

MICORRIZAS VESICULAR-ARBUSCULARES EM MUDAS DE CAFEIRO PRODUZIDAS NO SUL DO ESTADO DE MINAS GERAIS¹

JOSÉ OSWALDO SIQUEIRA², ARNALDO COLOZZI-FILHO³, ELIZABETH DE OLIVEIRA⁴,
ADAUTO B. FERNANDES³ e MOEMA L. FLORENCE⁵

RESUMO - Levantamento da ocorrência de micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.), produzidas na região sul do estado de Minas Gerais, demonstrou que a maioria destas mudas estavam subcolonizadas e com baixa densidade de esporos na rizosfera. Das 72 amostras estudadas, 79% apresentaram taxa de colonização inferior a 20%, com média de 13,8% e 65% das 72 tinham menos que 20 esporos/100 ml de substrato, com média de 16,3. Foram encontradas dez espécies de fungos MVA, sendo *A. scrobiculata*, *A. morrowae* e *A. spinosa* as espécies predominantes. Análises de correlação entre características de solo e planta, com colonização e número de esporos não explicaram as variações na colonização e densidade de esporos. Entretanto os dados indicam que a baixa infectividade do substrato e o uso sistemático de pesticidas e fertilizantes são os fatores responsáveis pela baixa colonização micorrízica destas mudas. As implicações da baixa colonização micorrízica para o desenvolvimento das mudas são também discutidas.

Termos para indexação: fungos endomicorrízicos, *Coffea arabica*, viveiros.

VESICULAR-ARBUSCULAR MYCORRHIZAE IN COFFEE SEEDLINGS IN THE SOUTHERN REGION OF MINAS GERAIS STATE, BRAZIL

ABSTRACT - A survey was conducted to assess the mycorrhizal status of coffee (*Coffea arabica* L) seedlings produced in the southern part of Minas Gerais State, Brazil. The survey showed that most seedlings were poorly colonized and had a very low spore density in the rhizosphere. From the 72 samples studied, 79% had colonization percentages below 20% with a mean of 13.8%, and 65% of the 72 had less than 20 spores/100 ml of substrate with a mean of 16.3. Ten species of VAM fungi were found with *Acaulospora scrobiculata*, *A. morrowae* and *A. spinosa* being the most common. Correlation analyses between soil and plant variables and fungal root colonization and spore density were of little value in explaining variations in mycorrhizal development. However, natural low infectivity of the substrate and the systematic use of pesticides and fertilizers are suggested as factors responsible for the low mycorrhizal development and spore density in the rhizosphere of these seedlings. Implications of the poor mycorrhizal development to seedling growth are discussed.

Index terms: endomycorrhizal fungi, *Coffea arabica*, plant nursery.

INTRODUÇÃO

Fungos da família Endogonaceae (*Zigomicotina*) associam-se com raízes da maioria das plantas vasculares formando micorrizas do tipo vesicular-

-arbuscular (MVA); que influenciam positivamente a planta hospedeira em vários aspectos da nutrição, relação água-planta, produção de hormônios, fixação biológica de nitrogênio e tolerância a doenças e estresses abióticos (Gianinazzi-Pearson & Gianinazzi 1983, Lopes et al. 1983 c, Zambolim & Siqueira 1985). Por isso, as MVA são parte integrante dos sistemas de produção agropastoril, especialmente de certas culturas arbóreas que exibem elevada dependência ao micotrofismo, tais como o cafeeiro e citrus (Gianinazzi-Pearson & Gianinazzi 1983, Lopes et al. 1983 c). Além da dependência por parte da planta, as culturas que passam pela fase de formação de mudas em viveiros ou crescem em substratos desinfestados oferecem maior viabilidade técnica para o uso destes fungos na agricultura (Menge 1984), uma vez que

¹ Aceito para publicação em 20 de fevereiro de 1986. Trabalho financiado pela FINEP, executado em cooperação com o IBC e apresentado na I Reunião Brasileira sobre micorrizas, Lavras, 11 a 14 de novembro de 1985.

² Eng. - Agr., Ph.D., Prof. Dep. de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), CEP 37200 Lavras, MG. Bolsista do CNPq.

³ Eng. - Agr., estudante de pós-graduação, Dep. de Ciência do Solo da ESAL.

⁴ Bióloga, Convênio MA/FAEPE, Dep. de Fitossanidade da ESAL.

