

EFEITO DE DIFERENTES ESPÉCIES DE FUNGOS MICORRÍZICOS VESÍCULO-ARBUSCULARES NO CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DA MANDIOCA¹

OSVALDO RYOHEI KATO², ELIZABETH DE OLIVEIRA³, ANTONIO DIAS SANTIAGO⁴ e HÉLIO CORRÊA⁵

RESUMO - Com o objetivo de avaliar os efeitos de nove diferentes espécies de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares no crescimento e nutrição da mandioca, foi conduzido um experimento em vasos, com solo fumigado, do tipo Latossolo Roxo, em casa de vegetação. Foram avaliados a produção de matéria seca da parte aérea e raízes e teores de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea da mandioca, assim como a percentagem de colonização micorrízica das raízes. Os resultados mostraram respostas diferenciadas para as características avaliadas, em função da espécie de fungo inoculado. Os tratamentos inoculados com *Glomus clarum*, *Entrophospora colombiana* e mistura de fungos apresentaram as maiores taxas de colonização radicular e produção de matéria seca, ao passo que os tratamentos inoculados com *Acaulospora appendicula*, *Glomus clarum* e *Entrophospora colombiana* apresentaram maiores teores de P nos tecidos da parte aérea.

Termos para indexação: *Manihot esculenta*, absorção de nutrientes.

EFFECT OF DIFFERENT SPECIES OF VESICULAR-ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI ON NUTRITION AND GROWTH OF CASSAVA PLANTS

ABSTRACT - The effects of nine different species of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the nutrition and growth of cassava plants, were observed in a pot experiment carried out with sterile purple latosol soil, under greenhouse conditions. Shoot and root dry weights and N, P, K, Ca and Mg shoot contents as well as percentage root length colonization were evaluated. Final results revealed differential responses for the parameters evaluated, according to the inoculated specie of mycorrhizal fungi specie. Treatments inoculated with *Glomus clarum*, *Entrophospora colombiana*, and a mixture of the nine species studied presented the highest rates of root length colonization and dry matter production, and treatments inoculated with *Acaulospora appendicula*, *Glomus clarum*, and *Entrophospora colombiana* presented higher rates of P in the shoot.

Index terms: *Manihot esculenta*, nutrients uptake.

INTRODUÇÃO

Diferentes espécies vegetais respondem diferentemente à micorrização. Yost & Fox (1979) demonstraram a dependência de sete espécies de plantas tropicais crescendo em um

Oxisolo do Hawai e encontraram que a mandioca é uma das espécies mais dependentes ao micotrofismo, sendo confirmado por vários outros autores (Carvalho et al. 1982, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 1984, Ezeta & Carvalho 1982b, Howeler et al. 1982a).

A mandioca crescendo em solução nutritiva requer elevadas concentrações de fósforo (P) Howeler et al. 1982b); porém, quando cultivada em condições naturais de campo, em solos de baixa fertilidade, responde em menor grau à adubação fosfatada, em comparação com outras culturas (Cock 1985, Howeler 1982), podendo obter altos rendimentos sem aplicação de P. Esta capacidade foi atribuída a for-

¹ Aceito para publicação em 12 de fevereiro de 1990.

² Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/UEPAE de Belém, Caixa Postal 130, CEP 66240 Belém, PA.

³ Bióloga, M.Sc., Convênio MA/FAEPE; Dep. de Fitossanidade da ESAL, Caixa Postal 37, CEP 37200 Lavras, MG.

⁴ Eng. - Agr., M.Sc., EPEAL, Caixa Postal 99, CEP 57000 Maceió, AL.

⁵ Eng. - Agr., M.Sc., Prof. de Agric. da ESAL, Caixa Postal 37, CEP 37200 Lavras, MG.

mações micorrízicas eficientes na absorção do P.

As observações de Ezeta & Carvalho (1982b), Kang et al. (1980), Carvalho et al. (1982) e Carvalho (1984) mostram que plantios de mandioca inoculados com fungos micorrízicos vesículo-arbusculares e cultivados em solo autoclavado apresentam maior produção de matéria seca e concentração de P absorvido.

