

# NÍVEIS CRÍTICOS DE FÓSFORO EM AMOSTRAS DE SOLOS DO SUDOESTE DA BAHIA PARA O CRESCIMENTO INICIAL DO ALGODOEIRO E DO FEIJOEIRO<sup>1</sup>

Marisa Pereira de Faria<sup>2</sup>

Fabiano Ribeiro do Vale<sup>3</sup>

Itamar Pereira de Oliveira<sup>4</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

Os baixos teores de fósforo disponíveis nos solos, de maneira geral, constituem a principal causa do pouco crescimento das plantas. Dado o elevado custo do fertilizante fosfatado, diversos estudos têm sido realizados com o intuito de se obterem subsídios para recomendação mais adequada da adubação fosfatada. Segundo BAHIA FILHO (1), a concentração crítica de P é influenciada por características do solo que refletem a sua capacidade-tampão de P, tal como a energia de adsorção, maior nos solos argilosos que nos arenosos. SILVA e BRAGA (22) ressaltam que a determinação do P disponível é influenciada pelo tipo de extrator utilizado.

Em relação à planta, verificam-se respostas variáveis com a espécie e cultivar, idade da planta e presença de pêlos radiculares, conforme FABRES *et alii* (9), ITOH e BARBER (14), NOVAIS *et alii* (19), OLIVEIRA *et alii* (20) e SILVA *et alii* (23).

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 20.12.1997.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária-INCRA. Palácio do Desenvolvimento, 15º andar, CEP 70057-900 Brasília, DF.

<sup>3</sup> Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras-UFLA. Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras, MG.

<sup>4</sup> CNPAP/EMBRAPA. Caixa Postal 179, CEP 74001-970 Goiânia, GO.

MATOS e RIBEIRO (15) ressaltam que a baixa fertilidade dos solos cultivados com feijão, notadamente em relação ao P, é o principal fator da pequena produtividade da cultura. O efeito da adubação fosfatada sobre o feijoeiro foi constatado por CARVALHO (3,4), COSTA (6), FAGERIA (10), MIRANDA e LOBATO (17) e OLIVEIRA *et alii* (20), com níveis críticos de P no solo variando de 12 a 140 mg de P/dm<sup>3</sup> de solo.

A resposta do algodoeiro a fósforo é elevada, resultando em maior precocidade, melhoria da produção e qualidade das fibras, segundo SABINO (21) e SILVA *et alii* (23).

Considerando a variação nas exigências nutricionais entre espécies, assim como a variação na eficiência de absorção e de utilização de fósforo, torna-se necessário maior conhecimento sobre os níveis críticos de fósforo que permitem produção satisfatória das culturas. O objetivo deste trabalho consistiu em determinar a concentração crítica de P no solo e na planta, para o feijoeiro e algodoeiro cultivados em solos com diferentes teores de argila.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG. Foram usadas amostras de cinco solos da região sudoeste da Bahia, situados à margem direita do rio Corrente, afluente da margem esquerda do rio São Francisco (Areia Quartzosa distrófica-Aqd, Latossolo Vermelho-Amarelo álico, textura média-LVam, Latossolo Amarelo álico, textura argilosa-LAar, Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico, textura argilosa-LVer e Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico, textura média-PVem). As principais características físicas e químicas dos solos estudados são apresentadas no Quadro 1, conforme MUGGLER *et alii* (18).

QUADRO 1 - Classes e características físicas e químicas dos solos utilizados									
Solo	Areia Grossa	Areia fina	Silte	Argila	pH <sup>(1)</sup>	Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	P
	-----g/kg-----					-----mmol/dm <sup>3</sup> -----			g/dm <sup>3</sup>
AQd	90	880	0	30	5,5	1	12	5	3
LVam	20	880	20	80	5,4	2	8	5	2
PVem	30	580	200	190	6,2	1	68	18	2
LVer	20	700	60	220	5,6	2	24	10	2
LAar	20	720	70	190	5,3	3	13	4	2

<sup>1</sup> pH em água, relação 1:2,5.