⁵ Eng. - Agr., Inst. Brasileiro do Café, Escritório Regional de Varginha, MG.

não se dispõe de métodos para produção de inóculo em massa, pois estes fungos são biotróficos obrigatórios (Siqueira et al. 1985), e que a desinfestação do solo ou substrato, que normalmente destroem os propágulos dos fungos MVA, é recomendada.

A inoculação de sementes ou mudas em solos ou substratos fumigados tem sido necessária para garantir o desenvolvimento normal de mudas de várias espécies vegetais (Ferguson & Menge 1982, Menge 1984). Além deste benefício, mudas micorizadas estão melhor equipadas para enfrentar os estresses impostos durante e após o transplante (Menge et al. 1978, Lopes et al. 1983 b).

Por ser o cafeeiro uma planta que exige elevado grau de micotrofismo (Lopes et al. 1983 b, Lopes 1985), o conhecimento do estado micorrízico das mudas torna-se de grande importância. No presente trabalho objetivou-se verificar a ocorrência de MVA em mudas produzidas pelos viveiristas e cafeicultores da região sul do estado de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Durante o mês de dezembro de 1984 foram amostrados 72 viveiros de mudas de cafeeiros localizados na região sul do estado de Minas Gerais, abrangendo 29 municípios. Foram coletadas quatro mudas representativas de cada viveiro, sendo estas acompanhadas de um formulário contendo: identificação (Município, proprietário, quantidade de mudas produzidas), caracterização das mudas (cultivar, idade, etc.) e informações sobre o manejo e tratamentos culturais (desinfestação e composição do substrato, adubação, tratamentos fitossanitários, etc.), além de informações complementares sobre a ocorrência de doenças e percentagem de mudas refugadas.

No laboratório, após determinação da altura e número de folhas, as mudas foram cortadas na região do colo, separando-se parte aérea das raízes. Após secagem em estufa com circulação de ar a 68°C, determinou-se o peso seco da parte aérea. As raízes foram separadas do solo, lavadas, e retiradas amostras de 1 g, que foram preservadas em FAA até a avaliação da colonização. Para avaliação da taxa de colonização, as amostras foram clarificadas em KOH 10%, coradas com azul de tripano, de acordo com Phillips & Hayman (1970), e o comprimento de raízes colonizadas foi avaliado pelo método da placa quadriculada, conforme usado por Giovannetti & Mosse (1980).

Os esporos foram extraídos de 100 ml de substrato homogeneizado, pelo método de peneiragem por via úmida, conforme descrito por Gerdemann & Nicolson (1963),

utilizando-se peneira de 720 e 53 µm de abertura, e separados dos fragmentos de solo por centrifugação em água a 3.000 rpm durante três min, e, em seguida, em sacarose 45% a 2.000 rpm por dois min, seguido de lavagem com água. Após a extração, os esporos foram transferidos para placas, e fez-se a contagem em microscópio estereoscópico com aumento de 40 vezes. Para a caracterização e identificação ao nível de espécies, os esporos de cada amostra foram transferidos para lâminas e observados em microscópio composto, com aumento entre 40 a 1.000 vezes, e a classificação taxonômica foi feita com o auxílio das chaves (Hall & Fish 1979, Trappe 1982), recorrendo-se também às descrições originais (Schenck et al. 1984, Walker & Trappe 1981, Trappe 1977, Ames & Linderman 1976 e Gerdemann & Trappe 1974).

Após a retirada das raízes, fez-se a homogeneização do substrato de cada amostra e foram retiradas amostras para análise química conforme Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1979), determinando-se pH em água, Al^{+++} e $Ca^{++} + Mg^{++}$, extraídos por KCl 1N e determinados por absorção atômica, e P e K pelo extrator Mehlich I; o P foi determinado por colorimetria, e K, por fotometria de chama.

Após determinação do peso seco, a parte aérea foi moída, e através de digestão via úmida obteve-se o extrato segundo Hunter (1975), para a determinação dos teores de N pelo método Kjeldahl modificado por Sarruge & Haag (1974), P por colorimetria, e K, Cu e Zn por espectrofotometria de absorção atômica.

Utilizando-se 150 ml da mistura homogênea do substrato das quatro amostras coletadas por viveiro, foi instalado em casa de vegetação um bioensaio para avaliar a infectividade natural do substrato, utilizando-se o milho (*Zea mays*, L) como planta indicadora. Estas plantas foram colhidas 30 dias após o plantio, e 1 g de raízes foi retirado para avaliação da colonização conforme metodologia descrita anteriormente.

