

# INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO DE FORMAÇÃO E DA MICORRIZA NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE CAFEIEIRO TRANSPLANTADAS<sup>1</sup>

JOSÉ OSWALDO SIQUEIRA<sup>2</sup>, ORIVALDO JOSÉ SAGGIN-JÚNIOR<sup>3</sup>,  
ARNALDO COLOZZI-FILHO<sup>4</sup> e ELIZABETH DE OLIVEIRA<sup>5</sup>

RESUMO - Mudanças de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) formadas em solo e em substrato convencional (Conv.) foram submetidas a diversos tratamentos de inoculação com fungos micorrizicos arbusculares (FMAs), por ocasião da repicagem, e transplantadas para vasos com 7 kg de mistura de solo e vermiculita infestada ou não com propágulos de FMAs (2 esporos/ml). Mudanças sem inóculo (Si) formadas em solo e transplantadas para substrato não infestado apresentaram crescimento muito reduzido e baixos teores de P nos tecidos, comparadas àquelas transplantadas para substrato infestado. Esses efeitos foram menores em mudas formadas em substrato Conv. e mudas pré-colonizadas com FMAs. No entanto, quando as mudas Si foram transplantadas para substrato infestado, estas tornaram-se colonizadas e beneficiaram-se da micorrização, especialmente aquelas do substrato Conv., que aos 120 dias do transplante igualaram-se às pré-colonizadas. Mudanças pré-colonizadas apresentaram crescimento rápido, independentemente da condição micorrizica do substrato. As mudas Si transplantadas para substrato infestado apresentaram respostas de crescimento, após transplante, de 193% e 131%, quando formadas em solo e substrato Conv., respectivamente. A importância da qualidade do substrato de formação, da condição micorrizica da muda e do substrato pós-plantio, para crescimento e nutrição de mudas transplantadas, é discutida neste trabalho.

Termos para indexação: micorrizas arbusculares, inoculantes, simbiose, *Coffea arabica*, viveiros.

## THE INFLUENCE OF NURSERY SUBSTRATE AND MYCORRHIZA ON GROWTH OF TRANSPLANTED COFFEE TREE SEEDLINGS

ABSTRACT - Non-inoculated (Si) and inoculated coffee tree (*Coffea arabica* L.) seedlings, raised in soil and in conventional nursery substrate, were transplanted to a soil-vermiculite mix infested and non-infested with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF). Si seedlings raised in soil and transplanted to non-infested soil mix exhibited stunted growth and low tissue P concentration when compared to seedlings transplanted to infested substrate. These effects were reduced in seedlings raised in the conventional nursery substrate and in the pre-colonized ones. However, when Si seedlings were transplanted into AMF-infested soil mix, they became mycorrhizal and benefited from the association, especially seedlings from conventional substrate, which after 120 days of transplant grew as well as the pre-colonized ones. Growth responses were 193% and 131% for seedlings raised on soil and on conventional nursery substrate, respectively. Such effects did not occur in seedlings pre-colonized by AMF. The importance of soil-mix quality, seedling mycorrhizal status and conditions of the post-transplanting soil on growth and nutrition of coffee plants is discussed.

Index terms: arbuscular mycorrhizae, fungal inoculants, outplants symbiosis, *Coffea arabica*, nursery.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 4 de outubro de 1995.

Trabalho financiado pela FAPEMIG/EPAMIG e CNPq.

<sup>2</sup> Eng. Agr., Ph.D., Prof. Tit., Dep. de Ciência do Solo, Univ. Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras, MG. Bolsista do CNPq.

<sup>3</sup> Eng. Agr., EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, Caixa Postal 23, CEP 56300-000 Petrolina, PE.

<sup>4</sup> Eng. Agr., M.Sc., IAPAR, Caixa Postal 1331, CEP 86001-970 Londrina, PR.

<sup>5</sup> Bióloga, Dr.<sup>a</sup>, EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), Caixa Postal 151, CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG.

## INTRODUÇÃO

Os fungos que formam as micorrizas arbusculares (FMAs), como espécies do gênero *Acaulospora* e *Glomus*, são de ocorrência generalizada em cafeeiros adultos (Lopes et al., 1983a; Siqueira et al., 1986; Fernandes & Siqueira, 1989; Oliveira et al., 1990) e exercem grande influência na nutrição e no crescimento inicial das mudas (Lopes et al., 1983b;

Colozzi-Filho & Siqueira, 1986; Souza et al., 1989). Como tem sido demonstrado em diversas espécies vegetais arbóreas e arbustivas (Schenck & Tucker, 1974; Kormanik et al., 1977; Menge et al., 1978; Cuenca et al., 1990), a pré-colonização de mudas de cafeeiro com fungos FMAs resulta em inúmeros benefícios para sua formação, mas pouco é conhecido sobre os efeitos da micorrização no comportamento das mudas após o transplante.

