

## INTERFERÊNCIA NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO DO CAFEIEIRO RECEPADO SOB DIFERENTES DOSES DE TERMOFOSFATO E SUPERFOSFATO SIMPLES

Marcelo BREGAGNOLI<sup>1</sup>; Luiz Fernando Madeira RIBEIRO<sup>2</sup>; Celso Antônio Spaggiari SOUZA<sup>3</sup>; Anna Lygia de Rezende MACIEL<sup>4</sup>; Mauro Vieira BUENO JÚNIOR<sup>5</sup>; Rômulo Carlos Bueno RUELA<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Professor, D.Sc., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus de Muzambinho, Muzambinho, MG, [mbrega@eafmuz.gov.br](mailto:mbrega@eafmuz.gov.br)

<sup>2</sup>Tecnólogo, COOXUPÉ, São José do Rio Pardo, SP.

<sup>3</sup>Professor, Esp., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus de Muzambinho, Muzambinho, MG, [celso@eafmuz.gov.br](mailto:celso@eafmuz.gov.br)

<sup>4</sup>Professora, M.Sc., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus de Muzambinho, Muzambinho, MG, [annalygia@eafmuz.gov.br](mailto:annalygia@eafmuz.gov.br)

<sup>5</sup>Tecnólogo, Nova Resende, MG.

**RESUMO:** Na cafeicultura atual muito se discute sobre o fósforo (P), elemento essencial que participa de várias funções na planta, onde autores se contrastam sobre as dosagens a serem recomendadas. Os atributos químicos do solo, principalmente o pH, influenciam grandemente na disponibilização desse e outros nutrientes para a planta e são alterados pela aplicação de fertilizantes no solo. O objetivo do experimento foi avaliar a influência nos atributos químicos do solo pela aplicação dos tratamentos propostos. Esse trabalho foi conduzido na Fazenda Grama, no município de Guaxupé (MG), utilizando 6 doses de termofosfato 53,3; 106,5; 213; 426; 852; 1704 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> e dose única de Superfosfato Simples (400 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) e uma testemunha. O experimento mostra que o termofosfato interfere nos atributos químicos, abaixando o teor de Al, H+Al e m% e aumentando a Soma de bases, o V% e por fim o pH.

**Palavras-Chave:** *Coffea arabica*; interação; nutrição; adubação fosfatada.

## INTERFERENCE IN THE SOIL CHEMICAL ATTRIBUTES UNDER DIFFERENT DOSES OF THERMOPHOSPHATE AND SINGLE SUPERPHOSPHATE IN THE COFFEE PLANT

**ABSTRACT:** At present coffee crop is discussed a lot about phosphorus, an essential element that participates in various functions in the plant, where some authors are contrasted about dosages to be suggested. The soil chemical attributes, especially the pH, has a great influence in the availability of this and other nutrients to the plant and they are changed by the fertilizers application in the soil. This work was conducted at the “Gramma” farm in Guaxupé (MG), using 6 doses of thermophosphate 53.3, 106.5, 213, 426, 852 and 1704 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, 1 dose of single superphosphate (400 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) and a witness. The experiment aimed was to evaluate the influence of soil chemical attributes by application of proposed treatments. The experiment showed that the thermophosphate interfered with the chemical attributes, lowering the content of Al, H + Al e m% and increasing the bases sum, the V% and finally the pH.