Apesar de as observações feitas por Potty (1985) mostrarem que a mandioca não apresenta especificidade na associação com fungos micorrízicos nativos ou introduzidos, os trabalhos conduzidos por Howeler & Sieverding (1983) mostraram que há grandes variações quanto à efetividade das diferentes espécies de fungos micorrízicos VA, no crescimento e produção de raízes. Assim, o trabalho inicial de seleção de fungos micorrízicos para inoculação em determinada espécie vegetal é indicado pelo fato de as diferentes espécies de fungo apresentarem grande variação quanto a sua eficiência de acordo com o hospedeiro utilizado.

O presente trabalho, conduzido em casa de vegetação, teve como objetivo selecionar espécies de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares eficientes para a mandioca, crescendo em amostras de um Latossolo Roxo, pois, segundo Lopes & Fernandes (1986), duas premissas fundamentam as pesquisas sobre inoculação com ectomicorrizas: a) a presença de qualquer espécie de fungo micorrízico é melhor que a ausência; e b) algumas espécies de fungos micorrízicos são mais eficientes que outras, em determinadas condições ambientais. Essas premissas também fundamentaram os estudos sobre a inoculação com endomicorrizas (Lopes & Fernandes 1986).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Escola Superior de Agricultura de Lavras-ESAL (Minas Gerais), no período de fevereiro a maio de 1985.

O solo utilizado foi um Latossolo Roxo distrófico, retirado de uma área não cultivada de uma camada de 0-20 cm. O solo foi peneirado em malha de 5 mm e armazenado em caixas de amianto com capacidade para 1.000 litros. Foi coletada uma amostra composta do solo para análise química, que apresentou os seguintes resultados: pH (em água) 4,5; 1 ppm de P; 28 ppm de K; 1,3 meq/100 cc de Al^{+++} ; 0,4 meq/100 cc de $Ca^{++} + Mg$. A fumigação deste solo foi feita em caixa de cimento, e disposto em camada de 20 cm de altura, com aplicação de 200 ml de brometo de metila/ m^3 de solo com cobertura plástica por 48 horas e posterior aeração por 72 horas. Em seguida o solo foi colocado em vasos de capacidade para 3 kg de solo.

Apesar de o solo apresentar um pH ácido e alto teor de alumínio, não foi realizado a calagem, sendo feita apenas uma adubação com 20 ppm de P e 30 ppm de K nas formas de superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente, e incorporados ao solo por ocasião do enchimento dos vasos. O superfosfato triplo foi moído e passado em peneira de malha de 0,710 mm antes da incorporação ao solo.

As plântulas de mandioca, variedade Sonora, foram obtidas de broto de aproximadamente 7 cm, enraizado em água e posteriormente transferido uma plântula por unidade experimental.

As espécies de fungos micorrízicos VA utilizados no experimento são apresentados na Tabela 1. Os fungos foram multiplicados em vasos de cultivo, utilizando-se *Brachiaria decumbens* Stapf, como planta hospedeira, sendo o substrato nestes vasos o Latossolo Roxo.

A inoculação foi feita pela adição de solo-inóculo em contato com as raízes de cada plântula de mandioca em quantidades suficientes para fornecer 150-200 esporos.

As plantas de todos os tratamentos receberam 10 ml de um filtrado de solo dos vasos de cultivo, isento de esporos de fungos micorrízicos VA, para propiciar o desenvolvimento de outros microrganismos do solo. O filtrado foi preparado pela diluição de 30 g de cada solo-inóculo em um litro de água, passando por duas vezes em peneiras de malhas: 0,710; 0,350; 0,105 e 0,053 mm e três filtrações em papel de filtro comum.

Os tratamentos foram formados de plantas não inoculadas e inoculadas com *A. appendicula*, *E. co-*

lombiana, *G. gigantea*, *G. gregaria*, *G. margarita*, *G. clarum*, *G. pellucida* + *A. scrobiculata* (isolados de mandioca), *Glomus* sp. e mistura destes fungos, e o delineamento foi inteiramente ao acaso, com nove repetições.

