

## DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO TERMOFOSFATO MAGNESIANO YOORIN Mg EM DISPONIBILIZAR FÓSFORO, A PARTIR DO ÍNDICE DE DISPONIBILIDADE RELATIVA DE FÓSFORO (IDRP)

Mário Gregório Gonçalves Júnior<sup>2</sup>; Antonio Decarlos Neto<sup>3</sup>; Minoru Yasuda<sup>4</sup>; Alfredo Yuji Ieiri<sup>5</sup>; Carlos Kihara<sup>6</sup>; Eliane Cristina Ferreira<sup>7</sup>; Camila M. de Vasconcelos<sup>7</sup>; Henrique Palma Neto<sup>8</sup>; Tânia Mara dos Reis<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Trabalho realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas – Campus de Muzambinho – Muzambinho- MG, com o apoio financeiro da Fertilizantes Mitsui S.A. Indústria e Comércio.

<sup>2</sup>Pesquisador, Eng. Agr., Fertilizantes Mitsui, [mariogregorio@fertimitsui.com.br](mailto:mariogregorio@fertimitsui.com.br)

<sup>3</sup>Pesquisador, Dr., Instituto Federal E. C. e T. do Sul de Minas, [adecarlos@pop.com.br](mailto:adecarlos@pop.com.br)

<sup>4</sup>Pesquisador, M. Sc., Fertilizantes Mitsui, [minoruyasuda@fertimitsui.com.br](mailto:minoruyasuda@fertimitsui.com.br)

<sup>5</sup>Pesquisador, M. Sc., Fertilizantes Mitsui, [yuji@fertimitsui.com.br](mailto:yuji@fertimitsui.com.br)

<sup>6</sup>Pesquisador, Eng. Agr., Fertilizantes Mitsui, [carloskihara@fertimitsui.com.br](mailto:carloskihara@fertimitsui.com.br)

<sup>7</sup>Pesquisadora, e Laboratorista do Instituto Federal E. C. e T. do Sul de Minas, [cafmuz@cafmuz.gov.br](mailto:cafmuz@cafmuz.gov.br)

<sup>8</sup>Acadêmico(a) de Tecnólogo em Cafeicultura - Instituto Federal E. C. e T. do Sul de Minas, [cafmuz@cafmuz.gov.br](mailto:cafmuz@cafmuz.gov.br)

**RESUMO:** Este experimento foi instalado no viveiro de mudas de *Coffea arabica* (L.) cv “Catuaí - 144” em Cabo Verde - MG, tendo como objetivo comparar diferentes fontes e doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> incorporadas ao substrato de cultivo da muda de café. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com doze tratamentos, três blocos e parcelas com oito plantas úteis. Os doze tratamentos originaram da combinação das seis doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0; 250; 500; 750; 1000 e 3000 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /m<sup>3</sup> de substrato, com as duas fontes de P – Termofosfato Magnésiano (Yoorin Mg) e Super Fosfato Simples. Ao final do experimento (seis meses da semeadura), determinaram-se as características químicas do substrato da muda de cada tratamento. Foi determinada também a eficiência relativa do Termofosfato Magnésiano (Yoorin Mg) em relação ao Super Fosfato Simples, quanto a capacidade de disponibilizar P para o substrato da muda. Os resultados mostraram que o Termofosfato Magnésiano (Yoorin Mg) tem capacidade de disponibilizar 2,4 vezes mais P ao substrato, quando comparado com a capacidade do Superfosfato simples.

**Palavras-Chaves:** Café, viveiro, propagação, substrato, fertilização, termofosfato, fósforo.

## DETERMINATION OF THE EFFICIENCY OF MAGNESIUM THERMOPHOSPHATE YOORIN Mg TO PROVIDE PHOSPHORO FROM THE INDEX OF RELATIVE EFFECTIVENESS OF PROVIDE PHOSPHORO (IRPP)<sup>1</sup>

