASCANO, C.; LENNÉ, J.L.
(Eds.) *Andropogon gayanus Kunth un pasto
para los suelos ácidos del trópico*. Cali, Co-
lombia: CIAT, 1989. p.105-165.
- SARAIVA, O.F.; CARVALHO, M.M. Adubação nitro-
genada e fosfatada para o estabelecimento de
capim-elefante em latossolo vermelho-amarelo,
textura argilosa. *Revista Brasileira de Ciência
do Solo*, Campinas, v.15, n.2, p.201-205, 1991.
- SPAIN, J.M.; SALINAS, J.G. A reciclagem de nutri-
entes nas pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO SO-
BRE RECICLAGEM DE NUTRIENTES E
AGRICULTURA DE BAIXOS INSUMOS NOS
TRÓPICOS, 1984, Ilhéus, BA. *Anais...* Ilhéus:
CEPLAC, 1985. p.259-299.