**Key words:** *Coffea arabica*; interaction; nutrition; phosphate fertilizers.

## INTRODUÇÃO

O café é um dos principais produtos de exportação do Brasil, cultivado em solos que apresentam elevada capacidade de fixação de fósforo (P) e baixos teores desse nutriente em formas disponíveis. A adubação fosfatada pode apresentar baixa eficiência, sendo necessárias aplicações de elevadas doses de fertilizantes fosfatados, mas são extraídas pelas plantas quantidades relativamente pequenas de P, indicando que grande parte estaria indisponível para o cafeeiro. Dentro desse contexto, a forma de aplicação do adubo fosfatado assume papel importante no sistema de produção cafeeira, sobretudo em solos com elevada capacidade de retenção de P. Os solos podem apresentar de 100 a 2500 Kg ha<sup>-1</sup> de P total na camada arável, mas sua concentração na solução do solo é extremamente baixa (FURTINI NETO et al., 2001). As limitações na disponibilidade de P restringem o desenvolvimento, na qual a planta pode não se recuperar posteriormente. Guerra et al. (2007) recomendam altas doses de P sem considerar os teores no solo, sustenta-se que as doses não sejam fundamentadas exclusivamente na carga pendente, pois as aplicações de fertilizantes devem ter por objetivo o crescimento de novos ramos e nós para a próxima safra.

O pH é um atributo do solo que influencia muito a absorção de P pela planta. Quando o pH está fora da faixa ideal, o P pode ser fixado ou precipitado. De acordo com Malavolta (2006), do ponto de vista do aproveitamento pelas plantas, o pH parece ser a variável com maior influência na disponibilidade de nutrientes às plantas. Em pH mais ácido (menor que 5,5) o P é fixado por óxidos de ferro (Fe), alumínio (Al) e manganês (Mn), tornando o P indisponível para as plantas, ocorrendo o mesmo quando o pH se torna alcalino (maior que 7,0), onde o P é fixado por óxidos de Ca,

concluindo que se deve manter o pH dos solos entre 5,5 e 6,5. Assim, no caso de solos ácidos, a calagem prévia promove a neutralização do Al e parte do Fe, reduzindo a fixação do fosfato via precipitação. Por outro lado, o uso excessivo de calcário promove o aumento do pH acima de 7,0 que resulta em novo aumento da fixação via precipitação, desta vez com o Ca (FURTINI NETO et al., 2001).

Portanto, a calagem mesmo sendo muito importante, deve ser realizada com critérios, pois reduz a quantidade de cargas positivas do solo e eleva as negativas (CTC), reduzindo as possibilidades do P utilizado na adubação se ligar fortemente à argila que promoveria menor disponibilização do nutriente (BARROS JUNIOR, 2003) e devido ao mecanismo de fixação de P, que é a reação de adsorção na superfície de argilas, óxidos hidratados de Fe e Al ou carbonato de Ca, em solos calcários. A adsorção de fosfato ocorre através da ligação covalente de alta energia, todavia, pelo menos parte do fosfato adsorvido permanece por certo tempo na forma lábil, ou seja, pode retornar a solução (FURTINI NETO et al., 2001).

Deve-se considerar que as plantas também podem alterar o pH do solo. As raízes alteram o pH através da liberação de íons  $H^+$  ou  $OH^-$ , em função do balanço entre a absorção de cátions e ânions, dado a necessidade do balanço eletroquímico, tanto no citoplasma das células da raiz quanto da solução do solo (FURTINI NETO et al, 2001).

O teor de Al trocável tem sido usado como indicador do potencial fitotóxico no solo. Todavia, considerando a variação da CTC nos solos, um melhor indicador seria a percentagem de saturação de Al (m%). Nesta avaliação, é preciso considerar que as espécies de plantas ou, até mesmo cultivares dentro de uma espécie, têm demonstrado comportamento diferenciado quanto à susceptibilidade à toxidez ocasionada pelo Al (FURTINI NETO et al., 2001).

O conceito de saturação por base (V%) está relacionado ao fornecimento de bases (Ca, Mg, K) em níveis ótimos para o desenvolvimento das plantas. A filosofia da saturação por base é baseada no conceito de criar relações ideais de Ca, Mg e K no solo, para a produção máxima das culturas (MCLEAN, 1977; ECKERT, 1987).