Diversos fatores como a fertilidade e a infectividade do solo ou do substrato influenciam o estabelecimento, o funcionamento e os benefícios da simbiose micorrízica para as plantas. Mosse (1977) sugere que a infectividade do solo é mais importante que a fertilidade na resposta da planta à micorrização. Contudo, o estudo de Menge et al. (1981), com citros, e de Siqueira & Colozzi-Filho (1986), com mudas de cafeeiro, apontam a importância da disponibilidade de nutrientes do substrato, especialmente de fósforo, na micorrização e resposta à inoculação. Mudas formadas em substratos fumigados ou com baixa densidade de propágulos de FMAs e com elevada fertilidade podem apresentar vigor vegetativo decorrente de adubações pesadas, mas apresentam baixa incidência de FMAs (Lopes et al., 1986; Siqueira et al., 1987). Considerando-se as vantagens da micorrização no desenvolvimento de mudas no viveiro e na sobrevivência e tolerância aos estresses do transplante (Menge, 1983), o estado micorrízico das mudas pode exercer grande influência no seu comportamento, especialmente quando estas são transplantadas para solos pouco infectivos ou totalmente isentos de propágulos de FMAs. No presente estudo avaliou-se a importância do tipo de substrato de formação e da inoculação com fungos MAs, durante a repicagem (formação), no crescimento de mudas de cafeeiro transplantadas para uma mistura de solo e vermiculita infestada ou não com propágulos de FMAs.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais, utilizando-se mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cultivar Mundo Novo LCP 379/19, com ou sem inóculo de diversos FMAs.

## Formação das mudas e inoculação

Sementes de cafeeiro desinfestadas com hipoclorito de sódio 1% por cinco minutos foram pré-germinadas em vermiculita autoclavada e, quando as plântulas apresentavam um par de folhas cotiledonares (estádio de orelha-de-onça), foram repicadas para sacos de polietileno preto (11 x 23 cm) com apenas solo ou substrato convencional, formado pela mistura de solo e esterco de curral (3:1) e fertilizantes, cuja análise química encontra-se na Tabela 1. Por ocasião da repicagem, as plântulas receberam inóculo sobre as raízes de uma suspensão de esporos de espécies puras e misturas de isolados de fungos indígenas (Tabela 2), de modo a fornecer aproximadamente 100 esporos por planta. A suspensão de esporos foi obtida por peneiramento via úmida (Gerdemann & Nicolson, 1963) de vasos de cultivo com *Brachiaria decumbens* Stapf, centrifugada a 2.000 rpm em água por três minutos e em sacarose 1M por dois minutos. As mudas foram mantidas em casa de vegetação e, aos quatro meses da repicagem e inoculação, amostras compostas por dez mudas de cada tratamento foram avaliadas (Tabela 2).

## Transplante, substrato e reinfestação com fungos MAs

Mudas dos seis tratamentos de formação (Tabela 2), no total de 36 plantas, foram transplantadas para vasos com 7 kg de substrato infestado ou não com fungos MAs. O substrato foi composto de uma mistura de solo + vermiculita Rendmax na proporção 5:1 (v/v), desinfestado com Bromex (brometo de metila 98% + cloropicrina 2%) na base de 263 cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de substrato. A análise química parcial de uma amostra composta deste substrato encontra-se na Tabela 1. Antes do transplante, metade do volume do substrato foi reinfestado com uma mistura de inóculo de solo, na base de 70 ml/kg de substrato. Este inóculo foi também obtido de vasos de cultivo com *B. decumbens* e apresentou 30 esporos/ml, com uma mistura das seguintes espécies: *Acaulospora scrobiculata*, *Glomus intraradices*, *Glomus clarum*, *Glomus macrocarpum*, *Glomus etunicatum*, *Gigaspora margarita* e *Scutellospora heterogama*. Após a completa homogeneização do inóculo com o substrato, o mesmo apresentou uma densidade média de dois esporos/ml de substrato.

O experimento constou de seis tratamentos de formação das mudas (Tabela 2) e substrato infestado e não infestado com fungos MAs, dispostos em esquema fatorial 6x2 com três repetições.