**ABSTRACT:** This experiment was carried out at the *Coffea arabica* (L.) cv “Catuaí - 144” nursery in Cabo Verde - MG, aiming at comparing different P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sources and doses incorporated to the coffee cuttings cultivation substract. A randomized – block design (DBC) with twelve treatments and three blocks with eighth - useful plots. The twelve treatments originated from the combination of six doses of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0; 250; 500; 750; 1000 and 3000 g of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /m<sup>3</sup> of substract), with the two sources the Magnesium Thermophosphate (Yoorin Mg) and the Simple Superphosphate. At the end of the experiment (six months of sowing), the chemical characteristics of the coffee cuttings substract from the each treatment were determined. The relative effectiveness of Magnesium Thermophosphate (Yoorin Mg) was also determined in relation to Simple Superphosphate as to its hability to provide P to the plants substraction. The results showed that the Magnesium Thermophosphate (Yoorin Mg) is able to provide 2,4 times more P in the cutting substract whet compared to the Simple Superphosphate hability to provide P to the cutting cultivation substract.

**Key Words:** Coffee, nursery, propagation, substract, fertilization, thermophosphate, phosphoro.

## INTRODUÇÃO

Para a formação de lavouras de café, faz-se necessária a utilização de mudas de alta qualidade, com sistema radicular bem desenvolvido e maior vigor vegetativo, o que pode ser alcançado, utilizando-se um substrato adequado na produção da muda (Tristão et. al. 2006; Tristão et. al. 2003; Melo, 1999). O substrato recomendado para a produção de mudas de café é composto por solo (70%) e esterco de curral (30%) (v/v), enriquecido com fertilizantes químicos, o qual permite a obtenção de mudas de qualidade (Tristão et. al. 2006; Tristão et. al. 2003; Guimarães et. al. 1999; Melo, 1999).

A fertilização complementar do substrato para a obtenção de mudas de cafeeiro com qualidade, consiste num importante fator de produção da muda, pois, além de promover o crescimento e o desenvolvimento das mudas no viveiro, pode influenciar no seu estabelecimento no campo (Melo, 1999). Na fertilização do substrato, destaca-se a importância do fósforo. Quando esse nutriente encontra-se ausente no substrato, ou não é fornecido na adubação em quantidade suficiente, o sistema radicular apresenta-se pouco desenvolvido, especialmente as raízes secundárias, reduzindo a capacidade de absorção de água e nutrientes, o que poderá ser limitante ao desenvolvimento das mudas recém plantadas no campo (Malavolta, 1980; Novais, et. al. 2002).

Para Malavolta (1980) as mudas parecem ser pouco eficientes na absorção de P, por apresentar sistema radicular reduzido, ou por ter pequena capacidade de absorver esse nutriente. A disponibilidade de P é reduzida pela fixação do P ao ferro, ao alumínio e ao cálcio que insolubilizam o P, reduzindo sua difusão até as raízes (Malavolta, 1980). A resposta das plantas à nutrição fosfatada no estágio inicial pode estar relacionada ao papel do P na síntese de proteínas, por constituir nucleoproteínas necessárias à divisão celular, atuar no processo de absorção iônica, além de ter grande influência sobre o desenvolvimento do sistema radicular (Malavolta, 1980).

A utilização do Termofosfato Magnésiano Yoorin Mg como fonte de fósforo, tem mostrado alta eficiência agrônômica (Goedert et. al. 1984). Esta alta eficiência ocorre, devido a disponibilização gradual do fósforo (termofosfato), e pela presença do silicato em sua fórmula, o que possibilita a diminuição da fixação do fósforo no solo, principalmente em solos ricos nos argilos-minerais do tipo sesquióxidos de ferro e ou de alumínio.

No processo de produção de mudas de cafeeiro, tem-se utilizado os fertilizantes fosfatados com alta solubilidade, o que pode facilitar a fixação deste nutriente pelo solo. Assim torna-se necessário encontrar outras formas alternativas de P, para proceder a fertilização do substrato da muda de café, o que garante a disponibilização rápida e gradual de P, obtendo-se mudas com qualidade adequada para o plantio.

Portanto, este experimento tem como objetivo comparar diferentes doses de  $P_2O_5$  incorporado ao substrato de cultivo para obtenção da muda de café, utilizando como fonte de  $P_2O_5$  o Termofosfato Magnésiano Yoorin Mg e o Super Fosfato Simples.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi instalado no dia 12 de julho de 2007, no viveiro comercial de café em Cabo Verde – MG (Figura 1). Como material vegetativo utilizou-se semente certificada de *Coffea arabica* (L.), da cultivar ‘Catuaí – 144’.

