

Influência de fungos micorrízicos arbusculares sobre o desenvolvimento vegetativo de porta-enxertos de abacateiro⁽¹⁾

Samar Velho da Silveira⁽²⁾, Paulo Vítor Dutra de Souza⁽³⁾ e Otto Carlos Koller⁽³⁾

Resumo – O objetivo deste trabalho foi verificar a influência da inoculação de seis espécies de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) (*Glomus clarum*, *Scutellospora heterogama*, *Glomus etunicatum*, *Acaulospora scrobiculata*, *Gigaspora margarita* e *Glomus manihotis*) no desenvolvimento vegetativo, nutrição mineral e conteúdo de substâncias de reserva em porta-enxertos de abacateiro (*Persea* sp.), oriundos de caroços. Os porta-enxertos foram cultivados em casa de vegetação com cobertura de sombrite (70%) e acondicionados em sacos de polietileno preto (5 L), contendo substrato constituído de solo + areia + resíduo decomposto de casca de acácia-negra (*Acacia mearnii*) (2:2:1, v:v:v). Dois meses após a infecção das plântulas com FMA (30 g/plântula), observou-se que a dependência do abacateiro aos FMA variou com a espécie de fungo em estudo. *Scutellospora heterogama*, *Acaulospora scrobiculata* e *Glomus etunicatum* proporcionaram melhor nutrição, maior conteúdo em substâncias de reserva e maior desenvolvimento vegetativo das plantas. *Glomus clarum* somente incrementou a altura das plantas. A infecção com *Glomus manihotis* não alterou o desenvolvimento vegetativo dos porta-enxertos, e *Gigaspora margarita* foi prejudicial.

Termos para indexação: endomicorizas, inoculação, nutrição das plantas, etapas de desenvolvimento da planta.

Influence of arbuscular mycorrhizal fungi on vegetative growth of avocado rootstocks

Abstract – The objective of the present study was to evaluate the influence of six arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) species (*Glomus clarum*, *Scutellospora heterogama*, *Glomus etunicatum*, *Acaulospora scrobiculata*, *Gigaspora margarita* and *Glomus manihotis*) on vegetative growth, mineral nutrition and carbohydrate contents of avocado (*Persea* sp.) rootstocks. These were cultivated in 5 L bags of black polyethylene containing substrate mixture of soil + silica sand + decomposed bark residue of acacia (*Acacia mearnii*) (2:2:1, v:v:v). The rootstocks were kept in a sombrite (70% shading) greenhouse. Two months after AMF inoculation, the results indicated that AMF influence on avocado rootstocks growth is variable depending on AMF species. *S. heterogama*, *A. scrobiculata* and *G. etunicatum* were more effective, resulted in good nutrition and carbohydrate contents of avocado rootstocks, and consequently resulted better vegetative growth of plants. *G. clarum* only increased stem height of the rootstocks, while *G. manihotis* did not affect vegetative growth of avocado rootstocks. *G. margarita* was harmful to avocado rootstocks growth.

Index terms: endomycorrhizae, inoculation methods, plant nutrition, plant developmental stages.

⁽¹⁾ Aceito para publicação em 9 de maio de 2001.

Extraído da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS.

⁽²⁾ UFRGS, Av. Prof. Oscar Pereira, 3197, Bairro Glória, CEP 91710-000 Porto Alegre, RS. Bolsista da Capes. E-mail: velhosam@vortex.ufrgs.br

⁽³⁾ UFRGS, Fac. de Agronomia, Dep. de Horticultura e Silvicultura, Av. Bento Gonçalves, 7712, Caixa Postal 776, CEP 91501-970 Porto Alegre, RS. E-mail: pvd Souza@vortex.ufrgs.br, ockoller@adufgrs.ufrgs.br

Introdução

Tradicionalmente, o abacateiro é propagado através da enxertia de uma variedade copa de interesse econômico, em cima de um porta-enxerto oriundo de uma semente monoembriônica e zigótica. Dessa forma, há segregação genética e não-conservação de todas as características genotípicas e fenotípicas da variedade que lhes deu origem. No Rio Grande do Sul, essas mudas são produzidas em recipientes con-

tendo substratos desinfestados. Sua desinfestação tem por objetivo eliminar patógenos; porém, este processo também elimina organismos benéficos, como fungos micorrízicos arbusculares (FMA).