**TABELA 1. Características dos substratos utilizados na formação das mudas e no crescimento pós-transplante em vasos.**

Características	Substrato das mudas		Substrato dos vasos
	Apenas solo	Convencional	
pH (água)	6,0	5,5	5,9
P (ppm)	4	43	8
K (ppm)	97	156	71
Ca (meq/100 cm <sup>3</sup> )	2,5	6,4	4,9
Mg (meq/100 cm <sup>3</sup> )	1,0	2,1	3,7
Al (meq/100 cm <sup>3</sup> )	0,1	0,1	0,1
Composição	Latossolo Roxo	Mistura <sup>1</sup>	Solo+vermiculita
Fumigação	Sim	Sim	Sim <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mistura de Latossolo-Roxo e esterco de curral na proporção 3:1 adubado com superfosfato simples (5 kg/m<sup>3</sup>) e KCl (0,5 kg/m<sup>3</sup>).

<sup>2</sup> Parte foi reinfestada com propágulos de FMAs.

**TABELA 2. Tratamentos de inoculação e características das mudas utilizadas no transplante para vasos com substrato infestado ou não com fungos micorrízico-arbusculares.**

Ident. <sup>1</sup>	Tratamentos		Mat. seca		Alt. planta	Coloni-nização	Teores de nutrientes			
	Esp. fúngicas <sup>2</sup>	Substrato <sup>3</sup>	P. aérea	Raízes			N	P	Cu	Mn
			-----(g/pl.)-----		(cm)	(%)	-----(%)------		-----(ppm)-----	
Si	Sem inoculação	Solo	0,37	0,11	8	-	3,33	0,04	12	51
CM	Cla, Mar	Solo	1,00	0,32	19	33	1,90	0,22	15	28
mFI	Mistura de FIs	Solo	1,10	0,26	18	23	1,94	0,17	13	37
Conv.-Si	Sem inoculação	Convencional	1,02	0,17	15	-	3,32	0,10	7	253
Conv.-CM	Cla, Mar	Convencional	1,47	0,32	22	40	1,99	0,24	12	100
Conv.-mFI	Mistura de FIs	Convencional	1,35	0,32	20	20	2,47	0,18	13	106

<sup>1</sup> Identificação dos tratamentos.

<sup>2</sup> Cla = *Glomus clarum*; Mar = *Gigaspora margarita*; FIs = Fungos indígenas.

<sup>3</sup> Conforme Tabela 1.

## Condução e avaliação do experimento

Após o transplante, as plantas foram mantidas em casa de vegetação e a umidade do substrato foi mantida em 60-70% do volume total de poros (VTP), através de pesagens e irrigações periódicas. As plantas foram fertilizadas aos 60 dias com solução de Hoagland 50% sem P, aplicando-se 20 ml por planta.

Foram realizadas medições de altura de planta aos 30, 60, 90 e 120 dias do plantio, as quais foram empregadas no cálculo da taxa de crescimento diário. Ao término do experimento, 120 dias após o transplante, as plantas foram colhidas para determinação da produção de massa. A parte aérea foi secada, moída em moinho tipo Wiley e utilizada na obtenção de extratos para análises dos teores de nutrientes através de digestão sulfúrica com sais e catalisadores (N), digestão nítrico-perclórica (P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe e Mn) e digestão via seca (B) (Hunter, 1975). O teor de N foi determinado pelo método Kjeldahl modificado, os de P e B, por colorimetria do azul de molibdênio e curcumina, respectivamente, o de K, por fotometria de chama, e os de Ca, Mg, Cu, Zn, Fe e Mn, por espectrofotometria de absorção atômica conforme Sarruge & Haag (1974).

Em amostras de 1 g de raízes finas, clarificadas e coloridas conforme Kormanik & McGraw (1982), avaliou-se a colonização micorrízica (Giovannetti & Mosse, 1980). Amostras do substrato foram também retiradas para extração (Gerdemann & Nicolson, 1963) e contagem do número de esporos e identificação das espécies.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e aos testes de médias por intermédio do programa SANEST.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As mudas Si formadas em solo, por falta da micorrização e pela baixa fertilidade do solo, apresentaram crescimento muito reduzido durante a formação (Tabela 2) e também após transplantadas para substrato não infestado (Tabela 3). Aquelas transplantadas para substrato infestado tornaram-se colonizadas e apresentaram ganho de crescimento a partir de 60 dias após o transplante (Fig. 1), corroborando os dados obtidos por Saggin-Júnior et al. (1992). As mudas Si formadas no substrato Conv. apresentaram maior crescimento que as Si formadas no solo e também responderam à infestação do substrato, indicando que o substrato convencional de produção de mudas de cafeeiro na região, com 43 ppm de P no caso deste experimento, não é depressivo para a micorrização.