O substrato utilizado no experimento foi composto por 70 % (v/v) de terra peneirada, 30 % (v/v) de esterco de bovino curtido e peneirado e 1,0 kg de KCl/m<sup>3</sup> de substrato, conforme a recomendação da quinta aproximação da Comissão de Fertilidade de Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG – (Guimarães, et. al. 1999). O substrato preparado apresentou como características químicas iniciais, um pH de 6,5 (pH em água - 1:2,5); 3,6 dag/kg de MO; 23,7mg/dm<sup>3</sup> de P (extrator Mehlich 1); 0,0 Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> de Al; 2,9 Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> de Ca; 2,0 Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> de Mg; 2,18 Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> de H+Al e 1,15 Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> de K (extrator Mehlich 1).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com 12 tratamentos. Os tratamentos originaram da combinação de 6 doses de  $P_2O_5$  com 2 fontes de fósforo - o Termofosfato Magnésiano Yoorin Mg e o Super Fosfato Simples. O desenho experimental DBC contou com 3 blocos (3 repetições). Cada bloco contou com 12 parcelas (12 tratamentos), sendo que os 3 blocos somaram um total de 36 parcelas (unidade experimental). As parcelas foram compostas por 24 plantas sendo oito delas úteis.

Os seis primeiros tratamentos constaram de 0; 250; 500; 750; 1000 e 3000 g de  $P_2O_5$  /m<sup>3</sup> de substrato, sendo utilizado como fonte de  $P_2O_5$  o Termofosfato Magnésiano Yoorin Mg com 18 % de  $P_2O_5$  Total e 7% de Mg. Os seis últimos tratamentos constaram de 0; 250; 500; 750; 1000 e 3000 g de  $P_2O_5$  /m<sup>3</sup> de substrato, sendo utilizado como fonte de  $P_2O_5$  o Super Fosfato Simples com 20 % de  $P_2O_5$  Total e 12% de S.

Os tratamentos com Yoorin Mg receberam doses do fertilizante enxofre elementar, na proporção do enxofre contido nas doses equivalentes com o Super Fosfatos Simples, com a finalidade de equilibrar o enxofre aplicado nos tratamentos. Os tratamentos com Super Fosfato Simples receberam doses do fertilizante óxido de magnésio (MgO), na proporção do MgO contido nas doses equivalentes com o Termofosfato Magnésiano Yoorin Mg, com a finalidade de equilibrar o magnésio aplicado nos tratamentos.

Os tratos culturais, foliares, fitossanitários e nutricionais de cobertura referentes à condução da muda no viveiro, foram realizados conforme a recomendação da quinta aproximação da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG – (Guimarães et. al., 1999) e do Boletim – 100, do Instituto Agrônomo de Campinas – IAC – (Raij et. al., 1997), sendo comuns a todos os tratamentos.

Aos 6 meses da sementeira, ao final do experimento, as mudas foram desplantadas dos saquinhos, sendo neste momento avaliado a altura, diâmetro do caule e altura do sistema radicular da muda. Posteriormente as plantas foram secas em estufa até peso constante para determinação da massa da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular da muda. Posteriormente a parte aérea da planta foi preparada para análise química em laboratório, para determinação dos teores de nutrientes.



Figura 1: Visão geral dos canteiros do viveiro após a semeadura (A); detalhe da germinação da plântula de cafeeiro na sacola plástica (B); visão geral do experimento e condução da muda de café no viveiro (C); detalhe das parcelas do experimento no viveiro (D) no Município de Cabo Verde - MG.