Os FMA associam-se mutualisticamente às plantas, resultando em melhorias no seu estado nutricional, melhor economia na utilização e conservação de nutrientes no sistema e na redução de perdas por estresses de natureza biótica (pragas e doenças) ou abiótica (desbalanço nutricional, déficit hídrico e modificações fisiológicas e bioquímicas como maior taxa fotossintética e produção de raízes) (Vidal et al., 1992; Newsham et al., 1995; Chu et al., 1997; Pinochet et al., 1998), culminando em crescimento mais acelerado das plantas. Além disso, permite uma economia de insumos e reduz a contaminação do meio ambiente com adubos químicos (Cabala Rosand & Dias, 1985; Colozzi-Filho & Balota, 1994). No entanto, a eficiência do mutualismo depende da espécie de FMA (Menge et al., 1980) e das características do meio (umidade, temperatura, disponibilidade de nutrientes e pH do substrato) (Daniels & Trappe, 1980; Silveira, 1992; Siqueira, 1994; Weber & Oliveira, 1994).

Azcón-Aguilar et al. (1992) realizaram um experimento de inoculação de *Glomus fasciculatum* em plantas de abacateiro obtidas por micropropagação e concluíram que estas plantas tiveram um efetivo incremento no crescimento e desenvolvimento em relação às plantas sem inoculação, mas salientam que há necessidade de experimentos que avaliem os teores de carboidratos e minerais em plantas micorrizadas.

O objetivo deste trabalho foi verificar a influência da inoculação de seis espécies de FMA sobre o desenvolvimento vegetativo, nutrição mineral e conteúdo de substâncias de reserva em porta-enxerto de abacateiro (*Persea* sp.).

Material e Métodos

O experimento foi realizado no setor de Horticultura da Estação Experimental Agrônômica (EEA) da UFRGS, km 146 da BR 290, Município de Eldorado do Sul, RS, em setembro de 1997, em casa de vegetação com telado coberto com sombrite (70%).

Caroços de abacate foram semeados em leito de areia desinfestado com solução de formolaldeído (7% de con-

centração), em casa de vegetação. Após a germinação e emergência das plântulas, elas foram transplantadas para sacos de plástico pretos (5 L) contendo substrato de terra argilosa:areia:resíduo decomposto de casca de acácia-negra (2:2:1, v:v:v). O solo utilizado na composição deste substrato tinha uma textura franco-argilosa, sendo classificado como Podzólico Vermelho-Escuro (Espírito Santo, 1988). A análise química deste substrato, realizada no Laboratório de Análises de Solos e Tecidos da Faculdade de Agronomia - UFRGS, mostrou os seguintes resultados: pH (H₂O) 5,4; 6 g dm⁻³ de P; 42 g dm⁻³ de K; 7,5 cmol_c dm⁻³ de Ca; 0,8 cmol_c g dm⁻³ de Mg; 8,1 mg dm⁻³ de S; 2,1 mg dm⁻³ de Zn; 0,9 mg dm⁻³ de Cu; 0,8 mg dm⁻³ de B; 0,8 mg dm⁻³ de Mn; 9,5 cmol_c dm⁻³ de CTC. Com base nesses resultados, o pH do substrato foi corrigido com carbonato de cálcio (CaCO₃) até pH 6, conforme recomendação da Comissão de Fertilidade do Solo - RS/SC (1994), e o teor de P, corrigido com a aplicação de fosfato natural de Arad (33% de P₂O₅ total e 2% de P₂O₅ solúvel em ácido cítrico), visando atingir uma concentração de 20 mg dm⁻³, que permitisse bom desenvolvimento dos FMA. Este substrato também foi previamente desinfestado com uma solução de formolaldeído a 7%.