Diariamente, após o plantio, durante o período experimental, foram realizadas irrigações de modo a manter a umidade do solo em torno de 60% da capacidade de retenção de água do solo, através da pesagem dos vasos.

A colheita do experimento foi efetuada 90 dias após o plantio, quando foi tomada uma amostra de 1 g de raízes que foram preservadas em FAA (200 ml de etanol 50% + 13 ml de formaldeído 40% + 5 ml de ácido acético) para avaliação da colonização micorrízica. Para avaliação da taxa de colonização radicular, as amostras foram clarificadas em KOH 10%, coloridas com azul de tripan segundo Phillips & Hayman (1970), e o comprimento de raízes colonizadas foram avaliadas pelo método da placa quadriculada, de acordo com Giovannetti & Mosse (1980).

TABELA 1. Espécies de fungos endomicorrízicos, utilizados como inóculo para a mandioca.

Espécies	Origem
<i>Acaulospora appendicula</i> (Spain, Sieverding & Schenck)	Isolado de capoeira, Belém, PA
<i>Acaulospora scrobiculata</i> (Trappe)	Isolado da mandioca, Lavras, MG
<i>Entrophospora colombiana</i> (Spain & Schenck)	CIAT, Colômbia
<i>Gigaspora gigantea</i> (Nicolson & Gerdemann) (Gerdemann & Trappe)	CPAC/EMBRAPA, Brasília
<i>Gigaspora gregaria</i> (Schenck & Nicolson)	Universidade da Flórida, EUA
<i>Gigaspora margarita</i> (Backer & Hall)	Est. Exp. Rothansted, Inglaterra
<i>Gigaspora pellucida</i> (Nicolson & Schenck)	Isolado da mandioca, Lavras, MG
<i>Glomus clarum</i> (Nicolson & Schenck)	Universidade da Flórida, EUA
<i>Glomus</i> sp.	IAC, Campinas

As raízes e a parte aérea foram separadas e lavadas com água destilada e acondicionadas em saco de papel, individualmente, e postas para secar em estufas de ventilação forçada, a 65°C até peso constante, sendo posteriormente tomado o peso seco.

A análise dos teores de N, P, K, Ca e Mg da parte aérea das plantas foi realizada por digestão via úmida, conforme Hunter (1975), obtendo-se o extrato para determinação dos teores de N pelo método Kjeldahl e modificado por Sarruge & Haag (1974), P por colorimetria, K, Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica (Sarruge & Haag 1974).

Para análise estatística, os dados de colonização radicular pelos fungos micorrízicos VA foram transformados em $\text{arc. sen } \sqrt{x + 0,5/100}$. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inoculação da mandioca com diferentes espécies de fungos MVA influenciou significativamente o crescimento da mandioca, como pode ser observado na Tabela 2.

Verificou-se uma variação na taxa de colonização radicular da mandioca em função da espécie de fungo MVA inoculado, sendo que a inoculação com *E. colombiana*, *G. clarum* e mistura dos fungos foram as que apresentaram os valores mais elevados (94,7%, 91,3% e 90,4% respectivamente). Esses resultados foram mais elevados do que os observados por Kato (1987), que verificou taxa média de colonização de 68% por *G. clarum* e 58% por *E. colombiana*, e por Sieverding & Howeler (1985), que observaram taxa média de 56% de colonização por *E. colombiana*, para com a mesma cultura.

Apesar de Lopes et al. (1983) observarem que os fungos MVA do gênero *Glomus* ocorrem geralmente em solos próximos à neutralidade e alcalinos, e que dificilmente formam micorrizas em solos com elevada acidez, a inoculação da mandioca com *Glomus clarum* em solo com pH 4,5 apresentou elevada taxa de colonização radicular e produção de matéria seca. Esses resultados concordam com ob-

servações de que a mandioca possui a habilidade de produzir rendimento razoáveis em solos muito ácidos e de baixa fertilidade natural (Howeler 1981), e essa habilidade tem sido atribuída à formação de simbiose MVA (Howeler 1982).