Ao final do experimento aos 6 meses do plantio, foi retirada uma amostra do substrato de cada tratamento do experimento, para determinação dos teores de fósforo disponíveis no substrato, extraído pelo método Mehlich-1 e Resina (Bataglia et. al., 1983; Raij et. al., 1997; Guimarães et. al., 1999). A partir da análise química do substrato, foi determinada a eficiência relativa do Termofosfato Magnésiano Yoorin em relação ao Super Fosfato Simples, quanto a capacidade de disponibilizar P para o substrato das plantas. Para tanto, foi calculado um Índice de Disponibilidade Relativa de Fósforo no Substrato (IDRP) do Termofosfato Magnésiano Yoorin em relação ao Super Fosfato Simples, para cada doses de  $P_2O_5$  estudada. O cálculo do IDRP foi realizado a partir da seguinte expressão:

$$IDRP = \frac{(PY_x - P_{test})}{(PS_x - P_{test})} \times 100$$

**ONDE:**

**IDRP = Índice de Disponibilidade Relativa de P no Substrato para determinada dose.**

**PY<sub>x</sub> = Teor médio de P disponível no substrato, que recebeu uma determinada dose x do termofosfato Yoorin.**

**PS<sub>x</sub> = Teor médio de P disponível no substrato, que recebeu uma determinada dose x do Super Fosfato Simples.**

**P<sub>test</sub> = Teor médio (média do bloco) de P disponível no substrato dos tratamentos que não receberam as doses de  $P_2O_5$  ....  $P_{test} = \{(PY_0 + PS_0)/2\}$ .**

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Tabela 1 mostram que os teores médios de P do substrato que receberam as doses de  $P_2O_5$ , foram significativamente superiores quando comparados com os dos tratamentos que não receberam as doses com  $P_2O_5$ , nas duas formas de extração do P disponível (método Mehlich 1 e Resina). O contraste (C1) da Tabela 2 mostra a significância deste efeito.

Os teores médios de P do substrato que receberam o Termofosfato Magnésiano (Yoorin Mg) como fonte, foram significativamente superiores, quando comparados com os teores de P dos tratamentos que receberam o Super Fosfato Simples como fonte, nas duas formas de extração do P disponível (Tabela 1). O contraste (C2) da Tabela 2 mostra a significância deste efeito.

Os teores médios de P no substrato que não receberam as doses de  $P_2O_5$ , não mostraram diferenças significativas, nas duas formas de extração do P disponível (Tabela 1), sendo que o contraste (C3) da Tabela 2, mostra a significância deste efeito.

Tabela 1: Teor médio (média de Bloco) do P (mg de P/dm<sup>3</sup> de substrato) disponível no substrato de cultivo, determinado pelo método Mehlich 1 - P<sup>(1)</sup> e pelo método da Resina - P<sup>(2)</sup>, enriquecido com as duas fontes de P (Termofosfato Magnésiano Yoorin Mg e Super Fosfato Simples), em diferentes doses de  $P_2O_5$ , aos 6 meses da semeadura.

		TRATAMENTOS											
		Termofosfato Magnésiano Yoorin Mg					Super Fosfato Simples						
		YO <sub>0</sub>	YO <sub>250</sub>	YO <sub>500</sub>	YO <sub>750</sub>	YO <sub>1000</sub>	YO <sub>3000</sub>	SU <sub>0</sub>	SU <sub>250</sub>	SU <sub>500</sub>	SU <sub>750</sub>	SU <sub>1000</sub>	SU <sub>3000</sub>
		0											
P <sup>(1)</sup>	mg de P/ dm <sup>3</sup> Subst.	22,59	55,42	87,13	102,48	134,26	468,0	24,85	36,83	50,29	72,60	90,39	421,31
P <sup>(2)</sup>	mg de P/ dm <sup>3</sup> Subst.	59,00	110,00	143,00	155,00	191,00	278,00	64,00	78,00	116,33	130,00	159,33	321,67

P<sup>(1)</sup>: Teor de Fósforo disponível no substrato - extrator Mehlich - 1.

P<sup>(2)</sup>: Teor de Fósforo disponível no substrato - extrator Resina.

Tabela 2: Contrastes ortogonais do teor de P disponível no substrato de cultivo, extraído pelo método Mehlich - 1 P<sup>(1)</sup> e pelo método da Resina P<sup>(2)</sup>, dos diferentes tratamentos do experimento, aos 6 meses da semeadura.