Para o cultivo, os solos receberam inicialmente uma mistura de  $\text{CaCO}_3$  e  $\text{MgCO}_3$ , na relação estequiométrica de 4:1, de tal forma a elevar a percentagem de saturação por bases para 70%. As amostras de solo foram incubadas por 45 dias e, após a reação dos corretivos, receberam doses crescentes de fósforo, que corresponderam a 0, 10, 40, 100 e 400 mg de  $\text{P/dm}^3$  de solo, aplicadas na forma de  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Juntamente com o P, foram aplicados 100, 50, 30 e 40 mg/ $\text{dm}^3$  de solo de K, N, S e micronutrientes, respectivamente, utilizando-se como fontes KCl,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (sais p.a.) e FTE BR12.

Após a devida homogeneização, as amostras de solo foram colocadas em vasos de 1,6  $\text{dm}^3$ , retirando-se uma amostra de 100  $\text{cm}^3$  para determinação do P disponível pelo extrator Mehlich-1, conforme EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (8). Cada vaso recebeu cinco sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Carioca ou dez sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) cv. IAC 20. Quinze dias após a semeadura, efetuou-se o desbaste, deixando-se três plantas por vaso. Os vasos foram irrigados com água destilada, ajustando-se a umidade diariamente, mantendo-se a capacidade de campo. Aos quinze e trinta dias após a semeadura, efetuou-se a adubação com 75 mg N/ $\text{dm}^3$  de solo, em cada aplicação, na forma de  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .

O experimento consistiu de um arranjo fatorial 5 x 5 x 2 (cinco solos, cinco doses de P e duas espécies), com os tratamentos distribuídos em blocos ao acaso, com três repetições.

Decorridos 45 e 50 dias da semeadura, respectivamente, para o feijoeiro e algodoeiro, efetuou-se o corte da parte aérea das plantas, a 2 cm do solo, seguindo-se a secagem do material vegetal a 70°C, em estufa, até peso constante. Após a pesagem, o material vegetal foi moído, do qual retirou-se uma subamostra para a determinação do teor de P por colorimetria, depois da digestão nitroperclórica.

Foram ajustadas equações de regressão, relacionando as produções de matéria seca das duas espécies estudadas com as doses de P aplicadas e calculadas às doses de P necessárias à obtenção de 90% da produção máxima estimada. O nível crítico de P no solo foi obtido pela substituição da dose estimada na equação de regressão entre o P extraído e o P aplicado.

Do mesmo modo, o nível crítico de P na planta foi obtido pela substituição da dose estimada de P para 90% da produção máxima das duas espécies, na equação de regressão entre o teor de P na matéria seca da parte aérea e as doses de P aplicadas.

A análise estatística dos dados foi realizada pelo SISTEMA DE ANÁLISES ESTATÍSTICAS (SANEST) e as equações de regressão

determinadas por meio do SISTEMA DE ANÁLISES ESTATÍSTICAS E GENÉTICAS (SAEG).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da produção de matéria seca da parte aérea do feijoeiro e algodoeiro são apresentados no Quadro 2. Verificou-se que a resposta à adubação fosfatada foi acentuada e que a produção de matéria seca foi bastante reduzida na ausência da adubação, evidenciando a importância da aplicação de P nesses solos. De fato, MUGGLER *et alii* (18) verificaram que os solos do sudoeste da Bahia necessitam de adubação fosfatada corretiva, dada a sua baixa disponibilidade de P, resultante da origem dos calcários que influenciaram a formação dos principais solos da região.

**QUADRO 2** - Equações de regressão ajustadas para a produção de matéria seca da parte aérea do feijoeiro (F) e algodoeiro (A), como variável dependente das doses de P aplicadas (mg/kg), produção de matéria seca (MSPA, g/vaso) correspondente a 90% do máximo e dose estimada de P (DE, mg/kg) para proporcionar esta produção. Média de três repetições

