

EFEITOS DE DOSES DE FÓSFORO E FUNGOS MVA NO CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO MINERAL DA TANGERINEIRA 'CLEOPATRA' (*CITRUS RESHNI* HORT ex TAN) EM SEMENTEIRA¹

MARA RÚBIA DA ROCHA², ELIZABETH DE OLIVEIRA³ e GILMARCOS DE CARVALHO CORRÊA²

RESUMO - O presente estudo objetivou avaliar os efeitos de doses de fósforo e inoculação com fungos micorrízicos vesículo-arbusculares (MVA), sobre o crescimento e nutrição mineral de tangerineiras 'Cleopatra', até a repicagem. Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 6 com cinco repetições, sendo dois tratamentos de micorrização (inoculado e não-inoculado) e seis doses de P (0, 320, 640, 1280, 2000 e 2560 g de P_2O_5/m^3 de substrato), utilizando-se o superfosfato simples. As plantas foram cultivadas em bandejas de isopor com substrato comercial composto por casca de *Pinus* compostada, e inoculadas com uma população mista dos fungos *Acaulospora morrowae*, *Glomus etunicatum* e *Glomus clarum*. A inoculação promoveu maiores crescimentos em altura e matéria seca da parte aérea, e aumento nos teores de boro. As plantas inoculadas atingiram altura média de 12,30 cm, aos quatro meses após semeadura.

Termos para indexação: *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum*, *Acaulospora morrowae*, porta-enxerto.

EFFECT OF PHOSPHORUS DOSES AND MYCORRHIZAL FUNGI ON MINERAL NUTRITION AND GROWTH OF 'CLEOPATRA' MANDARIN (*CITRUS RESHNI* HORT EX TAN.)

ABSTRACT - This study was carried out to verify the effects of phosphorus doses an inoculation with a mixed population of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on growth and mineral nutrition of 'Cleopatra' mandarin until transplanting. The plants were grown in trays containing commercial substrate, inoculated with a mixed population of *Acaulospora morrowae*, *Glomus clarum* and *Glomus etunicatum* and noninoculated substrate which received six phosphorus doses (0, 320, 640, 1280, 2000 and 2560 g P_2O_5/m^3 of substrate) supplied as simple superphosphate. The inoculation promoted better plant growth, and increased the boron contents in the shoots. The inoculated plants presented larger growth and reached average height of 12.30 cm at four months after sowing, when they were ready to be transplanted.

Index terms: *Glomus etunicatum*, *Glomus clarum*, *Acaulospora morrowae*, rootstock.

INTRODUÇÃO

Em plantas cítricas, a nutrição fosfatada é de grande importância, principalmente na fase inicial de crescimento. O fósforo (P) ocupa lugar de destaque entre os elementos essenciais para as plan-

tas, devido à variedade e complexidade dos processos metabólicos em que ele participa (Mala-volta, 1980).

Camargo (1989) e Fontanezzi (1989) constataram que a adubação fosfática nas sementeiras estava diretamente relacionada com o crescimento dos porta-enxertos.

Vários estudos relatam efeitos das micorrizas vesículos-arbusculares (MVA) no aumento do crescimento de plantas e absorção de íons pouco móveis no solo, como P, Zn, Cu e Fe, e também no aumento da absorção de K, Ca, Mo e amônio (Powel, 1975; Lambert et al., 1979 e Graham, 1986). As plantas cítricas, de maneira geral, exi-

¹ Aceito para publicação em 15 de dezembro de 1993.

Extraído da Dissertação apresentada pela primeira autora à Esc. Sup. de Agric. de Lavras, para obtenção do Grau de Mestre.

² Eng. - Agr., M.Sc., Esc. de Agron. Univ. Fed. de Goiás (UFG), Caixa Postal 131, CEP 74001-970, Goiânia, GO. Bolsista do CNPq.

³ Bióloga, M.Sc., ESAL, Lavras, MG.

bem elevada dependência à micorrização, e as vantagens dessa associação são expressas em maior absorção de nutrientes, especialmente do P (Oliveira & Jesus, 1987). Diversos estudos mostram ser a tangerineira 'Cleopatra' (*Citrus reshni* Hort ex Tan.) mais dependente da micorrização que outras espécies de plantas cítricas (Cardoso et al., 1986) e Oliveira & Jesus, 1987). Assim, a utilização adequada de fungos MVA para este porta-enxerto pode vir a ser de interesse para a obtenção de mudas mais vigorosas e, possivelmente, para redução de gastos com fertilizantes no campo.