Os dados foram tabulados e submetidos a análise de correlação e distribuição de frequência.

RESULTADOS

Considerações gerais

As informações de caráter geral, retiradas dos formulários que acompanhavam as amostras, são resumidas na Tabela 1, que mostra a diversidade das técnicas e de manejo empregadas nos viveiros desta região. A maioria dos viveiros amostrados não são registrados junto à Secretaria da Agricultura como produtores de mudas, e são relativamente de pequeno porte (menos que 299.000 mudas). Há certa preferência pelas linhagens da cultivar mundo novo, e 97% dos viveiristas usam a semeadura direta, que, embora apresente maior consumo

de sementes e tempo, traz vantagens na economia de mão-de-obra e menores índices de traumas no sistema radicular. A maioria das mudas estavam entre cinco e sete meses de idade, com menos de seis pares de folhas, e em torno de 58% das amostradas foram classificadas visualmente como boas ou ótimas para o plantio. A percentagem de refugos é relativamente pequena, sendo que apenas 16% dos viveiristas refugam mais que 10% das mudas.

zado, uma vez que apenas 29,2% dos viveiristas utilizaram esta técnica, desobedecendo à legislação da Secretaria da Agricultura do Estado. Mesmo com o uso sistemático de pesticidas, a incidência de doenças foi bastante elevada, sendo a cercosporiose e a rizoctoniose as mais frequentes.

A aplicação de doses elevadas de fertilizantes no substrato é revelada para análise química parcial destes, conforme apresentado na Tabela 2. Verificase que a grande maioria das amostras apresentou

TABELA 1. Resumo de características do sistema de produção de mudas de cafeeiro na região sul de Minas Gerais.

-
1. Registro dos viveiros: registrados = 55%, não registrados = 45%
 2. Tamanho dos viveiros (1.000 mudas) < 100 = 37%; 100 - 299 = 39%; 300 - 500 = 14%; > 500 = 10%
 3. Cultivares utilizadas: Mundo Novo = 68%; Catuaí = 45% (vários usam ambas)
 4. Métodos de semeadura: direta = 97%; sementeira = 3%
 5. Idade das mudas (meses): < 5 = 6%; 5 - 7 = 69%; > 7 = 15%
 6. Classificação das mudas: mediocre = 11%; regular = 31%; boa = 44%; ótima = 14%
 7. Percentagem de refugos: < 5 = 28%; 5 - 10 = 56%; > 10 = 16%
 8. Altura das mudas (cm): < 10 = 17%; 10 - 20 = 61%; > 20 = 22%
 9. Número par de folhas: < 4 = 17%; 4 - 6 = 76%; > 6 = 7%
 10. Composição do substrato: 95% dos viveiristas usam terra + esterco
 11. Proporção terra + esterco: 70 + 30 = 72%; 75 + 25 = 12%; 80 + 20 = 9%; outras = 7%.
 12. Desinfestação do substrato: não usam = 70,8%; usam = 29,2%
 13. Desinfestantes mais utilizados: PCNB = 57,1%; Bromex = 33,4%; Vapan = 9,5%
 14. Adubação: solo = 96%; foliar = 58% (vários usam ambas)
 15. Fungicidas: não usam = 4,3%; usam = 95,7%
 16. Fungicidas mais usados: Dithane = 66,7%; Óxido de cobre = 43,0%; Brassicol = 27,8%; Agrimicina = 11,1%; Cupravite = 9,7%; outros = 5% (vários usam mais de um produto)
 17. Inseticidas: não usam = 52,8%; usam = 47,2%
 18. Inseticidas mais usados: Folidol = 34,4%; Bidrin = 28,1%; Malatol = 9,0%; outros = 24,5%
 19. Doenças mais frequentes: Cercosporiose = 64%; Rizoctoniose = 33%
-

O substrato utilizado é predominantemente a mistura de terra + matéria orgânica nas proporções entre 70-80 partes de terra para 30-20 partes de matéria orgânica, sendo esterco de curral o mais utilizado. A maioria usa adubações de solo na base de 3 kg a 8 kg de superfosfato solúvel, 1 kg de KCl por m³ de substrato, além de adubações foliares contendo macro e micronutrientes (formulações comerciais ou fontes isoladas) em quantidades variadas e em intervalos que vão de semanas a meses.