Os efeitos da pré-colonização foram observados, tanto no substrato infestado quanto no não infestado, quando plantas Si são comparadas com aquelas que receberam inóculo (CM e mFI). No entanto, não foram verificadas diferenças entre os tratamentos de pré-colonização (Tabela 3).

Os efeitos da infestação do substrato foram observados, sobretudo, nos tratamentos Si. Ao final do experimento, não foi verificado nenhum efeito da infestação do substrato, nas plantas pré-colonizadas, as quais não diferiram entre si dentro do tratamento de infestação. Entretanto, as plantas do tratamento Conv.-Si cresceram mais no substrato infestado do que no não infestado. Respostas semelhantes foram observadas quanto ao diâmetro de caule (Tabela 3), que se mostrou mais sensível aos tratamentos de infestação, que a altura de planta.

Os tratamentos de pré-colonização e infestação do substrato exerceram efeitos diferenciados na taxa de crescimento das mudas após o transplante (Fig. 1). As mudas Si no substrato não infestado praticamente não cresceram, ao contrário daquelas transplantadas para substrato infestado, as quais apresentaram taxa de crescimento positiva e contínua após o transplante. Estes efeitos foram mais acentuados nas mudas formadas em solo do que naquelas formadas no substrato Conv. Já as plantas pré-colonizadas, como aquelas com CM ou mFI, apresentaram taxas de crescimento bastante elevadas, sendo muito pouco influenciadas pela infestação do substrato. O efeito positivo acentuado da infestação nas mudas Si e o efeito pequeno nas mudas pré-colonizadas indicam a eficácia da pré-colonização e a importância da presença dos fungos micorrízicos no substrato de transplante para mudas sem micorrização, e evidenciam também influência da fertilidade do substrato nos efeitos dos FMAs, como já documentado em outros estudos (Siqueira & Colozzi-Filho, 1986; Saggin-Júnior et al., 1994).

Os efeitos dos tratamentos de formação são evidentes na produção de biomassa das plantas (Tabela 3), comparadas com as pré-colonizadas, confirmando os resultados do crescimento em altura. Não houve diferenças na infestação do substrato nas plantas pré-colonizadas. A massa de raízes foi menor ( $P \leq 0,05$ ) na maioria das plantas pré-colonizadas transplantadas para substrato infestado do que no substrato sem infestação (dados não apresentados).