Considerando estes aspectos, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes doses de P e da inoculação com fungos micorrízicos, sobre o crescimento e nutrição mineral da tangerineira 'Cleopatra', cultivada em sementeiras removíveis, até o ponto de repicagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no setor de fruticultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL -, no período de agosto a dezembro de 1990, utilizando-se bandejas de isopor contendo 72 células, preenchidas com substrato comercial composto por casca de *Pinus* moída e compostada, parcialmente fertilizado e desinfestado com Brometo de Metila (180 cc/m³).

Foram utilizadas plantas de *Citrus reshni* Hort ex Tan.) cv. Cleopatra, obtidas a partir de sementes de frutos maduros, as quais foram tratadas com hipoclorito de sódio a 2%, por dez minutos, enxaguadas e secadas à sombra.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 6, sendo duas condições de micorrização (inoculado e não-inoculado) e seis doses de P. Utilizaram-se cinco repetições, e cada parcela foi constituída de 30 plantas.

O P foi fornecido através do superfosfato simples, nas doses de 0, 320, 640, 1.280 e 2.560 g de P₂O₅/m³ de substrato.

Utilizou-se como inóculo o substrato de vasos contendo esporos dos fungos *Acaulospora morrowae*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* e segmentos de raízes colonizadas, onde se cultivou *Brachiaria decumbens* como planta multiplicadora. A inoculação foi realizada incorporando-se o inóculo ao substrato antes da sementeira, em quantidade suficiente para fornecer cerca de 50 esporos de cada espécie, por planta.

Os substratos acrescidos de P foram amostrados antes da sementeira e submetidos à análise para determinação de alguns componentes químicos, pH e teor de matéria orgânica. Os resultados encontram-se na Tabela 1.

Em cada célula das bandejas foram colocadas quatro sementes, e após a germinação foi feito desbaste, deixando-se uma planta por célula. Adubação complementar foi realizada aos 90 dias da sementeira, visando fornecer 150 mg de K, 300 mg de N e 15 mg de Mg por kg de substrato. Utilizou-se como fonte de Mg, o sulfato de magnésio, de K o nitrato de potássio, e o N foi completado com Uréia. As aplicações de N e K foram parceladas em três vezes. Aos 70 dias após a sementeira, iniciou-se a aplicação de adubo foliar contendo 10% de N, 3% de Zn, 2% de Mn, 1% de Mg, 0,5% de B e 3% de S. Estas aplicações foram feitas à concentração de 0,05%, sendo repetidas a cada 10 dias, totalizando cinco aplicações. O umedecimento do substrato foi feito diariamente.

As avaliações foram efetuadas nas 18 plantas centrais de cada parcela quando as plantas inoculadas que

TABELA 1. Componentes químicos, pH e teor de matéria orgânica de substrato comercial acrescido de P, antes da sementeira.

Doses (g de P ₂ O ₅ /m ³ de substrato)	P ppm	K ppm	Ca	Mg	Al	H+Al	V %	m.o. %	pH
			----- mE/100 cm ³						
0	702	580	13,2	11,3	0,4	2,9	90	32,8	5,5
320	810	580	15,2	10,0	0,5	3,2	89	36,9	5,4
640	960	620	16,0	10,1	0,5	3,6	88	35,9	5,5
1.280	960	590	19,3	8,3	0,5	3,6	89	25,5	5,5
2.000	1.032	610	16,1	11,1	1,1	5,0	85	43,1	5,5
2.560	1.032	560	22,5	8,6	1,2	6,3	84	41,4	5,4

tiveram maior crescimento atingiram o ponto de repicagem, com altura média de 12,0 cm. Os parâmetros avaliados foram: colonização micorrízica das raízes, altura de plantas, produção de matéria seca da parte aérea, e teores de N, P, K, B e Zn na parte aérea.