A inoculação das espécies de FMA, nos respectivos tratamentos, foi feita com a adição em cada saco de 30 gramas de raízes e solo rizosférico de aveia (*Avena strigosa*), contendo estruturas de FMA, imediatamente antes do transplante. O inóculo foi colocado em uma camada na porção mediana do recipiente.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com sete tratamentos (T1: inoculação de *Glomus clarum* (50 esporos/g de solo seco); T2: inoculação de *Scutellospora heterogama* (30 esporos/g de solo seco); T3: inoculação de *Glomus etunicatum* (50 esporos/g de solo seco); T4: inoculação de *Acaulospora scrobiculata* (45 esporos/g de solo seco); T5: inoculação de *Gigaspora margarita* (30 esporos/g de solo seco); T6: inoculação de *Glomus manihotis* (40 esporos/g de solo seco); T7: testemunha, sem FMA), com 15 plantas por parcela e quatro repetições.

Dois meses após a inoculação, procedeu-se à medição da altura e diâmetro do colo de todas as plantas, com régua e paquímetro, respectivamente. Neste momento, também coletaram-se cinco plantas por parcela, para avaliação da superfície foliar, determinação do seu peso fresco e seco da parte aérea e raízes, conteúdo de macro e micronutrientes, e substâncias de reserva.

O material foi lavado com água destilada, secado a 65°C, até peso constante, e moído em moinho acoplado com peneira de 20 malhas por polegada. Depois de moído o material, um grama de cada amostra foi acondicionado individualmente em saquinhos feitos com tela especial,

para filtragem de alimentos, e, novamente, levado para estufa a 65°C, ali conservado até peso constante, anotando-se o peso de cada saquinho. Cada amostra foi submetida a digestão, segundo adaptações ao método descrito por Priestley (1965). Este método tem a finalidade de extrair toda e qualquer substância de reserva e produtos sintetizados pelas plantas, tais como carboidratos, gorduras e ácidos graxos, permanecendo somente as fibras. As amostras digeridas foram colocadas em Erlenmeyer de 1 L contendo uma solução aquosa com 5% de ácido tricloroacético (99%) e 35% de metanol (99,8%), permanecendo sob aquecimento em bico de Bunsen, em capela com exaustor, por oito horas. A partir da terceira hora, até completar oito horas, foi adicionada água destilada à solução, à medida da sua evaporação, visando manter sempre o mesmo volume de líquido, suficiente para manter as amostras imersas na solução. Após oito horas, as amostras foram lavadas com água destilada e postas novamente a secar em estufa, a 65°C, até peso constante. A diferença de peso das amostras antes e depois da digestão constituiu o teor de substâncias de reserva que as amostras continham. A quantidade restante das amostras de cada tratamento, inicialmente moídas, foi destinada à determinação dos nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe e Mn), a qual foi realizada pelo Laboratório de Solos e Tecidos da Faculdade de Agronomia - UFRGS.

No mesmo período, determinou-se a intensidade de colonização micorrízica, coletando-se duas raízes secundárias de cada planta da parcela. Estas foram lavadas com água destilada e cortadas em segmentos de 1 cm de comprimento. A seguir, foram separados, ao acaso, 30 segmentos por repetição (90 por tratamento), que foram clarificados e coloridos com azul de tripano, segundo adaptações ao método descrito por Phillips & Hayman (1970). Após, estes foram montados em lâminas de vidro e examinados em microscópio (aumento de 250 a 400 vezes), para avaliar a presença e intensidade de hifas, vesículas e arbúsculos, segundo método descrito por Nemeč (1992). Para determinar a densidade de hifas, atribuiu-se o valor 0 para ausência de estruturas; 1, para presença fraca; 2, para presença moderada; e 3, para presença intensa. A densidade de vesículas e arbúsculos também foi relacionada com uma escala de 0 a 3, onde se considerou como 0 a ausência de estruturas; 1, para 1 a 50 estruturas; 2, para 51 a 100; e 3, para mais de 100.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Os dados referentes à quantificação de estruturas de FMA nas raízes (presença de hifas, arbúsculos e vesículas), foram transformados para raiz quadrada de $(x + 1)$.