A desinfestação do substrato para controle de organismos fitopatogênicos não é de uso generali-

pH em água maior que 5,0, teores de Ca + Mg superior ao nível crítico de 2 meq/100 ml, ausência de Al e níveis altos de P e K disponíveis pelo extrator de Mehlich I.

Ao contrário dos parâmetros de solo, os teores de nutrientes na parte aérea das plantas mostraram grande variação, como pode ser visto na Tabela 3. Deve-se considerar que estes teores não refletem apenas as condições nutricionais do substrato, mas também, as adubações foliares e aplicação de defensivos contendo nutrientes.

Estas informações, embora de pouco uso neste trabalho, retratam o perfil dos viveiristas e das mu-

das produzidas na região sul do estado de Minas Gerais, e tentativamente serão utilizadas para especular sobre as possíveis causas do baixo grau de colonização micorrízica destas mudas, como apresentado a seguir.

TABELA 2. Análise química parcial dos substratos utilizados na produção de mudas no Sul de Minas Gerais.

Características	Classes	Freqüência sobre o total	
pH (em água)	< 5,0	6%	
	5,0 - 6,9	86%	
	> 6,9	8%	
Al meq/100 ml	< 0,3	100%	
	Ca + Mg meq/100 ml	< 2,0	7%
	2,1 - 5,0	44%	
K (Mehlich I) ppm	> 5,0	49%	
	< 30	2%	
P (Mehlich I) ppm	31 - 60	11%	
	> 60	87%	
P (Mehlich I) ppm	< 20	18%	
	20 - 99	44%	
	100 - 200	24%	
	> 200	14%	

TABELA 3. Teores de alguns nutrientes na parte aérea das mudas.

Nutriente	Mínimo	Máximo	Médio
Nitrogênio (%)	0,93	4,23	2,51
Fósforo (%)	0,17	0,40	0,26
Potássio (%)	1,77	3,63	2,84
Cobre (ppm)	9,27	228,30	39,90
Zinco (ppm)	7,52	80,67	19,70

Ocorrência de micorrizas

A avaliação da ocorrência de fungos MVA, feita através da taxa de colonização radicular e densidade de esporos, mostra uma grande variação e ocorrência generalizada destes fungos. A taxa de colonização das raízes variou de 0% a 52%, com média de 13,8%, enquanto a densidade de esporos variou de 0 a 97 esporos/100 ml de solo, com média de 16,3. Em apenas duas amostras não foram encontrados esporos, e em onze delas nem foi de-

tectada colonização. A distribuição de freqüência destes parâmetros é apresentada nas Fig. 1 e 2, onde se verifica que a grande maioria das amostras apresentaram menos que 20% de taxa de colonização e menos que 20 esporos/100 ml de substrato (Fig. 2). A baixa densidade de esporos observada para a maioria das amostras refletiu-se no bioensaio com o milho, o que confirma a baixa infectividade do substrato (Fig. 2).

Foram recuperadas da rizosfera, e identificadas, dez espécies de fungos⁶ formadores de MVA, sendo oito espécies pertencentes ao gênero *Acaulospora*, uma ao gênero *Gigaspora* e uma ao gênero *Glomus*. As espécies que ocorreram com maior freqüência foram: *Acaulospora scrobiculata* (Trappe) (presente em 65% das amostras), *A. morrowae* (Spain & Schenck) (33%), *A. spinosa* (Walker & Trappe) (22%) e, em menor freqüência (< 10% das amostras), *A. mellea*, (Spain & Schenck) *A. trappei*, (Ames & Linderman), *A. laevis*, (Gerdemann & Trappe), *Acaulospora* sp⁶, e *A. appendiculata* (Spain, Sieverding & Schenck), *Gigaspora* sp⁶ e *Glomus* sp⁶.

Análises de correlações lineares entre a colonização e a densidade de esporos com parâmetros relativos à planta e substrato não mostraram relações entre eles; entretanto algumas tendências podem ser observadas. A desinfestação do substrato exerceu pouco efeito sobre a ocorrência de MVA, exceto quando se usou Vapan, que tendeu a reduzir o crescimento (matéria seca), a colonização e o número de esporos (Tabela 4). O tratamento com Bromex, que é normalmente usado para eliminar fungos MVA do solo, não reduziu a taxa de colonização e nem afetou o crescimento das mudas.

O uso de fungicidas reduziu a taxa de colonização em aproximadamente 35%, não se tendo verificado nenhum efeito diferenciado entre os produtos mais utilizados (dados não apresentados).