As maiores produções de matéria seca de raízes e parte aérea foram alcançadas também com a inoculação das espécies *G. clarum*, *E. colombiana*, e mistura dos fungos. Porém dentre as três espécies, *G. clarum* foi o que apresentou maior efeito benéfico na produção de matéria seca de raízes. A inoculação de plantas de mandioca com *G. clarum* e *E. colombiana*, foi também estudado por Kato (1987) que encontrou igualmente efeitos benéficos da inoculação com *G. clarum*, na produção de matéria seca de raízes. A produção de matéria seca da parte aérea também foi mais beneficiada com inoculação com *G. clarum*. A inoculação da mandioca com *G. gigantea*,

isolados de mandioca, *G. gregaria*, *A. appendicula*, *Glomus* sp. e *G. margarita*, não apresentou efeito na produção de matéria seca da parte aérea e raízes.

A inoculação de plantas de mandioca com *G. clarum*, *A. appendicula* e *G. gigantea* induziram maior relação raiz/parte aérea em comparação com as plantas não micorrizadas (testemunha). Apesar de a inoculação da mandioca com *G. clarum* ter apresentado aumentos na produção de matéria seca de raízes e parte aérea, a relação raiz/parte aérea mostrou que a inoculação deste fungo MVA induziu maior produção de matéria seca de raízes do que da parte aérea. A inoculação com *A. appendicula* não apresentou aumentos significativos da produção da parte aérea porém induziu uma maior produção de matéria seca de raízes.

Plantas colonizadas pelo *A. appendicula* e *G. clarum* apresentaram concentrações mais elevadas de P, e as colonizadas por *G. gigan-*

TABELA 2. Colonização radicular, produção de matéria seca e relação raiz/parte aérea de plantas de mandioca cultivada por noventa dias em casa de vegetação em Latossolo Roxo fúmico, não inoculada e inoculada com diferentes espécies de fungos endomicorrízicos.

Tratamento	Colonização ² (%)	Produção de matéria seca (g/planta)		Relação raiz/parte aérea
		Raiz	Parte aérea	
Não inoculado	-	0,50 e	2,25 c	0,21 de
<i>Gigaspora gigantea</i>	57,2 c ¹	0,90 de	2,10 c	0,43 abc
Isolados de mandioca	57,7 c	1,08 de	2,71 c	0,39 abcd
<i>Gigaspora gregaria</i>	65,3 c	1,37 cd	3,70 bc	0,38 abcde
<i>Acaulospora appendicula</i>	64,1 c	1,55 cd	3,10 c	0,50 ab
<i>Glomus clarum</i>	91,3 ab	2,80 a	5,62 ab	0,56 a
<i>Entrophospora colombiana</i>	94,7 a	1,91 bc	6,40 a	0,31 bcde
Mistura ³	90,4 ab	2,35 ab	7,68 a	0,35 bcde
<i>Glomus</i> sp.	77,9 bc	0,46 e	2,56 c	0,18 e
<i>Gigaspora margarita</i>	63,6 c	0,84 de	2,83 c	0,30 bcde
CV (%)	15,67	36,80	36,58	35,55

¹ Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

² Análise estatística realizada com dados transformados em $\text{arc. sen } \sqrt{x + 0,5/100}$.

³ Mistura das nove espécies de fungos micorrízicos.

tea, *Glomus* sp. e *G. margarita* não influenciaram os teores de P na planta (Tabela 3). A quantidade de P absorvida foi maior quando as plantas foram colonizadas pela mistura de fungos, *E. colombiana* e *G. clarum*. Da mesma forma que *G. gigantea*, *Glomus* sp. e *G. margarita* não influenciaram a concentração de P nos tecidos da planta, também não influenciaram a quantidade de P absorvida. Trabalhos desenvolvidos por Kato (1987) em mandioca e por Siqueira et al. (1986) em café em casa de vegetação também mostraram o efeito benéfico de *Glomus clarum* no aumento da concentração de P nos tecidos das plantas.