As fontes de P mais usadas na agricultura brasileira são os fosfatos solúveis em água, como o Superfosfato Simples, Superfosfato Triplo, Monoamônio Fosfato e Diamônio Fosfato e Termofosfato. Vem sendo pesquisado o uso de fosfatos naturais, que são minérios moídos e concentrados que, devido ao menor processamento industrial, apresentam custos menores (RAIJ; ROSAND; LOBATO, 1992).

Além desses fosfatos naturais, vem sendo avaliados fosfatos que receberam algum tratamento para melhorar sua solubilidade e composição, destacando-se os tratamentos térmicos moderados e a acidulação parcial que dão origem, entre outros, aos Termofosfatos que são fertilizantes resultantes de tratamento térmico de rochas fosfatadas com ou sem adição de outros materiais (silicato de Mg), tornando-se solúvel em contato com os ácidos fracos do solo e das raízes, disponibilizando os elementos de acordo com a necessidade da planta. Além disso, é um excelente beneficiador e revitalizador do solo com efeitos corretivos que satisfazem principalmente solos ácidos (GUARDANI et al., 1983). Os Termofosfatos possuem cerca de 16% de  $P_2O_5$  solúvel em ácido cítrico, cerca de 26% de CaO, 15% de MgO e, quando for o caso, micronutrientes. Além disso, merece destaque o seu peso equivalente em  $CaCO_3$  de mais 50 mg, sendo muito eficientes para fosfatagem corretiva em solos levemente ácidos. Devido a sua propriedade alcalinizante, o Termofosfato eleva a saturação por bases, abaixando ou eliminando o  $Al^{3+}$  e elevando o valor do pH. A adição de silicato à formulação, aumenta a solubilidade de P no solo, diminui a fixação de fertilizantes fosfatados, corrige as deficiências de Ca e Mg e aumenta o valor do pH do solo.

O superfosfato simples (SFS) é obtido do tratamento de rocha fosfatada apatita com ácido sulfúrico concentrado. O SFS é uma mistura de fosfato monocálcico com Gesso, onde o  $CaSO_4$  representa 50% do peso, contendo de 16 a 22% de  $P_2O_5$  solúvel em ácido cítrico a 2%, dos quais, 90% é solúvel em água e em adição, apresenta cerca de 12% de S e 26% de CaO.

O trabalho objetivou avaliar a influência de dosagens de Termofosfato nos atributos químicos do solo, confrontando com o fertilizante Superfosfato Simples e testemunha, um ano depois de aplicado no solo de cafeeiro recepado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de setembro de 2007 a outubro de 2008, na Fazenda Grama, município de Guaxupé - MG, cujas coordenadas são:  $-21^{\circ} 17' 05''$  (latitude) e  $46^{\circ} 38' 41''$  (longitude) e 988 m de altitude. O clima da região na safra 2007/08\*, no período do outono/inverno (maio a setembro), apresentou temperatura média de  $19,1^{\circ}$  e precipitação 24,4 mm, na primavera/verão a temperatura média foi  $26,5^{\circ}$  e precipitação de 1406 mm.

O solo é um Latossolo Vermelho Eutrófico, declividade de 3% e elevado teor de argila (48%). Na Tabela 2 encontram-se os resultados da análise de solo realizada em diferentes profundidades (0-10, 10-20 e 20-40 cm) na área, antes da instalação do experimento.

**Tabela 1** – Resultados da análise de solo na área experimental

	pH	M.O.	$P_2O_5$	$K_2O$	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	Zn	Fe	Mn	Cu	B
cm	$H_2O$	$dag\ kg^{-1}$	$mg\ dm^{-3}$				$cmol_c\ dm^{-3}$				%					
0-10	6,2	3,28	20,1	145	5,4	1,3	0,0	2,5	7,0	9,6	74	6,0	24	46	3,9	0,62
10-20	6,0	2,87	11,3	123	4,9	1,4	0,0	2,5	6,6	9,1	73	3,7	27	37	4,3	0,50
20-40	5,6	1,75	5,9	90	3,1	0,9	0,1	2,7	4,2	6,9	61	2,3	34	29	3,5	0,64