⁶ *Gigaspora* sp. Azigósporos branco-brilhante, com parede externa hialina, difícil de distinguir, freqüentemente amarelo-claro, 274-500 μm θ , parede multiminada (semelhante à *Gigaspora margarita*); *Glomus* sp. clamidósporos marron-avermelhado, 40-134 μm θ , parede laminada (5,7-7,0 μm de espessura) sem septo na hifa de sustentação; *Acaulospora* sp. Azigósporos amarelo-claro, 147-164 μm θ , duas paredes não separáveis, com espessura de 5,9 μm .

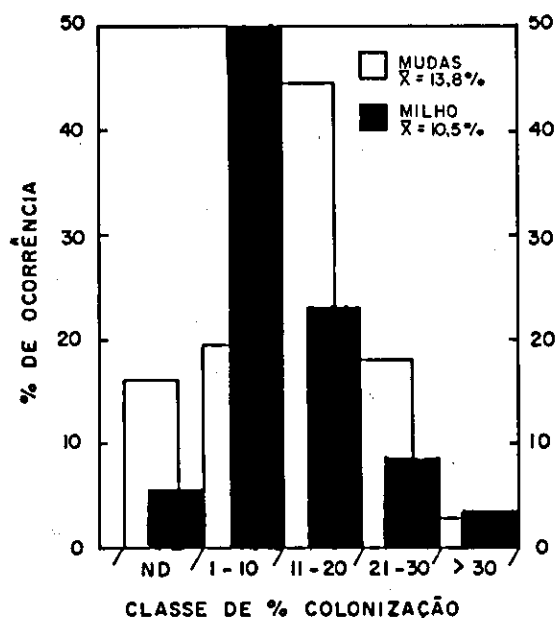


FIG. 1. Distribuição de freqüência para classes de colonização nas raízes de cafeeiro e milho (bioensaio).

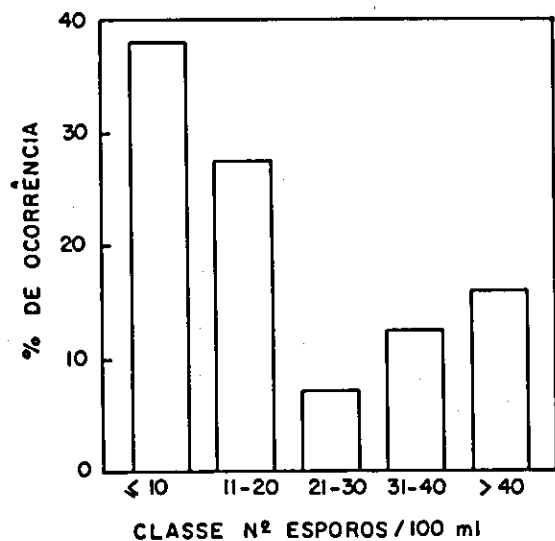


FIG. 2. Distribuição da densidade de esporos, por classe, no substrato de mudas de cafeeiro.

A Fig. 3 mostra a distribuição das amostras em relação aos teores de P disponível no solo e respectivas médias de colonização micorrízica. As amostras contendo de 20 ppm a 99 ppm de P apresen-

taram maiores taxas de colonização que as classes superiores e inferiores. As amostras com mais de 200 ppm de P apresentaram taxa de colonização 38% menor que as amostras com P entre 20 e 99. A adubação foliar também exerceu certa influência sobre a colonização. Plantas fertilizadas com formulações comerciais contendo micro e macronutrientes apresentaram tendências de maiores taxas de colonização que aquelas adubadas com macro e micronutrientes separadamente (dados não apresentados).

A análise de correlação não mostrou relação entre colonização e peso seco ou altura, nem as plantas classificadas como mediocres e regulares apresentaram taxas de colonização diferentes das classificadas como boas ou ótimas, o que sugere que nas condições de viveiro as MVA não estavam contribuindo para o crescimento das mudas.

DISCUSSÃO

Trabalhos conduzidos em condições controladas e de viveiro evidenciam a importância desta simbiose para a obtenção de mudas de melhor qualidade, com menor permanência no viveiro, possivelmente a menores custos e com maior capacidade para suportar o estresse provocado pelo transporte e transplante (Lopes et al. 1983 b, Zambolim & Neves, citado por Zambolim & Siqueira 1985, e Lopes 1985).