Resultados e Discussão

As seis espécies de FMA estudadas não afetaram o diâmetro do colo dos porta-enxertos de abacateiro (Tabela 1). Algumas espécies de FMA, no entanto, incrementaram a altura das plantas, nas quais os fungos *Glomus clarum*, *Scutellospora heterogama*, *Glomus etunicatum* e *Acaulospora scrobiculata* induziram maior crescimento em relação ao da testemunha. *Gigaspora margarita* induziu um crescimento intermediário entre essas espécies e a testemunha, enquanto o valor de altura apresentado por *Glomus manihotis* não diferiu da testemunha.

Os porta-enxertos com inoculação de *S. heterogama*, *G. etunicatum* e *A. scrobiculata* apresentaram maior peso fresco da parte aérea, enquanto os porta-enxertos inoculados com as demais espécies não diferiram significativamente da testemunha. Em termos de peso seco da parte aérea, somente os porta-enxertos inoculados com *S. heterogama* mantiveram-se estatisticamente superiores à testemunha. A diferença observada entre peso fresco e peso seco da parte aérea pode ser atribuída à característica das plantas micorrizadas, por apresentarem maior conteúdo em água em relação às plantas não micorrizadas (Menge et al., 1978; Read & Boyd, 1986; Allen, 1991).

Os porta-enxertos inoculados com *S. heterogama* apresentaram peso fresco e seco de raízes significativamente superiores aos da testemunha. Os submetidos à inoculação de *G. margarita* apresentaram resultados estatisticamente inferiores aos das plantas sem inoculação, enquanto os demais tratamentos não diferiram significativamente das plantas-testemunha, à exceção da espécie *A. scrobiculata*, que induziu peso fresco de raízes superior ao das plantas não micorrizadas.

As plantas inoculadas com *S. heterogama*, *G. etunicatum* e *A. scrobiculata* apresentaram maior superfície foliar em relação à da testemunha, o que também contribuiu, conjuntamente com a altura, para o maior peso fresco e seco destas. A inoculação das espécies *G. clarum* e *G. manihotis* não alterou significativamente a superfície foliar das plantas, enquanto que *G. margarita* induziu uma superfície foliar inferior à das testemunhas.

As plantas inoculadas com *S. heterogama* e *G. margarita* apresentaram, respectivamente, maior e menor conteúdo em N foliar, enquanto os outros tratamentos não diferiram significativamente ($P \leq 0,05$) da testemunha (Tabela 2). Os teores foliares de P, Cu, Zn e Mn não variaram nos tratamentos testados. *G. etunicatum* e *S. heterogama* induziram maior teor foliar de K, em relação às plantas com inoculação de *G. margarita*. As plantas inoculadas com *G. margarita* mostraram os níveis mais baixos em Ca e Mg, enquanto as demais espécies de FMA não diferiram da testemunha, em relação a estes nutrientes. *S. heterogama* e *A. scrobiculata* induziram maior conteúdo de Fe às plantas, em relação à testemunha.

As plantas inoculadas com *S. heterogama*, *G. etunicatum* e *A. scrobiculata* apresentaram maior teor em substâncias de reserva na parte aérea, comparativamente à testemunha (Tabela 3). Por outro lado, as plantas inoculadas com *G. clarum* e *G. margarita* tiveram reduzidas as substâncias de reserva nestes órgãos.

O conteúdo radicular em substâncias de reserva das plantas com inoculação não variou em relação à testemunha. No entanto, houve variação significativa entre espécies de FMA, em que a *G. margarita*

induziu menor teor, e *G. etunicatum*, *A. scrobiculata* e *G. manihotis*, maior teor de reservas. As plantas inoculadas com *G. clarum* e *S. heterogama* mantiveram teores intermediários aos anteriores.

A presença de hifas intrarradiculares foi semelhante entre as espécies de FMA testadas, com exceção de *A. scrobiculata* e *G. margarita*, a saber: a primeira apresentou maior número de hifas que a segunda (Tabela 4). *G. etunicatum* e *A. scrobiculata* foram as únicas que formaram vesículas nas raízes e, somadas a *G. clarum* e *S. heterogama*, apresentaram maior intensidade de arbúsculos, em comparação com *G. margarita* e *G. manihotis*.