A variedade de café utilizada foi o Mundo Novo IAC 379-19, com 44 anos de plantio, espaçamento de 4,0 x 1,5 m, recém-recepaado (29/08/2007), mantendo-se de 4 a 5 brotos por cova e cada cova na maioria com 2 plantas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com oito tratamentos e quatro repetições, com a aplicação (adubação) dos tratamentos ocorrendo no dia 13/11/2007. As parcelas experimentais foram constituídas por 6 plantas, para análises utilizou-se as 4 plantas centrais. Os tratamentos utilizados foram de acordo com a dosagem de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e fonte, sendo:

- T1 = 0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>;
- T2 = 53,3 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (200 g cova<sup>-1</sup>) - fonte Termofosfato - Yoorin (Mitsui);
- T3 = 106,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (400 g cova<sup>-1</sup>) - fonte Termofosfato - Yoorin (Mitsui);
- T4 = 213,0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (800 g cova<sup>-1</sup>) - fonte Termofosfato - Yoorin (Mitsui);
- T5 = 426,0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (1600 g cova<sup>-1</sup>) - fonte Termofosfato - Yoorin (Mitsui);
- T6 = 852,0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (3200 g cova<sup>-1</sup>) - fonte Termofosfato - Yoorin (Mitsui);
- T7 = 1704,0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (6400 g cova<sup>-1</sup>) - fonte Termofosfato - Yoorin (Mitsui);
- T8 = 400 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (1333 g cova<sup>-1</sup>) - fonte Superfosfato Simples (Bunge);

A composição química do Termofosfato (TF) da empresa Mitsui com nome comercial Yoorin Máster 1 S é 16,0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total (12,0% solúvel em ácido cítrico), 16,0% Ca; 6,0% Mg; 6,0% S; 0,1% B; 0,05% Cu; 0,15% Mn; 0,55% Zn e; 9,0% Si. A composição química do Superfosfato Simples (SFS) utilizado é 18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel em ácido cítrico; 18% Ca e; 14% S.

Procedeu-se a capina das parcelas por meio de enxada na linha e roçada mecanizada na entrelinha. Para controle do bicho mineiro (*Leucoptera coffella*), foi feito à aplicação de 2 kg ha<sup>-1</sup> de Thiamethoxam (Actara 250 WG), principal praga do cafeeiro na região. A desbrota ocorreu nos dias 04/01 e 16/09 de 2008 deixando-se somente as hastes principais - 4 a 5 brotos por cova.

Foi realizada a coleta das amostras de solo de cada tratamento para análise, no dia 16/09/2008 nas profundidades de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm em cada parcela. As amostras foram colocadas para secar ao ar e à sombra e, passadas em peneira com malha de 2 mm de abertura (TFSA). Os métodos empregados para analisar as amostras foram os seguintes (LOPES, 1999; EMBRAPA 1997): pH em H<sub>2</sub>O; Carbono orgânico: Método Walkley & Black (via úmida com dicromato de K); Ca, Mg, Acidez trocável: Método KCL 1mol L<sup>-1</sup>; Acidez potencial: Método SMP; P, K, Zn, Mn, Fe, Cu - disponível: Método Mehlich (Extrato Sulfúrico); S - disponível: Método Hoeft et al. (Ba CL<sub>2</sub>); B - disponível: Método água quente. As análises estatísticas foram realizadas pelo software SISVAR 1999/2007, versão 5.0 da Universidade Federal de Lavras.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que nos tratamentos 4, 5, 6 e 7 (213, 426, 852, 1704 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, respectivamente) na profundidade de 0 – 10 cm, houve um efeito do positivo do Termofosfato para a eliminação do Al na superfície, fato não observado no tratamento utilizando como fonte o Superfosfato Simples (Tabela 2).