Solo	Espécie	Dose de P aplicada, mg/dm <sup>3</sup> de solo					Ajuste de regressão	R <sup>2</sup>	MSPA	DE
		0	10	40	100	400				
AQd	F	0,9	1,9	5,5	6,5	7,0	Y = -0,0001X <sup>2</sup> +0,07X+1,5	0,88	9,2	164
	A	1,8	1,8	13,8	19,2	16,5	Y = -0,0005X <sup>2</sup> +0,24X+1,3	0,93	27,2	160
LVam	F	1,4	2,3	5,7	6,8	6,7	Y = -0,0001X <sup>2</sup> +0,07X+1,9	0,90	9,3	158
	A	0,9	1,5	5,3	14,9	15,9	Y = -0,0003X <sup>2</sup> +0,17X+0,1	0,99	20,0	178
PVem	F	1,2	1,3	2,4	6,0	6,5	Y = -0,0001X <sup>2</sup> +0,06X+0,9	0,97	7,8	175
	A	0,9	1,2	5,9	12,3	18,3	Y = -0,0002X <sup>2</sup> +0,14X+0,4	0,99	19,7	186
LVer	F	1,2	1,2	2,8	7,1	7,0	Y = -0,0001X <sup>2</sup> +0,07X+0,7	0,97	9,3	171
	A	1,1	1,2	1,8	18,1	19,1	Y = -0,0004X <sup>2</sup> +0,21X-1,2	0,90	26,1	179
LAar	F	1,4	1,3	2,8	5,6	6,8	Y = -0,0001X <sup>2</sup> +0,05X+1,0	0,98	7,6	183
	A	1,0	1,0	1,4	9,8	16,4	Y = -0,0001X <sup>2</sup> +0,10X-0,1	0,96	15,4	224

Todos os coeficientes são significativos a 5% pelo teste F.

O teor de argila dos solos estudados variou de 30 a 220 mg/dm<sup>3</sup> de solo, verificando-se que naqueles cujo teor de argila era mais expressivo

(PVem, LVer e LAar, com 190 e 220 mg/dm<sup>3</sup> de solo), a aplicação de 10 a 40 mg de P/dm<sup>3</sup> de solo proporcionou menor produção que nos solos mais arenosos (AQd e LVam), no caso do feijoeiro. Para o algodoeiro, a produção da AQd, obtida com a aplicação de 40 mg de P/dm<sup>3</sup> de solo, foi cerca de 980% maior que a do solo LVer. Segundo FONSECA *et alii* (11), a maior produção obtida nos solos arenosos se deve à menor adsorção de P destes solos, resultando na maior disponibilidade do elemento após a adubação.

Pelas equações de regressão obtidas entre a matéria seca produzida e as doses de P aplicadas, foram estimadas as doses de P necessárias para a produção de 90% da matéria seca (Quadro 2). No solo LVer, foram necessárias doses mais elevadas de P para a obtenção de produção inferior ao da AQd, para ambas as culturas. Esses resultados demonstram a influência das características do solo sobre a absorção e utilização do P pelas plantas.

Os níveis críticos de P no solo, obtidos pela substituição das doses econômicas de P para 90% da produção máxima nas equações de regressão do P extraído, em razão do P aplicado, são apresentados na Quadro 3. Para o algodoeiro, não houve correlação entre os níveis críticos de P e o teor de argila dos solos estudados. Para o feijoeiro, os maiores valores de nível crítico foram obtidos na AQd e LVam, com menores teores de argila.

QUADRO 3 - Equações de regressão ajustadas para os teores de P no solo recuperados pelo extrator Mehlich-1 (mg/dm<sup>3</sup>), como variável dependente das doses de P aplicadas (mg/dm<sup>3</sup>) e níveis críticos de P no solo (NC) para a obtenção de 90% da produção máxima (g/vaso) do feijoeiro (F) e do algodoeiro (A)

Solo	Espécie	Equação de regressão ajustada	R <sup>2</sup>	NC mg/dm <sup>3</sup>
AQd	F	Y=12,9775 + 0,6729X	0,98	123
	A	Y= 1,10024 + 0,6391X	0,98	104
LVam	F	Y=18,9381 + 0,6818X	0,99	126
	A	Y=12,9444 + 0,8647X	0,90	167
PVem	F	Y=10,0843 + 0,4786X	0,99	94
	A	Y= 6,8661 + 0,5412X	0,98	107
LAar	F	Y=19,7249 + 0,5819X	0,98	119
	A	Y=18,9367 + 0,5278X	0,99	113
LVer	F	Y=23,2224 + 0,4870X	0,99	112
	A	Y=25,1124 + 0,6008X	0,98	160

\*Todos os coeficientes são significativos a 1%, pelo teste F.