A altura foi aferida com régua milimetrada, do *colum* até a gema apical. A parte aérea das plantas foi lavada, e secada em estufa a 70°C, até obtenção de peso constante, para determinação da produção de matéria seca. Em seguida, o material foi moído e encaminhado ao laboratório para determinação dos teores de nutrientes. Para o N total, foi adotado o método semimicro Kjeldahl, segundo Liao (1981), e a destilação e titulação, segundo Bremer & Edwards (1965). No extrato obtido por digestão nitro-perclórica, foram dosados os teores totais de P por colorimetria; de Zn por espectrofotometria de absorção atômica; de K, por fotometria de emissão de chama, segundo Zaroski & Bureau (1977). O B foi determinado pelo método colorimétrico da curcumina, descrito por Dible et al. (1954).

Amostras de 500 mg de raízes foram retiradas das plantas, lavadas e conservadas em FAA (13 ml de formalina + 200 ml de etanol 50% + 5 ml de ácido acético glacial), clarificadas em KOH a 10% e coradas com azul tripano, conforme método descrito por Phillips & Haymann (1970). O comprimento de raízes colonizadas foi determinado pelo método da placa quadriculada, de acordo com Giovanetti & Mosse (1980).

Os dados foram submetidos à análise de variância, adotando-se o nível de significância de 5% para os testes de F e Tukey para comparação de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de P encontrados no substrato (Tabela 1) foram considerados altos, e a adição de superfosfato simples em doses crescentes elevou ainda mais os teores de P além do Ca disponível.

Vários autores relataram a redução da taxa de colonização micorrízica de raízes de porta-enxertos de citros, causada por doses crescentes de P no substrato (Menge et al., 1978; Cardoso et al., 1986 e Fontanezzi, 1989), e consequente variação na efetividade da simbiose (Siqueira & Colozzi Filho, 1986). No presente trabalho não se detectaram diferenças expressivas na colonização micorrízica à medida que aumentou o P (Tabela 2). Isto pode ser devido a um comportamento diferenciado das espécies fúngicas utilizadas, de forma que a população mista de fungos micorrízicos garantiu a mesma colonização das raízes, com todos os tratamentos com P.

A inoculação com fungos MVA promoveu aumentos significativos na altura das plantas e na produção de matéria seca, conforme pode-se observar na Tabela 3. Estes resultados confirmam os obtidos por Cardoso et al. (1986), Oliveira & Jesus (1987) e Fontanezzi (1989). No entanto, estas características não foram influenciadas pelas doses de superfosfato simples, o que pode ser devido, provavelmente, ao elevado nível de P já existente no substrato (Tabela 1).

A inoculação com fungos MVA não influenciou o teor de N (Tabela 4); o mesmo foi observado por Fontanezzi (1989) e Camargo (1989). De acordo com Zambolim & Siqueira (1985), os fungos MVA não estão envolvidos na absorção e transporte de N. O mesmo ocorreu quando da adição de doses crescentes de superfosfato simples ao substrato.

O teor de P não foi influenciado pela micorrização, mas as plantas inoculadas apresentaram maior crescimento, o que dá a idéia de que estas tenham absorvido maior quantidade de P e de que

TABELA 2. Colonização micorrízica das raízes de tangerineiras 'Cleopatra', em substrato comercial acrescido de doses de P e inoculadas ou não com fungos micorrízicos, aos quatro meses pós-semeadura.

Inoculação	Doses (g de P ₂ O ₅ /m ³ de substrato)						Médias
	0	320	640	1.280	2.000	2.560	
	----- % -----						
Não-inoculado	0	0	0	0	0	0	0
Inoculado	56,8	55,8	55,8	48,1	53,9	47,3	53,0

este se tenha diluído nos tecidos das plantas. Os teores de P foram menores nas doses intermediárias e aumentaram nas doses mais elevadas (Fig. 1). Pode ter ocorrido o efeito de diluição, já que as plantas tiveram tendência a maior acúmulo de matéria seca nas doses intermediárias de superfosfato simples.

Ocorreram diminuições nos teores de K à medida que foi aumentada a dose de P (Fig. 2). Resultados semelhantes foram observados por Carvalho (1987) e Fontanezzi (1989). Isto pode

TABELA 3. Crescimento de tangerineiras 'Cleopatra' inoculadas e não-inoculadas, aos quatro meses após semeadura.