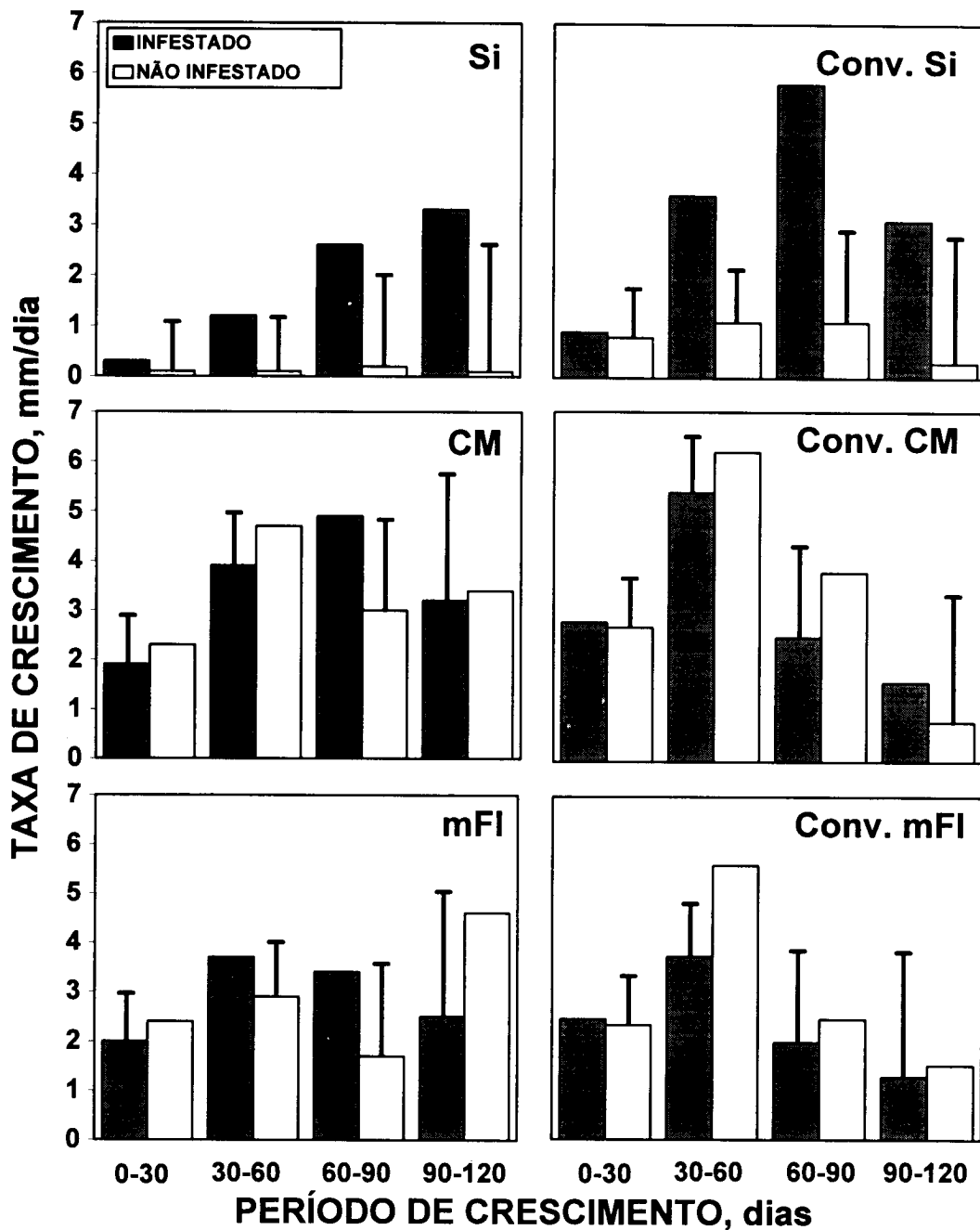


FIG. 1. Taxa de crescimento de mudas de cafeeiro submetidas a diferentes tratamentos durante a formação (Si = sem inóculo; CM = com inóculo de *Glomus clarum* + *Gigaspora margarita*; mFI = mistura de fungos indígenas em solo; e Conv. = substrato convencional), transplantadas para substrato infestado e não infestado com propágulos de fungos micorrízico-arbusculares. Barras verticais correspondem a DMS de Tukey a 5%.

**TABELA 3. Parâmetros de crescimento, colonização micorrízica e densidade de esporos em plantas de cafeeiros submetidas a tratamentos de formação e transplantadas para substrato com e sem infestação (Inf).<sup>1</sup>**

Tratamento de formação	Altura da planta		Diâmetro do caule		Matéria fresca da parte aérea		Colonização micorrízica		Densidade de esporos	
	Inf.	Não Inf.	Inf.	Não Inf.	Inf.	Não Inf.	Inf.	Não Inf.	Inf.	Não Inf.
	----- (cm) -----		----- (mm) -----		---- (g/planta) ----		----- (%) -----		----- (n°/30ml) -----	
Si	30,2bA	10,3bB	3,4bA	2,1cB	26,4bA	13,1bA	11abA	2cA	121aA	30abB
CM	61,8aA	52,8aA	6,3aA	6,4aA	64,6aA	59,5aA	39aA	26abA	119aA	8bB
mFI	53,0aA	54,3aA	6,1aA	6,6aA	55,3aA	54,7aA	21abA	10abcA	119aA	23abB
Conv.-Si	56,7aA	24,5bB	5,9aA	3,8bB	64,9aA	27,6bB	8bA	0cA	95aA	30abB
Conv.-CM	57,4aA	64,7aA	7,0aA	7,9aA	74,9aA	74,7aA	30abA	35aA	74aA	10abB
Conv.-mFI	53,7aA	62,5aA	6,0aB	7,9aA	59,7aA	65,6aA	33abA	4bcB	75aA	49aA

<sup>1</sup> As médias seguidas pela mesma letra (minúscula na coluna e maiúscula na linha) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Este efeito foi também verificado no diâmetro do caule em diversos tratamentos e reflete a natureza parasítica destes fungos, quando em condições supra-ótimas, no crescimento do cafeeiro (Siqueira & Colozzi-Filho, 1986). Isto parece resultar do dreno de fotoassimilados pelo fungo, que em condições adequadas de nutrição da planta não manifesta seus benefícios nutricionais.

A colonização micorrízica, que era em média de 29% nas mudas originais (Tabela 2), sofreu aos 120 dias após o transplante pequenas alterações no substrato infestado (média 24%), e foi reduzida para em torno de 13%, nas plantas do substrato não infestado (Tabela 3). As diferenças na colonização entre os tratamentos nas mudas antes do transplantio não foram verificadas após crescimento no substrato infestado. As mudas Si transplantadas para solo infestado apresentaram elevada colonização, fato já constatado no cafeeiro (Saggin-Júnior et al., 1992).