FONSECA *et alii* (11) verificaram que solos com menor teor de argila apresentam níveis críticos mais elevados, em virtude do tipo de metodologia empregada, na qual se utilizam as mesmas doses de P para solos com variadas características. Isso levaria a uma recuperação menor do P pelos extratores nos solos mais argilosos, dada a maior energia de adsorção de P desses solos, concordando com os resultados obtidos por outros autores, como CARVALHO *et alii* (4) e FABRES *et alii* (9). FONSECA *et alii* (11) e FOX e KAMPRATH (12), no entanto, sugerem que seja usada a capacidade máxima de adsorção de P (CMAP), para melhor avaliar as características dos solos relacionadas com o fator capacidade-tampão de P.

Os valores de níveis críticos estão na faixa dos encontrados na literatura, em trabalhos conduzidos em casa de vegetação, para o feijoeiro, conforme CARVALHO *et alii* (4), COSTA (6), DELAZARI *et alii* (7) e OLIVEIRA *et alii* (20). Para o algodoeiro, os valores obtidos são cerca de seis vezes maiores que os conseguidos por MEDEIROS (16). Quanto às diferenças nos níveis críticos de P entre as espécies, verifica-se que não são acentuadas, havendo tendência de valores superiores para o algodão.

O P contido na matéria seca da parte aérea das duas culturas aumentou significativamente ( $P < 0,01$ ) com a elevação das doses de P aplicadas (Quadro 4). Os níveis críticos de P na planta foram obtidos pela substituição da dose econômica de P associada a 90% da produção máxima, na equação de regressão obtida entre o P absorvido e o P aplicado. O feijoeiro apresentou maiores níveis críticos para os solos menos argilosos (AQd e LVam), à semelhança dos níveis críticos de P no solo, concordando com os resultados de CARVALHO *et alii* (3). Esses autores, no entanto, verificaram valores bem inferiores ao do presente trabalho, sendo de 0,20% de P para um LRd, com 610 mg de argila/dm<sup>3</sup> de solo e de 0,28% de P, para uma AQd, com 140 mg de argila/dm<sup>3</sup> de solo.

Os níveis críticos de P na planta, para o algodoeiro, foram inferiores aos obtidos para o feijoeiro (Quadro 4). As variações entre as espécies, quanto ao nível crítico de fósforo na planta, têm sido atribuídas às diferenças na eficiência nutricional, representada pela eficiência na absorção e, ou, utilização de uso de P. Um aspecto importante a ser considerado quanto à eficiência da absorção diz respeito ao fator transporte do P de um dado ponto de solução do solo até à superfície da raiz. Segundo BARLEY (2) e GERLOFF (13), no caso específico do P, cujo transporte no solo se dá em distâncias pequenas, aspectos relacionados à morfologia do sistema radicular, tais como distribuição de raízes finas e maior proporção de pêlos radiculares, passam a ser de maior importância que aqueles ligados à capacidade de absorção propriamente dita.

**QUADRO 4** - Equação de regressão ajustada para o teor de P (%) na matéria seca da parte aérea do feijoeiro (F) e algodoeiro (A), como variável dependente das doses de P aplicadas ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) e níveis críticos de P na planta (%)