Características	Não-inoculado	Inoculado
Altura de plantas (cm)	10,56 b	12,30 a
Matéria seca da parte aérea (g/parcela)	7,29 b	9,04 a

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade.

ser atribuído, provavelmente, ao efeito antagônico do Ca, presente no fertilizante, sobre a absorção de K. As plantas inoculadas com fungos MVA apresentaram menores concentrações de K em relação às não-inoculadas, o que pode ser explicado pelo efeito de diluição, já que os tratamentos inoculados apresentaram maior acúmulo de matéria seca.

Os teores de B na parte aérea das plantas foram significativamente maiores nos tratamentos inoculados, o que indica que houve absorção suficiente para acompanhar o maior crescimento das plantas, e ainda houve acúmulo (Tabela 4). O elevado teor de matéria orgânica presente no substrato provavelmente forneceu B suficiente às plantas.

De maneira geral, os teores de Zn presentes nos tecidos das plantas foram reduzidos à medida que aumentou a adubação fosfática (Fig. 3). Segundo Malavolta (1980), ocorre a inibição não-competitiva entre o P e o Zn, ou a insolubilização do Zn pelo P na superfície das raízes. Os teores de Zn não diferiram estatisticamente nos tratamentos inoculados e não-inoculados (Tabela 4).

TABELA 4. Teores de N, B e Zn na matéria seca da parte aérea de tangerineiras 'Cleopatra' em substrato comercial acrescido de doses de P, inoculados (I) e não-inoculados (NI) aos quatro meses pós-semeadura.

Inoculação	Doses (g de P ₂ O ₅ /m ³ de substrato)						Médias
	0	320	640	1.280	2.000	2.560	
Nitrogênio (%)							
NI	3,49	3,44	3,52	3,27	3,49	3,39	3,37 A
I	3,13	2,99	2,89	3,35	3,41	2,96	3,12 A
Boro (ppm)							
NI	79,37	91,05	91,81	68,29	72,88	80,70	80,68 B
I	84,75	93,07	83,07	90,13	82,05	95,18	88,04 A
Zinco (ppm)							
NI	74,75	74,53	64,49	62,33	56,98	63,52	65,30 A
I	77,23	75,83	69,79	61,05	74,25	68,46	71,10 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade.

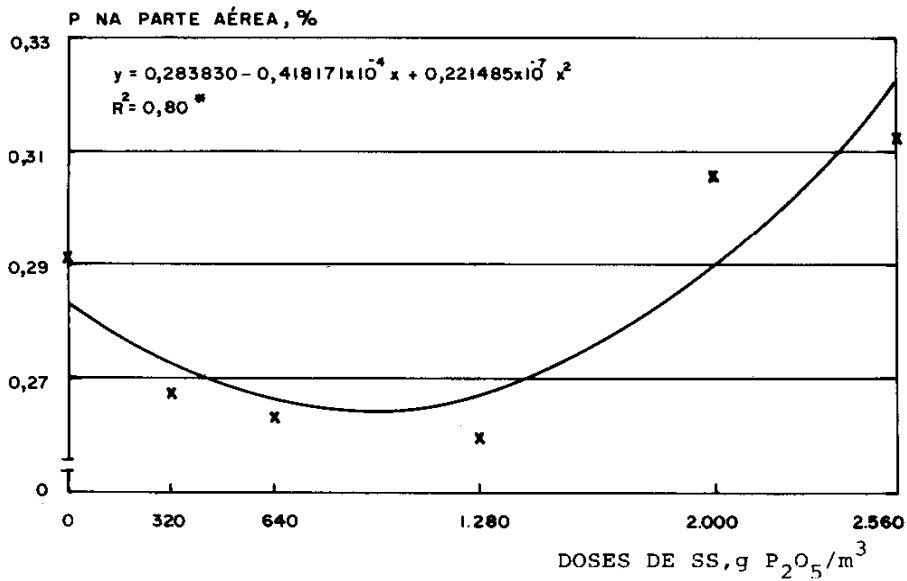


FIG.1. Equação de regressão para os teores de P na matéria seca da parte aérea de tangerineiras 'Cleopatra' em função das doses de superfosfato simples (SS).