Considerando que em condições experimentais a taxa de colonização pode atingir 60% a 80% (Caldeira et al. 1983, Lopes et al. 1983 b), os resultados deste levantamento mostram que a maioria das mudas produzidas nesta região estão subcolonizadas (colonização média de 13,8%). Sanders et al. (1977) consideram que taxa de colonização em torno de 10% pode aumentar significativamente o crescimento da planta hospedeira. Entretanto, como não foi verificada nenhuma relação entre colonização e parâmetros de crescimento, espera-se que espécies vegetais com alto grau de micotrofismo, como o cafeeiro, exigem, para respostas, níveis de colonização radicular mais elevados, de acordo com Cooper (1984), que considera 20% a 30% a taxa de colonização mínima para provocar respostas fisiológicas pela micorrização.

TABELA 4. Frequência de uso e efeito da desinfestação do substrato sobre a ocorrência de fungos MVA em mudas de cafeeiro.

Tratamento do substrato	Frequência	Produção de mat. seca	Colonização radicular (média)	Densidade de esporos	Ocorrência das espécies predominantes		
					SCR	MOR	SPIN***
	%	g/planta	%	n ^o /100 ml	% sobre o total		
Sem tratamento	70,8*	4,77	13,5	22,3	49	25	17
Com Bromex	33,0**	4,28	15,8	18,3	42	0	0
Com PCNB	57,1**	4,99	10,7	22,2	42	16	8
Com Vapan	9,5**	2,45	9,5	2,5	0	0	0

* % do total.

** % sobre os tratados.

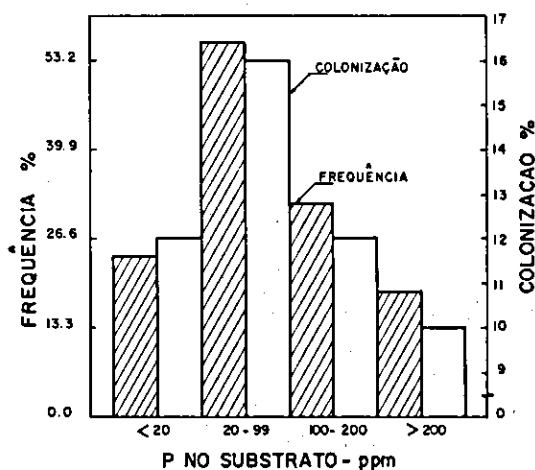
*** SCR - *A. scrobiculata*, MOR - *A. morrowae*, SPIN - *A. spinosa*.

FIG. 3. Classes para os níveis de P no solo com respectivas taxas de colonização média por classe.

Além da baixa taxa de colonização, algumas das espécies fúngicas encontradas na rizosfera destas mudas, já testadas, não têm mostrado ser efetivas para o cafeeiro (Lopes et al. 1983 b) e ocorrem com alta frequência na rizosfera de cafeeiros adultos (Lopes et al. (1983 a). Notou-se, também, a ausência de *Gigaspora margarita* e *Glomus clarum*, que têm mostrado alta efetividade para mudas de cafeeiro. Assim, existe um grande potencial para a introdução de espécies fúngicas de efetividade comprovada na formação de mudas.

As informações obtidas não permitem delinear as possíveis causas do baixo grau de colonização

das mudas, mas indicam que a baixa densidade de propágulos e a baixa infectividade do substrato, o uso de pesticidas e o elevado nível de fertilidade do substrato, associado a adubações foliares, sejam os principais fatores responsáveis. O bioensaio conduzido com milho confirma a baixa infectividade do substrato. Isto parece ser devido ao uso generalizado para substrato, de terras de subsolo e matéria orgânica, que normalmente contém poucos propágulos de fungos MVA.

Quanto ao nível de fertilidade do substrato, o fator mais diretamente relacionado à colonização é o nível de P disponível, que quando elevado, inibe a colonização (Siqueira 1983). Estudos em condições controladas desenvolvidos neste laboratório mostraram que a taxa de colonização micorrízica de mudas de cafeeiro é inibida quando o nível de P disponível no solo for superior a 100 ppm de P pelo extrator de Mehlich I. Esta mesma tendência foi verificada nas mudas deste levantamento. Níveis de P disponível inferiores ou superiores à faixa de 20 ppm a 99 ppm apresentaram taxas de colonização menores (Fig. 3), o que mostra que a simbiose MVA em cafeeiro não foge à regra das demais já estudadas, no que diz respeito ao envolvimento do P na colonização. Como o efeito do P na colonização micorrízica é via planta (Siqueira et al. 1984), é esperado que as adubações foliares também interfiram neste processo, e isto está sendo examinado pelos autores.