No substrato não infestado, a colonização das mudas pré-colonizadas foi muito baixa e não diferiu entre os tratamentos. Apenas as plantas CM apresentaram colonização elevada. Algumas mudas Si apresentaram pequena colonização no solo não infestado, indicando possíveis contaminações, as quais não foram suficientes para estimular o crescimento. A baixa colonização no substrato não infestado indica a reduzida adaptabilidade dos fungos utilizados na pré-colonização ao substrato do transplantio. Este fato precisa ser considerado na seleção de fungos para inoculação comercial. A densidade de esporos após o crescimento das plantas

também foi maior no substrato infestado (Tabela 3), no qual predominaram esporos de *Acaulospora scrobiculata* em todos os tratamentos. No substrato não infestado, *A. scrobiculata* só predominou nas mudas pré-colonizadas por fungos indígenas, e *Gigaspora margarita*, nos tratamentos CM.

Os teores foliares de N nas mudas transplantadas foram maiores nas mudas em solo infestado, com exceção do tratamento Conv.-Si (Tabela 4). Os teores de P não diferiram entre as plantas micorrizadas e foram maiores nas mudas pré-colonizadas que nas Si transplantadas para substrato sem infestação. Plantas sem inoculação apresentaram teor muito baixo de P, que foi aumentado em 800% e 50% nas plantas Si e Conv.-Si, respectivamente, quando estas se tornaram micorrizadas após transplantadas para o substrato infestado. Isto evidencia o elevado caráter micotrófico desta espécie vegetal. Os teores de outros nutrientes nas mudas transplantadas foram também influenciados pelos tratamentos (Tabela 4). O K foi inferior nas mudas Si em relação às demais no substrato não infestado, porém não diferiu nas mudas transplantadas para substrato infestado. Respostas semelhantes foram encontradas com os teores de Ca, Mg e S (dados não apresentados). Os teores de Zn foram favorecidos pela infestação do substrato nas plantas Si, enquanto os de Mn foram menores nas plantas em substrato infestado que naquelas transplantadas para substrato não infestado. Estes efeitos já foram constatados no cafeeiro (Siqueira & Colozzi-Filho, 1986).

**TABELA 4. Teores foliares de nutrientes em mudas de cafeeiro após 120 dias de crescimento em substrato infestado (Inf.) e não infestado (Não Inf.) com propágulos de fungos micorrízicos.<sup>1</sup>**

Tratamentos	N		P		K		Zn		Mn	
	Inf.	Não Inf.	Inf.	Não Inf.	Inf.	Não Inf.	Inf.	Não Inf.	Inf.	Não Inf.
	----- (%) -----						----- (ppm) -----			
Si	3,72abA	3,38aB	0,18aA	0,02bB	2,60aA	1,44bB	22aA	16aB	35aA	57bA
CM	3,43abcA	2,60bB	0,16aA	0,14aA	2,47aA	2,48aA	18abA	13aB	21aA	28bA
mFI	3,79aA	2,63bB	0,15aA	0,15aA	2,44aA	2,42aA	14bA	15aA	20aA	29bA
Conv.-Si	3,49abcA	3,76aA	0,15aA	0,10aB	2,28aA	2,44aA	16bA	15aA	55aB	162aA
Conv.-CM	3,17cA	2,20bB	0,13aA	0,14aA	2,45aA	2,60aA	12bA	15aA	43aA	53bA
Conv.-mFI	3,29bcA	2,25bB	0,15aA	0,15aA	2,65aA	2,60aA	13bA	14aA	59aA	58bA