As quantidades absorvidas de N, P, K, Ca e Mg por planta tenderam a apresentar respostas semelhantes à acumulação de matéria seca na parte aérea (Tabelas 2 e 3), observando-se que plantas inoculadas com *G. clarum*, *E. colombiana* e mistura de fungos apresentaram as maiores quantidades absorvidas destes elementos.

Os teores de N nos tecidos da planta foram

mais elevados quando colonizados por *A. appendicula*. Os baixos teores de N nos tecidos de plantas colonizadas por *E. colombiana* e mistura de fungos podem estar relacionados ao efeito de diluição (Jarrel & Beverly, 1981), pois apresentaram alta produção de matéria seca na parte aérea (Tabela 2).

Plantas inoculadas com *G. clarum* apresentaram os maiores teores de K e Mg na parte aérea. Os resultados obtidos por Kato (1987) também mostraram efeitos positivos de micorriza no aumento de absorção de Mg. Quanto ao K, a literatura existente não apresenta resultados consistentes sobre os efeitos das micorrizas VA na absorção deste nutriente. Tinker (1978) e Powell (1974) reportam que o suprimento de K na planta pode ser aumentado pela micorriza VA conforme foram observados em mandioca por Carvalho et al. (1982) e Chan et al. (1982). Contudo Ezeta & Carvalho (1982a) e Almendras et al. (1982) não observaram efeitos da micorrização da mandioca na absorção de K. Outros autores têm observado

TABELA 3. Teores de nutrientes no tecido da parte aérea de mandioca cultivada por noventa dias em casa de vegetação em Latossolo Roxo fumigado, não inoculado e inoculado com diferentes espécies de fungos endomicorrízicos.

Tratamento	Nitrogênio		Fósforo		Potássio		Cálcio		Magnésio	
	Conc. %	Abs. mg/pl	Conc. %	Abs. mg/pl	Conc. %	Abs. mg/pl	Conc. %	Abs. mg/pl	Conc. %	Abs. mg/pl
Não inoculado	3,25	73,87	0,10	2,28	2,10	47,17	0,73	16,73	0,20	4,50
<i>Gigaspora gigantea</i>	3,39	71,53	0,13	2,73	2,36	49,50	0,88	18,36	0,24	5,10
Isolados de mandioca	3,53	96,01	0,19	5,19	2,32	62,80	0,87	23,52	0,27	7,28
<i>Gigaspora gregária</i>	3,69	136,39	0,20	7,51	2,16	79,59	0,75	27,63	0,27	10,01
<i>Acaulospora appendiculata</i>	4,52	140,04	0,33	12,13	2,25	60,39	0,83	25,69	0,27	8,48
<i>Glomus clarum</i>	3,31	178,72	0,30	15,92	2,94	160,96	0,56	30,40	0,39	21,38
<i>Entrophospora colombiana</i>	2,91	182,52	0,26	16,20	2,54	160,50	0,57	36,61	0,31	19,53
Mistura ¹	2,77	206,60	0,26	19,66	2,41	182,29	0,55	42,19	0,34	26,40
<i>Glomus</i> sp.	2,95	76,49	0,11	2,89	1,87	48,09	0,72	18,47	0,19	4,94
<i>Gigaspora margarita</i>	3,32	94,39	0,12	3,37	2,06	50,26	0,82	23,17	0,22	6,13
DMS (Tukey 5%)	0,52	57,26	0,04	5,43	0,27	50,55	0,12	12,50	0,04	7,21
CV (%)	10,09	29,59	12,69	40,10	7,56	36,05	10,52	30,87	9,18	41,16

¹ Mistura contendo as nove espécies.

redução nos teores de K nos tecidos de plantas de mandioca (Ezeta & Carvalho 1982b e Howeler et al. 1982a), Algodão (Siqueira et al. 1986) e Soja (Siqueira & Paula 1986) e estas reduções têm sido atribuídas ao efeito da diluição deste nutriente nos tecidos da planta (Jarrel & Beverly 1981).