A presença de vesículas é característica da espécie, pois, segundo Siqueira (1994), os gêneros *Glomus* e *Acaulospora* normalmente formam vesículas, enquanto o *Scutellospora* e o *Gigaspora* não apresentam este tipo de estrutura.

Também verificou-se uma pequena presença de estruturas de FMA nas raízes das plantas-testemunhas, talvez por causa de alguma contaminação, pela proximidade com as plantas micorrizadas. No entanto, este fato não comprometeu os resultados. Prova disso é que as espécies *S. heterogama*, *G. etunicatum* e *A. scrobiculata* induziram um desenvolvimento

Tabela 1. Desenvolvimento vegetativo de porta-enxertos de abacateiro (*Persea* sp.), submetidos à inoculação de seis espécies de fungos micorrízicos arbusculares na EEA da UFRGS, em Eldorado do Sul, dois meses após a inoculação⁽¹⁾.

Tratamento	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	Parte aérea		Raízes		Superfície foliar/planta (cm ²)
			Peso fresco (g)	Peso seco (g)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	
<i>Glomus clarum</i>	6,40	24,10ab	20,19b	4,03bc	15,23c	1,89bc	465,37c
<i>Scutellospora heterogama</i>	6,50	24,67a	23,05a	4,77a	18,19a	2,50a	580,82a
<i>Glomus etunicatum</i>	6,30	24,15ab	22,99a	4,49ab	15,24c	1,97b	512,08b
<i>Acaulospora scrobiculata</i>	6,60	23,72ab	22,72a	4,42ab	17,50b	2,09b	524,57b
<i>Gigaspora margarita</i>	6,60	22,87bc	19,38b	3,65c	11,54d	1,50c	426,07d
<i>Glomus manihotis</i>	6,50	21,69c	20,61b	4,11abc	15,83c	1,98b	479,99c
Testemunha	6,50	21,92c	19,39b	3,98bc	15,27c	1,87b	460,95c

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

Tabela 2. Teores de nutrientes nas folhas de porta-enxertos de abacateiro (*Persea* sp.), submetidos à inoculação de seis espécies de fungos micorrízicos arbusculares na EEA da UFRGS, em Eldorado do Sul, dois meses após a inoculação⁽¹⁾.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
<i>Glomus clarum</i>	45,5b	5,2	57,6ab	19,7bc	7,2a	0,03	0,11	0,38ab	0,17
<i>Scutellospora heterogama</i>	53,9a	6,2	68,2a	23,8ab	7,6a	0,04	0,11	0,44a	0,18
<i>Glomus etunicatum</i>	48,0b	6,3	71,4a	22,0abc	7,6a	0,04	0,10	0,41ab	0,17
<i>Acaulospora scrobiculata</i>	48,2b	5,7	62,3ab	25,2a	8,4a	0,04	0,10	0,44a	0,19
<i>Gigaspora margarita</i>	43,8c	5,1	53,3b	18,2c	5,8b	0,03	0,07	0,31c	0,19
<i>Glomus manihotis</i>	46,0bc	5,7	60,4ab	21,4abc	7,4a	0,04	0,09	0,40ab	0,19
Testemunha	47,8b	6,0	59,3ab	24,3ab	8,0a	0,04	0,09	0,34bc	0,19

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

vegetativo superior ($P \leq 0,05$) ao da testemunha, nos parâmetros altura, peso fresco de parte aérea e superfície foliar.

O fato de mudas colonizadas com algumas espécies de FMA apresentarem rendimentos superiores aos da testemunha, em termos de desenvolvimento vegetativo, é atribuída, normalmente, à grande capacidade de absorção de nutrientes do solo, pois, segundo Hayman (1970), as hifas micorrízicas externas às raízes funcionam como extensão do sistema radicular, aumentando, assim, sua capacidade em explorar maior volume de solo, e propiciando um crescimento mais rápido das plantas. Neste trabalho, esta relação não fica evidente, já que a maioria dos nutrientes, nas plantas micorrizadas, não diferiu dos teores da testemunha, o que pode ser explicado pelo

Tabela 3. Conteúdo em substâncias de reserva na parte aérea e raízes de porta-enxertos de abacateiro (*Persea* sp.), submetidos à inoculação de seis espécies de fungos micorrízicos arbusculares na EEA da UFRGS, em Eldorado do Sul, dois meses após a inoculação⁽¹⁾.