A desinfestação do substrato é recomendada e

exigida para a comercialização das mudas no estado, e, como se vê, uma pequena parcela (29,2%) dos viveiristas da região atendem a esta exigência. À medida que eles se tornem mais conscientizados das necessidades de uso desta prática para controle de fitopatógenos, a reinfestação do substrato com fungos MVA será um imperativo. Os efeitos negativos da desinfestação do substrato ou dos canteiros sobre o desenvolvimento de mudas de café (Cardoso 1978) e outras espécies vegetais (Nemec & O'Bannon 1979, Menge 1982, Ferguson & Menge 1982, Menge 1984, Trappe et al. 1984) não foram encontrados neste levantamento, exceto quando se usou Vapan, que, por sinal, é pouco utilizado. Com as informações disponíveis, torna-se difícil estabelecer as causas destes resultados, mas três comentários especulativos merecem ser feitos: 1) o período compreendido entre a desinfestação e a amostragem — quatro a sete meses — pode ter sido suficiente para o reestabelecimento de fungos (Menge 1982) através da disseminação pelo vento, água de irrigação, animais e outros meios, ou os propágulos sobreviventes foram suficientes para elevar a infectividade, embora a um patamar baixo, mas talvez suficiente para exercer pequena influência sobre as plantas, evitando clorose e nanismo acentuado, sem promover aumento no crescimento das mudas; 2) as adubações pesadas aplicadas ao substrato contendo matéria orgânica, somadas às fertilizações foliares, foram suficientes para tirar as plantas sem MVA ou fracamente micorrizadas, da faixa de alta dependência ao micotrofismo, dispensando, assim, os benefícios da simbiose; 3) as plantas que apresentaram níveis satisfatórios de colonização na época da amostragem sofreram a deficiência de MVA quando novas, sendo esta deficiência eliminada com o tempo, após o estabelecimento de novos propágulos, conforme considerado no item 1. Todas estas considerações são de certa maneira especulativas, e precisam ser avaliadas experimentalmente.

Outro aspecto que merece discussão diz respeito às espécies fúngicas predominantes que foram afetadas diferentemente pela desinfestação do substrato (Tabela 4). *A. scrobiculata* não foi afetada pelo uso de Bromex e PCNB, enquanto Bromex eliminou *A. morrowae* e *A. spinosa*. Pergunta-se: são os propágulos de *A. scrobiculata*

morfo e/ou fisiologicamente distintos para suportar a ação destes químicos?

CONCLUSÕES

1. As MVA mostraram-se ser de incidência generalizada em mudas de café produzidas em viveiros da região sul do estado de Minas Gerais.

2. As mudas apresentaram baixo nível de colonização, e espécies fúngicas com efetividade conhecida — como *Gigaspora margarita* e *Glomus clarum* — não foram encontradas na rizosfera destas plantas.

3. A diversidade de sistemas de manejo e produção empregados dificulta conclusões sobre as possíveis causas do baixo índice de colonização radicular encontrado.

4. Os resultados indicam grandes possibilidades para o uso, em larga escala, dos fungos formadores de MVA, conforme já praticado na produção de mudas de outras espécies vegetais em certas regiões do mundo.

REFERÊNCIAS

- AMES, R.N. & LINDERMAN, R.G. *Acaulospora trappei* sp. nov. Mycotaxon, 3(3):565-9, 1976.
- CALDEIRA, S.F.; CHAVES, G.M.; ZAMBOLIM, L. Associação de micorriza vesicular-arbuscular com café, limão-rosa e capim gordura. Pesq. agropec. bras., 18(3):223-8, 1983.
- CARDOSO, E.J.B.N. Nota científica; ocorrência de micorriza em café. Summa Phytopathol., 4: 136-7, 1978.
- COOPER, K.M. Physiology of VA mycorrhizal associations. In: POWELL, C.L. & BAGYARAJ, D.J., ed. VA mycorrhiza. Boca Raton, CRC Press, 1984. p.155-86.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro, 1979. n.p.
- FERGUSON, J.J. & MENGE, J.A. How and why add mycorrhizal fungi to plants in the field. Am. Nurseryman, 15:67-71. 1982.
- GERDEMANN, J.W. & NICOLSON, J.H. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. Trans. Br. Mycol. Soc., 46:235-44, 1963.
- GERDEMANN, J.W. & TRAPPE, J.M. The endogonaceae in the Pacific Northwest. New York, New York Botanical Garden, 1974. 76p. (Mycologia memoir, 5)