<sup>1</sup> As médias seguidas pela mesma letra (minúscula na coluna e maiúscula na linha) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A inoculação nas mudas em substrato convencional não resultou em efeitos depressivos para a colonização, mas diminuiu muito seus benefícios no crescimento das mudas. Isto é decorrente de maior disponibilidade de P, que promoveu o crescimento das mudas Si (Lopes et al., 1983b e 1983c; Colozzi-Filho & Siqueira, 1986). O fato de as mudas Si apresentarem crescimento reduzido, após o transplante para substrato não infestado, evidencia a importância da micorrização das mudas durante a formação. A elevação da fertilidade do substrato pode compensar, pelo menos parcialmente, a ausência de micorriza (Saggin-Júnior et al., 1994), tal como ocorre com mudas de outras espécies arbóreas com elevada dependência micorrízica (Menge et al., 1978). Entretanto, esta condição pode reduzir a tolerância das mudas aos estresses do transplante. Por outro lado, as mudas de cafeeiro apresentaram elevada capacidade de tornarem-se micorrizadas e de responderem à micorrização, quando em substrato de baixa fertilidade. O teor de P no substrato Conv. encontrava-se abaixo daquele requerido para inibir a colonização e o crescimento micotrófico (absorção de P via hifa do fungo) das mudas, considerado ser em torno de 100 ppm (Mehlich I) (Siqueira & Colozzi-Filho, 1986). Siqueira (1990) sugere que existe uma relação direta entre o grau de dependência micorrízica e o teor de P no solo, acima do qual o

crescimento micotrófico deixa de existir; e como o cafeeiro apresenta elevada dependência, esse teor de P é também bastante elevado, como relatado aqui.

Verifica-se que a condição micorrízica das mudas e as condições biológicas do substrato ou do solo pós-transplante, e não simplesmente sua fertilidade, são fatores determinantes do crescimento inicial de mudas de cafeeiro transplantadas. Diante da importância dos FMAs para a produtividade do cafeeiro em solos de baixa fertilidade (Siqueira et al., 1993), a condição micorrízica do substrato de formação ou da cova de plantio é fator de grande importância para a cafeicultura. Mudas formadas em substratos desinfestados, desprovidos de propágulos viáveis de FMAs, quando plantadas em solos de baixa fertilidade e infectividade micorrízica, apresentarão elevada deficiência nutricional e crescimento reduzido, a menos que recebam pesadas adubações. O conhecimento prévio do estado micorrízico das mudas e do solo destinado ao plantio poderá auxiliar nas estratégias a serem adotadas na implantação da lavoura cafeeira.

## CONCLUSÕES

1. O crescimento de mudas de cafeeiro transplantadas é influenciado pelo tipo de substrato de formação, pela condição micorrízica das mudas e pela presença de propágulos de FMAs no substrato.

2. O desenvolvimento de micorrizas nas mudas durante a formação e após o transplante não foi inibido em substrato convencional com 43 ppm de P (Mehlich I).

3. As mudas sem inóculo durante a repicagem desenvolveram-se melhor no substrato convencional do que no solo; e, quando transplantadas para outro substrato, apresentaram nutrição melhorada e crescimento mais rápido quando o mesmo era infestado com propágulos de FMAs.

4. A condição micorrízica do substrato pós-transplante não influenciou o crescimento das mudas pré-colonizadas com FMAs.

## REFERÊNCIAS

- COLOZZI-FILHO, A.; SIQUEIRA, J.O. Micorrizas vesículo-arbusculares em mudas de cafeeiro. I. Efeitos de *Gigaspora margarita* e adubação fosfatada no crescimento e nutrição. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.10, p.199-205, 1986.
- CUENCA, G.; HERRERA, R.; MENESES, E. Effect of VA mycorrhiza on the growth of cacao seedlings under nursery conditions in Venezuela. **Plant and Soil**, v.126, p.71-78, 1990.
- FERNANDES, A.B.; SIQUEIRA, J.O. Micorrizas vesicular-arbuscular em cafeeiros da região Sul do Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, p.1489-1498, 1989.
- GERDEMANN, J.W.; NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transactions British of the Mycological Society**, v.46, p.235-244, 1963.
- GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques to measure vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, v.84, p.489-500, 1980.
- HUNTER, A.H. **Laboratory analysis of vegetal tissues samples**. Int. Soil Fert. Evaluation and Improvement Program. Raleigh: North Carolina State University, 1975. 5p.
- KORMANIK, P.P.; BRYAN, W.C.; SCHULTZ, R.C. Endomycorrhizal inoculation during transplanting improves growth of vegetatively propagated yellow poplar. **Plant Propagator**, v.23, p.4-5, 1977.
- KORMANIK, P.P.; MCGRAW, A.C. Quantification of vesicular-arbuscular mycorrhizal in plant roots. In: SCHENCK, N.C. (Ed.). **Methods and principles of mycorrhizal research**. St. Paul: APS, 1982. p.37-46.
- LOPES, E.S.; DIAS, R.; COSTA, A.M. Problemas no desenvolvimento e na colonização micorrízica natural de mudas de café em viveiro. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1., Lavras, 1986. **Anais...** Lavras: FAEPE, 1986. p.156.
- 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, Brazil. **Turrialba**, v.33, p.417-422, 1983a.
- LOPES, E.S.; OLIVEIRA, E.; NEPTUNE, A.M.L.; MORAES, F.R.P. Efeito da inoculação do cafeeiro com diferentes espécies de fungos micorrízicos vesicular-arbuscular. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.2, p.137-141, 1983c.
- LOPES, E.S.; TOLEDO, S.V.; WUTKE, A.C.P.; CERVellini, G.S.; HIROCE, R.; DIAS, R. Efeitos do fungo micorrízico *Gigaspora margarita* no desenvolvimento de mudas de cafeeiro cv. Mundo Novo em condições de campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10., Poços de Caldas, 1983. **Anais...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1983b. p.122-123.
- MENGE, J.A. Utilization of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in agriculture. **Canadian Journal of Botany**, v.61, p.1015-1024, 1983.
- MENGE, J.A.; LABANAUSKAS, C.K.; JOHNSON, E.L.V.; PLATT, R.G. Partial substitution on mycorrhizal fungi for phosphorus fertilization in the greenhouse culture of citrus. **Soil Science Society of America Journal**, v.42, p.926-930, 1978.
- MENGE, J.A.; JARRELL, W.M.; LABANAUSKAS, C.K.; OJALA, J.C.; HUSZAR, C.; JOHNSON, E.L.V.; SIBERT, D. Predicting mycorrhizal dependency of Troyer citrange on *Glomus fasciculatus* in California Citrus soils and nursery mixes. **Soil Science America Journal**, v.46, p.762-768, 1981.
- MOSSE, B. Plant growth response to vesicular arbuscular mycorrhiza. X. Responses of stylosanthes and maize to inoculation in unsterile soils. **New Phytologist**, v.78, p.277-388, 1977.