Solo	Espécie	Ajuste de regressão	R <sup>2</sup>	NC, %
AQd	F	$Y = -0,000012X^2 + 0,0069X + 0,0732$	0,99	0,88
	A	$Y = -0,0000039X^2 + 0,0037X + 0,0571$	0,97	0,55
LVam	F	$Y = -0,000005X^2 + 0,0042X + 0,142$	0,97	0,68
	A	$Y = -0,00041X^2 + 0,0035X + 0,0743$	0,99	0,57
PVem	F	$Y = -0,000002X^2 + 0,0022X + 0,1172$	0,96	0,44
	A	$Y = -0,0000023X^2 + 0,0018X + 0,1307$	0,94	0,38
LVer	F	$Y = -0,0000029X^2 + 0,0024X + 0,1026$	0,98	0,44
	A	$Y = -0,0000004X^2 + 0,0012X + 0,0778$	0,96	0,33
LAar	F	$Y = -0,000004X^2 + 0,0031X + 0,1011$	0,96	0,39
	A	$Y = -0,0000018X^2 + 0,0016X + 0,0684$	0,98	0,30

Todos os coeficientes são significativos a 5%, pelo teste F.

É possível que na fase inicial de crescimento das plantas, como é o caso do presente estudo, a eficiência de absorção tenha maior importância na definição do nível crítico, com vantagens para o algodão. Numa fase mais adiantada de crescimento, principalmente na de produção, a eficiência de utilização, em grande parte representada pela translocação e redistribuição interna, pode passar a ter maior importância, mesmo porque a absorção de fósforo é sensivelmente reduzida nessa fase, segundo CLARKSSON e HANSON(5).

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, Lavras (MG), utilizando-se amostras de cinco solos da região sudoeste da Bahia, com o objetivo de estabelecer os níveis críticos de fósforo para o cultivo do feijoeiro e do algodoeiro. As doses de fósforo aplicadas

corresponderam a 0, 10, 40, 100 e 400 mg de P/dm<sup>3</sup> de solo. A parte aérea das plantas foi colhida aos 45 e 50 dias após a semeadura, para o feijoeiro e algodoeiro, respectivamente. Os níveis críticos de fósforo no solo, para 90% do crescimento máximo, variaram de 94 a 126 mg de P/dm<sup>3</sup> de solo, para o feijoeiro, e de 104 a 167 mg de P/dm<sup>3</sup> de solo, para o algodoeiro, enquanto os de P na planta foram, na mesma ordem, de 0,44 a 0,88% e de 0,30 a 0,57% de P. Verificou-se que estes níveis no solo e na planta foram maiores nos solos com menores teores de argila.

## 5. SUMMARY

### (CRITICAL LEVELS OF PHOSPHORUS TO INITIAL GROWTH OF COTTON AND BEAN CROPS IN SOIL SAMPLES OF SOUTHWESTERN BAHIA)

Critical concentrations of phosphorus to initial growth of cotton (*Gossypium hirsutum* L. var. IAC 20) and bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Carioca) crops were evaluated in an experiment carried out in a greenhouse using five soil samples with variable textures. Applied phosphorus doses were 0, 10, 40, 100 and 400 mg P/dm<sup>3</sup> of soil. The aerial part of plants was harvested at 45 and 50 days after sowing, for bean and cotton crops, respectively. The critical levels of P in soils to reach 90% of maximum plant growth varied from 94 to 126 mg P/dm<sup>3</sup> of soil, for bean, and from 104 to 167 mg P/dm<sup>3</sup> of soil, for cotton. The internal critical levels of P ranged from 0.44 to 0.88 % and from 0.30 to 0.57 % of P, for the same crops. Both external and internal critical levels were higher in soils containing lower clay levels.

## 6. LITERATURA CITADA

1. BAHIA FILHO, A.F.C. *Índice de disponibilidade de fósforo em latossolos do Planalto Central com diferentes características texturais e mineralógicas*. Viçosa, UFV, 1982. 178p. (Tese D.S.).
2. BARLEY, K.P. The configuration of the root system in relation to nutrient uptake. *Advances in Agronomy*, 22:159-170, 1970.
3. CARVALHO, A.M.; FAGERIA, N.K.; KINJO, T. & OLIVEIRA, I.P. Distribuição e nível crítico de fósforo na parte aérea do feijoeiro cultivado em diferentes solos sob vegetação de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 28:719-724, 1993.
4. CARVALHO, A.M.; FAGERIA, N.K.; OLIVEIRA, I.P. & KINJO, T. Resposta do feijoeiro à aplicação de fósforo em solos dos cerrados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 19:61-67, 1995.
5. CLARKSSON, D.T. & HANSON, J.B. The mineral nutrition of higher plants. *Annual Review of Plant Physiology*, 51:239-298, 1980.