Os maiores teores de Ca foram observados em plantas colonizadas com *G. gigantea* isolados de mandioca e *A. appendicula*. Plantas colonizadas com *G. clarum* e *E. colombiana* e mistura de fungos apresentaram redução nos teores de Ca na parte aérea de plantas de mandioca em relação às plantas não colonizadas. Resultados semelhantes foram observados por Kato (1987), em plantas de mandioca inoculadas com *G. clarum* ou *E. colombiana*. Chan et al. (1982), inoculando mandioca com duas espécies de Gigaspora, também encontraram redução nos teores de Ca nos tecidos da planta e atribuíram essa redução ao possível efeito antagônico do Ca em relação ao K e Mg, visto que as plantas apresentaram alta absorção destes elementos.

A análise de correlação mostrou que, com aumento da colonização radicular por fungos micorrízicos houve um aumento nos teores de P nos tecidos da parte aérea ($r = 0,56^{**}$) de plantas de mandioca, e estes aumentos nos teores de P apresentaram correlação linear positiva com a acumulação de matéria seca de raízes ($r = 0,69^{**}$) e parte aérea ($r = 0,44^{**}$).

CONCLUSÕES

1. As espécies de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares apresentaram respostas diferenciadas na colonização radicular em plantas de mandioca.

2. A inoculação da mandioca com *G. clarum*, *E. colombiana* e mistura de fungos resultou em maiores taxas de colonização micorrízica e produção de matéria seca pelas plantas.

3. A inoculação da mandioca com *A. appendicula*, *G. clarum*, *E. colombiana* e mistura de fungos resultou em maiores teores de P nos tecidos da parte aérea das plantas.

REFERÊNCIAS

- ALMENDRAS, A.S.; DELA CRUZ, R.E.; MANGUIA, I.J. Effect of soil type, fertilization and mycorrhizal inoculation on NPK uptake of cassava. *Ann. Trop. Res.*, Philippines, 4(2):118-26, 1982.
- CARVALHO, P.C.L. de. Estudos sobre a afinidade entre fungos vesículo arbusculares e mandioca, cultivar Cigana Preta. *R. bras. Mandioca*, Cruz das Almas, 3(2):83-9, 1984.
- CARVALHO, P.C.L. de; EZETA, F.N.; CALDAS, R.C.; RODRIGUES, E.M. Contribuição da endomicorriza para absorção de nutrientes e crescimento da mandioca (*Manihot esculenta*; Crantz). *R. bras. Mandioca*, Cruz das Almas, 1(1):55-60, 1982.
- CHAN, S.K.; TAL, L.M.; ABAS, A.G. Study of cassava response to phosphorus with and without mycorrhizal inoculation. In: PUSHPA-RAJAH, E. & SHARIFUDDIN, M.A. eds. **Phosphorus and potassium in the tropics**. Kuala Lumpur, Malaysian Society of Soil Science, 1982. p.383-93.
- COCK, J.H. Components of a new technology. In: ————. **Cassava; new potential for a neglected crop**. Boulder, International Agricultural Development Service, 1985. p.72-114.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura**. 1983. Cruz das Almas, 1984. 191p.
- EZETA, F.N. & CARVALHO, P.C.L. de. Eficiência de duas espécies nativas de fungos vesículo-arbusculares sobre a nutrição e crescimento da mandioca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 2. Vitória, 1981. **Anais...** Cruz das Almas, EMBRAPA-CNPMP/SBM, 1982a. v.1, p.54-61 (CNPMP. Documentos, 6/82).
- EZETA, F.N. & CARVALHO, P.C.L. de. Influência da endomicorriza na absorção de P e K e no crescimento da mandioca. *R. bras. Ci. Solo*, Campinas, 6(1):25-8, jan./abr. 1982b.
- GIOVANNETTI, M. & MOSSE, B. An evaluation of technique measuring vesicular-arbuscular