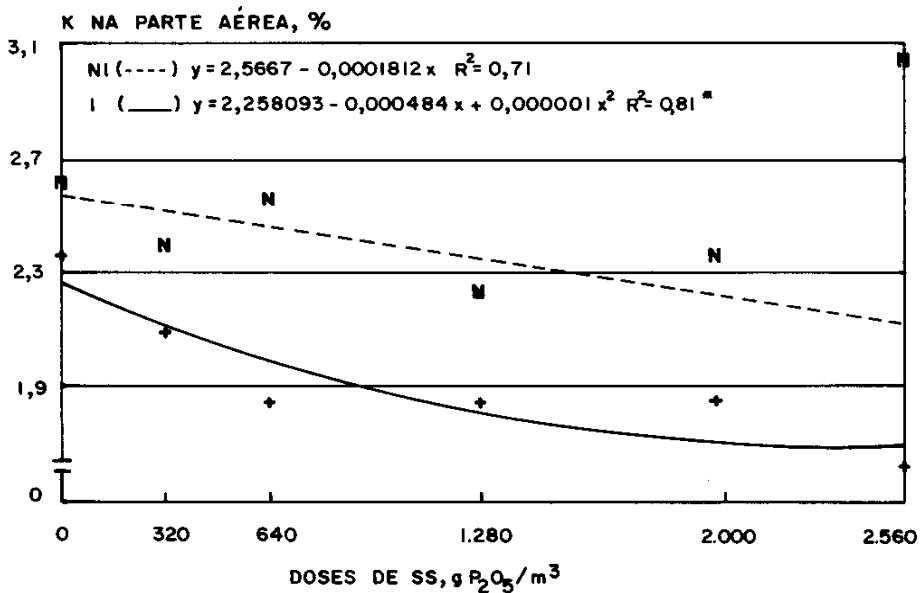


FIG.2. Equações de regressão para os teores de K na matéria seca da parte aérea de tangerineiras 'Cleopatra' inoculadas (I) e não-inoculadas (NI), em função das doses de superfosfato simples (SS).

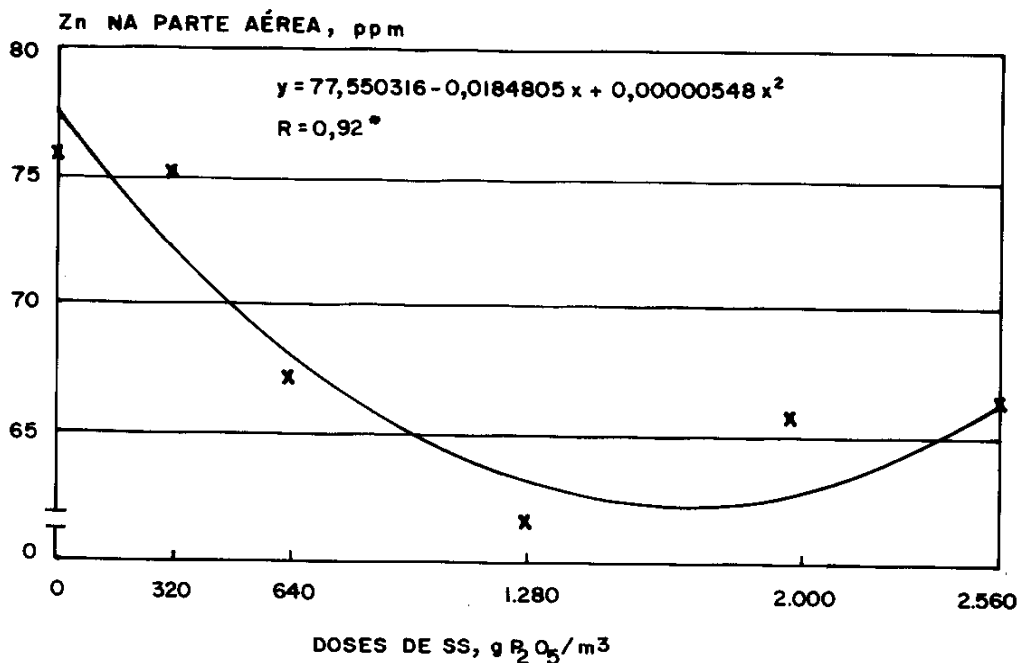


FIG. 3. Equação de regressão para os teores de Zn na matéria seca da parte aérea de tangerineiras 'Cleopatra' em função das doses de superfosfato simples (SS).