- OLIVEIRA, E.; SIQUEIRA, J.O.; LIMA, R.D.; COLOZZI-FILHO, A.; SOUZA, P. Ocorrência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em cafeeiros das regiões do Alto Paranaíba e Triângulo no Estado de Minas Gerais. **Hoehnea**, v.17, p.117-125, 1990.
- SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; SIQUEIRA, J.O.; COLOZZI-FILHO, A.; OLIVEIRA, E. A infestação do solo com fungos micorrízicos no crescimento pós-transplante de mudas de cafeeiro não micorrizadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.16, p.39-46, 1992.
- SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; SIQUEIRA, J.O.; GUIMARÃES, P.T.G.; OLIVEIRA, E. Interação fungos micorrízicos versus superfosfato e sem efeitos no crescimento e teores de nutrientes no cafeeiro em solo não fumigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.18, p.27-36, 1994.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESAL-USP, 1974. 56p.
- SCHENCK, N.C.; TUCKER, D.P.H. Endomycorrhizal fungi and the development of citrus seedlings in Florida fumigated soils. **Journal of American Society Horticultural Science**, v.99, p.284-287, 1974.
- SIQUEIRA, J.O. Eficiência de fertilizantes fosfatados em associações micorrízicas. In: ENCONTRO NACIONAL DA ROCHA FOSFATADA, 4., São Paulo: IBRAFOS, 1990. p.165-193.
- SIQUEIRA, J.O.; COLOZZI-FILHO, A. Micorrizas vesículo-arbusculares em mudas de cafeeiro. II. Efeito do fósforo no estabelecimento e funcionamento da simbiose. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.10, p.207-211, 1986.
- SIQUEIRA, J.O.; COLOZZI-FILHO, A.; OLIVEIRA, E.; FERNANDES, A.B.; FLORENCE, M.L. Micorrizas vesicular-arbusculares em mudas de cafeeiro produzidas no sul do Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, p.31-38, 1987.
- SIQUEIRA, J.O.; COLOZZI-FILHO, A.; SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; GUIMARÃES, P.T.G.; OLIVEIRA, E. Crescimento de mudas e produção do cafeeiro sob influência da inoculação com fungos micorrízicos e aplicação de superfosfato. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.17, p.53-60, 1993.
- SIQUEIRA, J.O.; FERNANDES, A.B.; COLOZZI-FILHO, A.; OLIVEIRA, E. Influência de cultivar e adubação fosfatada de plantio sobre a ocorrência de micorrizas vesículo-arbusculares em cafeeiro. **Ciência e Prática**, v.10, p.325-335, 1986.
- SOUZA, C.A.S.; OLIVEIRA, E.; CARVALHO, M.M. Desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Catuai) micorrizadas nas condições de viveiro comercial, em substrato com e sem matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples. **Ciência e Prática**, v.13, p.269-278, 1989.