- mycorrhizal infection in roots. **New Phytol.**, London, **84**:489-500, 1980.
- HOWELER, R.H. Asociaciones con micorrizas: importantes para la yuca cultivada en suelos com bajo nivel de P. **YUCA: B. Inf.**, Cali. (11):10-11, Ago. 1982.
- HOWELER, R.H. **Nutrición mineral y fertilización de la yuca.** Cali, CIAT, 1981. 55p.
- HOWELER, R.H. & SIEVERDING, E. Potentials and limitations of mycorrhizal inoculations illustrated by experiments with field grown cassava. **Plant Soil**, Netherlands, **75**(2): 245-61, 1983.
- HOWELER, R.H.; CADAVID, L.P.; BURCKHARDT, E. Response of cassava to VA mycorrhizal inoculation and phosphorus application in greenhouse and field experiments. **Plant Soil**, Netherlands, **69**:327-39, 1982a.
- HOWELER, R.H.; ASHER, C.J.; EDWARDS, D.G. Establishment of an effective endomycorrhizal association on cassava in flowing solution culture and its effects on phosphorus nutrition. **New Phytol.**, London, **90**(2): 229-38, 1982b.
- HUNTER, H.A. **Laboratory analysis of vegetal tissues samples.** Raleigh, International Soil Fertility Evaluation and Improvement Program - M.C.S.V., 1975. 5p. mimeografado.
- JARREL, W.M. & BEVERLY, R.B. The dilution effect in plant nutrition studies. **Adv. Agron.**, New York, **34**:197-224, 1981.
- KANG, T.; ISLAN, R.; SANDERS, F.E.; AYANABA, A. Effect, of phosphate fertilization and inoculation with VA - mycorrhizal fungi on performance of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) grown an alfissol. **Fld. Crops Res.**, Amsterdã, **3**(1):83-94, 1980.
- KATO, O.R. **Efeito de micorriza vesicular-arbuscular no crescimento e nutrição da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) em solo adubado com doses crescentes de superfosfato triplo.** Lavras, ESAL, 1987. 177p. Tese Mestrado.
- LOPES, E.S. & FERNANDES, F.A. Endomicorizas-Produção de inóculos e inoculação. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1, Lavras, 1985. **Anais...** Lavras, ESAL, 1986. p.125-37.
- LOPES, E.S.; OLIVEIRA, E.; DIAS, R.; SCHENCK, N.C. Occurrence and distribution of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in coffee (*Coffea arabica* L.) plantations in Central São Paulo state, Brasil. **Turrialba**, **33**(4):417-22, 1983.
- PHILLIPS, J.M. & HAYMAN, A.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for assessment of infection. **Trans. Brit. Mycol. Soc.**, Great Britain, **55**(1):158-61, Ago., 1970.
- POTTY, V.P. Cassava as an alternate host for multiplication of VAM fungi. **Plant Soil**, Netherlands, **88**(1):135-2, 1985.
- POWELL, C.L. Potassium uptake by endotrophic mycorrhizas. In: SANDERS, E.E.; MOSSE, B.; TINKER, P.B. **Endomicorizas.** London, Academic Press, 1974. p.461-68.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas.** Piracicaba, ESALQ, 1974. 56p.
- SIEVERDING, E. & HOWELER, R.H. Influence of species of VA mycorrhizal fungi on cassava yield response to phosphorus fertilization. **Plant Soil**, **88**(2):213-21, 1985.
- SIQUEIRA, J.O. & PAULA, M.A. Efeito de micorrizas vesículo-arbusculares na nutrição e aproveitamento de fósforo pela soja em solo sob cerrado. **R. bras. Ci. Solo**, Campinas, **10**(2):97-102, 1986.
- SIQUEIRA, J.O.; COLOZZI-FILHO, A.; FARIA, F.H.S.; OLIVEIRA, E. Efetividade simbiótica de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares para o algodoeiro. **R. bras. Ci. Solo**, Campinas, **10**(3):213-18, 1986.
- TINKER, P.B. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza on plant nutrition and plant growth. **Physiol. Veget.**, **16**(4):743-51, 1978.
- YOST, R.S. & FOX, R.L. Contribution of mycorrhizas to P nutrition of crops growing on an oxisol. **Agron. J.**, Madison, **71**:903-8, nov./dec. 1979.