Contraste	Teor de P disponível no substrato	
	P <sup>(1)</sup> - extrator Mehlich - 1	P <sup>(2)</sup> - extrator Resina.
	..... mg de P / dm <sup>3</sup> de substrato .....	
C1	-1281,51 **	-1067,33 **
C2	175,87*	71,67*
C3	-2,26 <sup>NS</sup>	-5,00 <sup>NS</sup>

<sup>NS</sup>, \*\* e \* não significativo, e significativo a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F

C1: (5.YO<sub>0</sub> + 5.SU<sub>0</sub>) vs (-YO<sub>250</sub> -YO<sub>500</sub> -YO<sub>750</sub> -YO<sub>1000</sub> -YO<sub>3000</sub> - SU<sub>250</sub> - SU<sub>500</sub> - SU<sub>750</sub> - SU<sub>1000</sub> - SU<sub>3000</sub>)

C2: (YO<sub>250</sub> +YO<sub>500</sub> +YO<sub>750</sub> +YO<sub>1000</sub> +YO<sub>3000</sub>) vs (-SU<sub>250</sub> - SU<sub>500</sub> - SU<sub>750</sub> - SU<sub>1000</sub> - SU<sub>3000</sub>)

C3: (YO<sub>0</sub>) vs (-SU<sub>0</sub>)

Na Tabela 3 é mostrado os resultados do Índice de Disponibilidade Relativa de Fósforo no Substrato (IDRP) do Termofosfato Magnésiano Yoorin Mg em relação ao Super Fosfato Simples, para todas as doses de  $P_2O_5$  estudada. Este índice mede a capacidade do Termofosfato Magnésiano Yoorin Mg em disponibilizar P para o substrato, em relação à capacidade do Super Fosfato Simples.

Pode ser observado na Tabela 3 que para a dose de 250 g de  $P_2O_5$ /dm<sup>3</sup> de substrato, o IDRP determinado a partir do P extraído pelo método Mehlich-1, foi de 241,80% e de 293,94 % para o P extraído pelo método da Resina. Estes valores mostram que o Termofosfato Magnésiano Yoorin Mg teve a capacidade de disponibilizar mais do que o dobro (2,418) de P no substrato, extraído pelo método Mehlich-1, e praticamente o triplo (2,94) de P no substrato

extraído pelo método da Resina, comparado à capacidade do Super Fosfato Simples em disponibilizar P para o substrato de cultivo. Esta maior eficiência do Termofosfato Yoorin ocorreu em praticamente todas as doses estudadas, independente da forma de extração, sendo que o IDRP médio determinado a partir do P extraído pelo método Mehlich-1, foi de 183,82% e o IDRP médio do P extraído a partir do método de Resina foi de 158,93%. Estes valores revelam a maior capacidade do Termofosfato Magnésiano Yoorin Mg, em disponibilizar fósforo no substrato para a muda de café, quando comparado com Super Fosfato Simples.

A Tabela 4 mostra os modelos estimadores do efeito das doses de  $P_2O_5$ , sobre o teor de P disponível no substrato da muda, para as duas formas de extração (método Mehlich - 1 e Resina) e para as duas fontes estudadas (Termofosfato Magnésiano Yoorin Mg e Super Fosfato Simples). Estes modelos mostram que conforme aumentou-se as doses de  $P_2O_5$  incorporadas ao substrato, obteve-se acréscimos nos teores de P disponíveis no substrato, quando extraídos pelo método Mehlich - 1 e extraído pelo método da Resina, independente da fonte de P utilizada.

Tabela 3: Índice de Disponibilidade Relativa de Fósforo no Substrato (IDRP), entre o Termofosfato Magnésiano Yoorin Mg e o Superfosfato Simples, para os dois métodos de extração de P - Mehlich-1 e Resina - em todas as doses de  $P_2O_5$  estudadas, aos 6 meses da semeadura.

		DOSES DE $P_2O_5$						
		0	250	500	750	1000	3000	Média
<b>IDRP</b>	<b>(Mehlich-1) %</b>	-	241,80	238,65	161,13	165,80	111,74	183,82
<b>IDRP</b>	<b>(Resina) %</b>	-	293,94	148,64	136,50	132,37	83,21	158,93

**IDRP<sub>(Mehlich-1)</sub>**: Índice de disponibilidade relativa de fósforo, determinado a partir do teor de P disponível, extraído pelo método Mehlich-1.

**IDRP<sub>(Resina)</sub>**: Índice de disponibilidade relativa de fósforo, determinado a partir do teor de P disponível, extraído pelo método de Resina.