Em função da presença de CaO, MgO e SiO<sub>2</sub> presente no Termofosfato, gerando uma condição alcalinizante, houve também uma elevação no índice de do pH na camada superficial do solo de quase 2 pontos quando comparado à testemunha e ao tratamento em que utilizou o Superfosfato Simples (Tabela 3). Segundo Ribeiro et al. (1999) o cafeeiro tolera níveis de saturação de alumínio (m%) de até 25%, assim os tratamentos T1, T2 estão acima da recomendação da cultura e os tratamentos T3 e T4 apresentaram valores muito próximos (Tabela 2), o que pode influenciar no menor rendimento final da cultura, uma vez sendo o Al tóxico e a menor disponibilidade de nutrientes devido ao baixo pH (Tabela 3).

**Tabela 2** – Concentração de Al, H+Al e m% (saturação de Al), em duas profundidades de solo cultivado com cafeeiro recepaado aos 300 dias após aplicação (daa), submetidos à diferentes dosagens de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Termofosfato) e Superfosfato Simples. Guaxupé (MG), 2008

Tratamentos Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>	Al		H+Al		m	
	Profundidade (cm)					
	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
	Cmolc dm <sup>-3</sup>				%	
T1 (0)	1,03 a	1,18 a	6,90 a	6,95 a	36,70 a	45,20 a
T2 (53,3) – Termofosfato	0,70 a	1,35 a	5,95 a	6,28 a	25,70 a	52,90 a
T3 (106,5) – Termofosfato	0,60 a	1,20 a	5,40 a	6,73 a	21,48 a	48,03 a
T4 (213) – Termofosfato	0,05 b	1,13 a	2,90 b	7,10 a	1,40 b	45,55 a
T5 (426) – Termofosfato	0,00 b	1,20 a	2,40 b	7,03 a	0,00 b	47,93 a
T6 (852) – Termofosfato	0,00 b	1,00 a	2,45 b	6,80 a	0,00 b	37,20 a
T7 (1704) – Termofosfato	0,00 b	0,68 a	1,80 b	5,35 a	0,00 b	26,28 a
T8 (400) - Superfosfato Simples	0,68 a	1,60 a	5,90 a	7,60 a	23,83 a	59,13 a
<b>C.V.%</b>	94,03	45,22	30,58	19,78	100,52	45,59

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade pelo Teste de Duncan

O uso de Termofosfato elevou a soma e a saturação de bases (V%) na camada de 0 – 10 cm e conseqüentemente diminuiu o teor de H + Al nos tratamentos 4, 5, 6 e 7. O V% considerado ideal para o cafeeiro é de 60% (RIBEIRO, 1999) e 70% (RAIJ, 1996), valores obtidos na camada superficial do solo (0-10 cm), um ano após aplicação dos tratamentos 4, 5, 6 e 7, utilizando o Termofosfato como fonte.

A liberação das cargas negativas do solo após a ação SiO<sub>2</sub> presente no Termofosfato, permitiu que as mesmas fossem ocupadas por CaO e o MgO presente no Termofosfato, elevando a S.B. e o V%.

**Tabela 3** – Soma de Bases (SB), Saturação de Bases (V%) e índice de pH em duas profundidades de solo em cafeeiros recepados aos 300 dias após aplicação (daa) submetidos a diferentes doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Termofosfato) e de Superfosfato Simples. Guaxupé (MG), 2008

Tratamentos kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>	SB		V		pH	
			Profundidade (cm)			
	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
	cmolc dm <sup>-3</sup>		%			
T1 (0)	1,77 b	1,41 a	22,07 b	18,90 a	4,76 b	4,72 a
T2 (53,3) – Termofosfato	2,21 b	1,28 a	27,52 b	18,65 a	4,93 b	4,66 a
T3 (106,5) – Termofosfato	2,56 b	1,28 a	33,22 b	14,36 a	5,12 b	4,69 a
T4 (213) – Termofosfato	4,81 a	1,48 a	63,05 a	19,03 a	6,05 a	4,70 a
T5 (426) – Termofosfato	5,35 a	1,31 a	68,15 a	16,80 a	6,25 a	4,69 a
T6 (852) – Termofosfato	6,18 a	1,80 a	71,52 a	23,38 a	6,44 a	4,86 a
T7 (1704) – Termofosfato	6,14 a	2,37 a	77,30 a	32,20 a	6,60 a	5,11 a
T8 (400) - Superfosfato simples	2,32 b	0,90 a	29,12 b	10,70 a	4,98 b	4,41 a
<b>C.V%</b>	23,14	57,20	24,36	65,13	7,37	7,77