- GIANINAZZI-PEARSON, V. & GIANINAZZI, S. The physiology of vesicular-arbuscular mycorrhizal roots. *Plant Soil*, 71:197-209, 1983.
- GIOVANNETTI, M. & MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol.*, 84:489-500, 1980.
- HALL, I.R. & FISH, B.J. A key to the endogonaceae. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 73(2):261-70, 1979.
- HUNTER, A.H. Laboratory analysis of vegetal tissues samples. Raleigh, International Soil Fertility Evaluation and Improvement Program, 1975.
- LOPES, E.S. Micorrizas em cafeeiro. In: FUNDAÇÃO CARGILL, Campinas, SP. Aspectos da nutrição do cafeeiro. Campinas, 1985. p.107-16.
- 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*, 33:417-22, 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-arbusculares. *R. bras. Ci. Solo*, 7:137-41, 1983b.
- LOPES, E.S.; SIQUEIRA, J.O.; ZAMBOLIM, L. Caracterização das micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) e seus efeitos no crescimento das plantas. *R. bras. Ci. Solo*, 7:1-19, 1983c.
- MENGE, J.A. Effect of soil fumigants and fungicides on vesicular-arbuscular fungi. *Phytopathology*, 72:1125-32, 1982.
- MENGE, J.A. The feasibility of using VA mycorrhizal fungi to improve crop production in fumigated and non-fumigated soil. In: FERGUSON, J.J., ed. Applications of mycorrhizal fungi in crop production. Gainesville, IFAS - University of Florida, 1984. p.29-34.
- MENGE, J.A.; DAVIS, R.M.; JOHNSON, E.L.; ZENTMYER, G.A. Mycorrhizal fungi increase growth and reduce transplant injury in avocado. *Calif. Agric.*, 32:6-7, 1978.
- NEMEC, S. & O'BANNON, J.H. Response of *Citrus aurantium* to *Glomus etunicatus* and *G. mosseae* after soil treatment with selected fumigants. *Plant Soil*, 53:351-9, 1979.
- PHILLIPS, J.M. & HAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 55:158-61, 1970.
- SANDERS, F.E.; BLACK, R.L.B.; PALMERLEY, S.M. The development of endomycorrhizal root systems. I. Spread of infection and growth promoting effects with four species of vesicular-arbuscular endophyte. *New Phytol.*, 78:257-68, 1977.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análises química em plantas. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56p.
- SCHENCK, N.C.; SPAIN, J.L.; SIEVERDING, E.; HOWELER, R.H. Several new unreported vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi (Endogonaceae) from Colombia. *Mycologia*, 76(4):685-99, 1984.
- SIQUEIRA, J.O. Nutritional and edaphic factors affecting spore germination, germ tube growth and root colonization by the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Gainesville, University of Florida, 1983. 124p. Tese Doutorado.
- SIQUEIRA, J.O.; HUBBELL, D.H.; VALLE, R.R. Effects of phosphorus on formation of the vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Pesq. agropec. bras.*, 19(12):1465-74, 1984.
- SIQUEIRA, J.O.; SYLVIA, D.M.; GIBSON, J.; HUBBELL, D.H. Spores germination and germ tubes of vesicular-arbusculares mycorrhizal fungi. *Can. J. Microbiol.*, 31:965-72, 1985.
- TRAPPE, J.M. Synoptic keys to the genera and species of zygomycetous mycorrhizal fungi. *Phytopathology*, 72(8):1102-3, 1982.
- TRAPPE, J.M. Three new Endogonaceae; *Glomus constrictus*, *Sclerocystis clavispora* and *Acaulospora scrobiculata*. *Mycotaxon*, 4(2):359-66, 1977.
- TRAPPE, J.M.; MOLINA, R.; CASTELLAND, M. Reactions of mycorrhizal fungi and mycorrhiza formation to pesticides. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 22:331-59, 1984.
- WALKER, C. & TRAPPE, J.M. *Acaulospora spinosa* sp. nov. with a key to the species of Acaulospora. *Mycotaxon*, 12(2):515-21, 1981.
- ZAMBOLIM, L. & SIQUEIRA, J.O. Importância e potencial das associações micorrízicas para a agricultura. Belo Horizonte, EPAMIG, 1985. 26p. (Documentos, 26)