Tabela 4: Modelo estimador do teor de P (mg de P/dm<sup>3</sup> de substrato) disponível no substrato da muda, em função das doses de  $P_2O_5$  (g de  $P_2O_5$ /dm<sup>3</sup> de substrato), determinado pelo método Mehlich P<sup>(1)</sup> e pelo método da Resina P<sup>(2)</sup>, para as duas fontes testadas - Termofosfato Magnésiano Yoorin Mg e Super Fosfato Simples, aos 6 meses da semeadura.

MODELO ESTIMADOR		
FONTES	P <sup>(1)</sup> - extrator Mehlich - 1	P <sup>(2)</sup> - extrator Resina.
<b>YOORIN</b>	$\hat{P} = 27,97 + 0,091 \cdot (P_2O_5) + 0,00002 \cdot (P_2O_5)^2$ $R^2 = 99,99\%$	$\hat{P} = 65,92 + 0,1518 \cdot (P_2O_5) - 0,00003 \cdot (P_2O_5)^2$ $R^2 = 99,99\%$
<b>SUPER</b>	$\hat{P} = 25,5 + 0,035 \cdot (P_2O_5) + 0,00003 \cdot (P_2O_5)^2$ $R^2 = 99,99\%$	$\hat{P} = 60,59 + 0,1014 \cdot (P_2O_5) - 0,000005 \cdot (P_2O_5)^2$ $R^2 = 99,99\%$

P<sup>(1)</sup>: Teor de Fósforo disponível no substrato - extrator Mehlich - 1.

P<sup>(2)</sup>: Teor de Fósforo disponível no substrato - extrator Resina.

## CONCLUSÃO

Os resultados deste experimento mostram que a incorporação de doses de  $P_2O_5$  no substrato da muda de café, utilizando como fonte o Termofosfato Magnésiano Yoorin Mg e o Superfosfato Simples, promovem aumentos no teor de P disponível no substrato de cultivo da muda de café, durante o período de obtenção da muda no viveiro.

Os teores médios de P disponível no substrato adubados com o Termofosfato Magnésiano Yoorin Mg foram significativamente superiores, quando comparados com os adubados com o Super Fosfato Simples.

O Termofosfato Magnésiano Yoorin Mg mostrou ter uma maior eficiência em disponibilizar P para o substrato da muda de café, quando comparado com o Super Fosfato Simples. Pelos resultados obtidos neste experimento, o Termofosfato Magnésiano Yoorin Mg teve a capacidade de disponibilizar mais do que o dobro (2,42 e 2,94) de P no

substrato, quando comparado com o Superfosfato Simples, na dose 250g de  $P_2O_5/dm^3$  de substrato, independente da forma extração do P. Estes valores revelam a maior capacidade do Termofosfato Magnésiano (Yoorin Mg), em disponibilizar fósforo no substrato para a muda de café, quando comparado com Super Fosfato Simples.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: I.A.C, 1983. 48 p. (Boletim técnico, 78).

GOEDERT, W.J.; LOBATO, E. Avaliação agrônômica de fosfatos em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, p.97-102, 1984.

GUIMARÃES, P. T. G.; RIBEIRO, C. R.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o solo de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. QUINTA APROXIMAÇÃO - Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Viçosa, MG, 1999. 359p.

MALAVOLTA E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Ceres, São Paulo, 1980.

MELO, B. **Estudos sobre produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes**. 1999. 119 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

NOVAIS, R.F.; PREZOTTI, L.C.; ALVAREZ V., V.H.; CANTARUTTI, R.B. & BARROS, N.F. **FERTICALC - Sistema para recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura do café arábica**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2002. CD-ROM

RAIJ, B. van; SILVA, N. M.; BATAGLIA, O. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; Furlani, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

TRISTÃO, F.S.M.; ANDRADE, S. A. L. de; SILVEIRA, A. P. D. da. Fungos Micorrízicos arbusculares na formação de mudas de cafeeiro, em substratos orgânicos comerciais. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.4, p.649-658, 2006

TRISTÃO, F.S.M.; COLOZZI-FILHO, A.; MACHINESKI, O. Micorrização de cafeeiro sob alta concentração de P no solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., Ribeirão Preto, 2003. **Resumos...** Ribeirão Preto: SBCS, 2003. 4p.