6. COSTA, A. *Calagem e adubação fosfatada da cultura do feijão (Phaseolus vulgaris L.): efeito sobre cultivares e sobre a absorção e utilização do fósforo*. Viçosa, UFV, 1985. 94p. (Tese M.S).
7. DELAZARI, P.C. Rendimento econômico de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em função da aplicação de nitrogênio e fósforo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 5:46-50, 1981.
8. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Classificação de Solos. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, EMBRAPA- SNLCS, 1979.n.p.
9. FABRES, A.S.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F. & CORDEIRO, A.T. Níveis críticos de diferentes frações de fósforo em plantas de alface cultivadas em diferentes solos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 11:51-57, 1987.
10. FAGERIA, N.K. Effects of phosphorus on growth, yield and nutrient accumulation in the common bean. *Tropical Agriculture*, 66: 249-255, 1989.
11. FONSECA, D.M.; ALVAREZ V., V.H.; NEVES, J.C.L.; GOMIDE, J.A.; NOVAIS, R.F. & BARROS, N.F. de. Níveis críticos de fósforo em amostras de solos para o estabelecimento de *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens* e *Hypparrhenia rufa*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 12:49-58, 1988.
12. FOX, R.L. & KAMPRATH, E.J. Phosphorus sorption isotherms for evaluating the phosphate requirements of soil. *Soil Science Society of America Proceedings*, 34:902-907, 1970.
13. GERLOFF, G.C. Plant efficiencies in the use of nitrogen, phosphorus and potassium. In: WRIGHT, M.J. (Ed.). *Plant adaptations to mineral stress in problem soils*. Ithaca, Cornell University, 1976. p.161-173. (Proceedings of a workshop held at the National Agricultural Library, Beltsville, Maryland, November, 1976).
14. ITOH, S. & BARBER, S.A. Phosphorus uptake by six plant species as related to root hairs. *Agronomy Journal*, 75:457-461, 1983.
15. MATOS, A.C. & RIBEIRO, A. C. Resposta do feijoeiro a fertilizantes fosfatados na presença e ausência de calagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 22:1113-1136, 1987.
16. MEDEIROS, A. A. *Níveis críticos de fósforo em cultivares de algodão (Gossypium hirsutum L. var. Latifolium, Hutch e Gossypium hirsutum L. var. Marie Galante, Hutch)*. Piracicaba, ESALQ, 1987. 89p. (Tese M. S.)
17. MIRANDA, L.N. & LOBATO, E. Tolerância de variedades de feijão e de trigo ao alumínio e à baixa disponibilidade de fósforo no solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 2:44-50, 1978.
18. MUGGLER, C.C.; CURTI, N.; SILVA, M.L.N. & LIMA, J.M. Características pedológicas de ambientes agrícolas nos chapadões do Rio Corrente, Sudoeste da Bahia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 31:221-232, 1996.
19. NOVAIS, R.F. de; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. & COUTO, C. Níveis críticos de fósforo no solo para o eucalipto. *Revista Árvore*, 6:29-37, 1982.
20. OLIVEIRA, I.P.; THUNG, M.; KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. & CARVALHO, J.R.P. Avaliação de cultivares de feijão quanto à eficiência do uso de fósforo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 22:39-45, 1987.

21. SABINO, N.P. Efeitos da aplicação de calcário, fósforo e potássio na qualidade da fibra do algodoeiro cultivado em latossolo roxo. *Bragantia*, 34:153-161, 1975.
22. SILVA, J.T. & BRAGA, J.M. Sensibilidade de extratores de fósforo e nível crítico de dez solos do Estado de Minas Gerais. *Revista Ceres*, 39:542-553.1992.
23. SILVA, N.M.; CARVALHO, L.H.; SABINO, J.C.; LELLIS, L.G.L.; SABINO, N.P. & KONDO, J.I. Modo e época de aplicação de fosfatos na produção e outras características do algodoeiro. *Bragantia*, 49:157-170, 1990.