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade pelo Teste de Duncan

Quanto maior a dose de termofosfato, maior será o teor de SiO<sub>2</sub>, conseqüentemente maior será a elevação do pH, que sofreu influência dos componentes do termofosfato como o CaO, MgO e o SiO<sub>2</sub> que reagiu com o H<sup>+</sup> do solo liberando água e gás carbônico. O Al foi insolubilizado na forma de hidróxido, aumentando o pH do solo, esse comportamento pode ser avaliado nas maiores doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> utilizando como fonte o termofosfato, exceto no tratamento 1, 2 e 3 (0, 53,3 e 106,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, respectivamente) e também no tratamento 8 (400 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) onde se utilizou com fonte o Superfosfato simples.

Já na profundidade de 10 – 20 cm não houve diferença estatística nos teores avaliados, devido a baixa mobilidade de p no solo, espera-se que na continuação do experimento se possa fazer mais avaliações sobre P na camada de 10 – 20 cm.

## CONCLUSÕES

- Conclui-se que o Termofosfato em doses mais elevadas, influencia os atributos químicos do solo como pH, S.B., m%, V%, Al e H+Al;
- O Termofosfato como fonte de P, teve uma maior influencia nos atributos químicos do solo do que o Superfosfato Simples, que mostrou sem ação sobre as reações do solo;
- O tratamento 4 (426 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) é o tratamento de maior eficiência econômica para solos com leve acidez na camada superficial, o que pode beneficiar o maior aproveitamento dos nutrientes pela planta.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG pelo apoio e à Mitsui fertilizantes pelo fornecimento do Termofosfato Yoorin.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS JÚNIOR, M. C. **Perdas de fósforo:** como minimizar. 2003. n.164 Manah Informativos. Disponível em: <<http://www.manah.com.br/informativos.asp?idI=11>>. Acesso em: 4 /10/2008.
- EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solo:** manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. p. 212.
- FURTINI NETO, A. E. et al. **Fertilidade do solo.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252p.
- GUARDANI, R. ; RODRIGUES, J. C. ; COSTILLES, B. . Produção de termofosfatos: estudo de economicidade. **Fertilizantes**, v. 5, n. 3, p. 5-9, 1983.

GUERRA, A.F.; ROCHA, O.C.; RODRIGUES, G.C.; SANZONOWICZ, C.; RIBEIRO FILHO, G.C.; TOLEDO, P.M.R.; RIBEIRO, L.F. Sistema de produção de café irrigado: um novo enfoque. **Irrigação & Tecnologia Moderna**, n. 73, 1o trimestre, p. 52-61, 2007.

LOPES, A. S.; ALVAREZ V., V. H. Apresentação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais: recomendações para o uso de fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa-MG, 1999. Cap. 4, p. 21-24.

MALAVOLTA, E. **Manual de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MCLEAN, E. O. Contrasting concepts in soil test interpretation: Sufficiency levels of available nutrients versus basic cation saturation ratios.. In: Stelly, M. (ed.) Soil testing: Correlating and interpreting the analytical results. **American Society of Agronomy**, Madison, 1977. p.39-54.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. p. 46-49. (Boletim, 100).

RAIJ, B.V.; ROSAND, P. C. ; LOBATO, E. Adubação Fosfatada no Brasil: apreciação geral, conclusões e recomendações. In: OLIVEIRA, Antônio Jorge. **Adubação Fosfatada no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 1982. 382p.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ VENEGAS, V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.