CONCLUSÕES

1. A inoculação com MVA promoveu maiores crescimentos em altura e produção de matéria seca, aumentou teores de B, e reduziu os teores de K na matéria seca.

2. A inoculação com fungos MVA permitiu um ganho médio de 16% em altura das plantas, que atingiram mais rapidamente o ponto de repicagem.

REFERÊNCIAS

- BREMER, J.M.; EDWARDS, H.P. Determination and isotope ratio analysis of different form of nitrogen in soils. I. Apparatus and procedures for distillation and determination for ammonium. *Soil Science Society of America, Proceedings*, Madison, v.29, p.504-507, 1965.
- CAMARGO, I.P. de. Efeitos de doses, fontes de fósforo e de fungos micorrízicos sobre o limoeiro 'Cravo' até a repicagem. Lavras: ESAL, 1989. 104p. Tese de Mestrado.
- CARDOSO, E.J.B.N.; ANTUNES, V.; SILVEIRA, A.P.D. da; OLIVEIRA, M.H.A. Eficiência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em porta-enxertos de citros. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.10, p.25-30, 1986.
- CARVALHO, S.A. de. Métodos de aplicação do superfosfato simples e do calcário dolomítico no limoeiro 'Cravo' em sementeira. Lavras: ESAL, 1987. 124p. Tese de Mestrado.
- DIBLE, W.T.; TROUG, E.; BERGER, K.G. Boron determination in soils and plants. *Analytical Chemistry*, Washington, v.26, p.418-421, 1954.
- FONTANEZZI, G.B.S. Efeitos de micorriza vesicular-arbuscular e de superfosfato simples no

- crescimento e nutrição de porta-enxertos de citros.** Lavras: ESAL, 1989. 105p. Tese de Mestrado.
- GIOVANETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist*, London, v.84, p.489-500, 1980.
- GRAHAM, J.H. Citrus mycorrhizae: potential benefits and interactions with pathogens. *Hortscience*, Alexandria, v.21, p.1302-1306, 1986.
- LAMBERT, D.H.; BAKER, D.E.; COLE, J.R.H. The role of mycorrhizae in the interactions of phosphorus with zinc, copper and other elements. *Soil Science Society of America, Journal*, Madison, v.43, p.976-980, 1979.
- LIAO, C.F.H. Devarda's alloy method for total nitrogen determination. *Soil Science Society of America, Journal*, Madison, v.45, p.852-855, 1981.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Ceres, 1980. 245p.
- MENGE, J.A.; LABANAUSKAS, C.K.; JOHNSON, E.L.V.; PLATT, R.G. Partial substitution of mycorrhizal fungi for phosphorus fertilization in the greenhouse culture of citrus. *Soil Science Society of America, Journal*, Madison, v.42, p.926-930, 1978.
- OLIVEIRA, A.A.R.; JESUS, I.S. de. Efeito da infecção por fungos micorrízicos vesicular-arbusculares sobre o desenvolvimento de porta-enxertos de citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9, 1987, Campinas. *Anais*. Campinas: SBF, 1987. v.1, p.319-325.
- PHILLIPS, J.M.; HAYMANN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizae fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*, London, v.55, p.158-161, 1970.
- POWEL, C.L. Potassium uptake by endotrophic mycorrhizas. In: SANDERS, F.E.; MOSSE, B.; TINKER, P.B. (Ed.). *Endomycorrhizas*. London: Academic Press, 1975. p.277-287.
- SIQUEIRA, J.O.; COLOZZI FILHO, A. Micorrizas vesículo-arbusculares em mudas de caféiro. II. Efeito do fósforo no estabelecimento e funcionamento da simbiose. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.10, p.207-211, 1986.
- ZAMBOLIM, L.; SIQUEIRA, J.O. **Importância e potencial das associações micorrízicas para a agricultura.** Belo Horizonte: EPAMIG, 1985. 36p. (Documentos, 26).
- ZAROSKI, R.J.; BURAU, R.G. A rapid nitric perchloric and digestion method for multi-element tissue analysis. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.8, p.425-436, 1977.