Tratamento	Parte aérea	Raízes
	------(g/planta)-----	
<i>Glomus clarum</i>	0,95d	0,34ab
<i>Scutellospora heterogama</i>	1,18a	0,34ab
<i>Glomus etunicatum</i>	1,15ab	0,36a
<i>Acaulospora scrobiculata</i>	1,13ab	0,36a
<i>Gigaspora margarita</i>	0,93d	0,24b
<i>Glomus manihotis</i>	1,08bc	0,36a
Testemunha	1,05c	0,32ab

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

Tabela 4. Colonização do sistema radicular de porta-enxertos de abacateiro (*Persea* sp.), submetidos à inoculação de seis espécies de fungos micorrízicos arbusculares na EEA da UFRGS, em Eldorado do Sul, dois meses após a inoculação⁽¹⁾.

Tratamento	Estrutura		
	Hifa ⁽²⁾	Arbúsculo ⁽³⁾	Vesícula ⁽³⁾
<i>Glomus clarum</i>	1,32ab	1,43a	0,00b
<i>Scutellospora heterogama</i>	1,21ab	1,50a	0,00b
<i>Glomus etunicatum</i>	1,25ab	1,40a	0,26ab
<i>Acaulospora scrobiculata</i>	1,38a	1,64a	0,57a
<i>Gigaspora margarita</i>	0,81b	0,74b	0,00b
<i>Glomus manihotis</i>	1,22ab	0,70b	0,00b
Testemunha	0,05c	0,04c	0,00b

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan. ⁽²⁾Índice 0 para ausência de hifas; 1: presença fraca; 2: presença moderada; 3: presença intensa. ⁽³⁾Índice 0 para ausência de arbúsculos e vesículas; 1, para 1 a 50 estruturas; 2, para 51 a 100 estruturas; 3, para mais de 100 estruturas.

pouco tempo (dois meses) entre a inoculação e a avaliação. No entanto, observa-se que as espécies que apresentaram desenvolvimento vegetativo significativamente ($P \leq 0,05$) superior ao da testemunha (*S. heterogama*, *G. etunicatum* e *A. scrobiculata*) também apresentaram conteúdo de substâncias de reserva significativamente superiores às da testemunha. Isso se explica, evidentemente, porque plantas que apresentam maior área foliar têm taxa fotossintética maior, que aumenta o nível de carboidratos no interior da planta. O fato de FMA causarem um crescimento diferenciado em plantas de abacate pode estar baseado na afinidade, maior ou menor, que cada espécie de FMA tem por diferentes espécies de plantas. Menge et al. (1980), por exemplo, testaram o efeito de dois isolados de *Glomus fasciculatum*, sobre o crescimento e nutrição de mudas de abacateiro cv. Topa Topa, e, entre outros resultados, concluíram que um isolado foi superior ao outro, em relação à nutrição mineral, o que demonstra que o abacateiro apresenta respostas diferentes, de acordo com o tipo de FMA inoculado.

Além da afinidade colonizador-hospedeiro, deve-se levar em conta o meio ambiente como agente selecionador de espécies de FMA. Saggin, citado por Siqueira (1996), observou ocorrência diferenciada de espécies de FMA, de acordo com os níveis de pH, matéria orgânica, P e Zn. Dessa forma, em relação ao pH, *Acaulospora morrowae*, *Acaulospora mellea*, *Entrophospora colombiana*, *Glomus fasciculatum* tiveram seus índices de ocorrência elevados em solos com pH baixo, o que indica que estes fungos se adaptam melhor em solos ácidos. Ao contrário, *Acaulospora scrobiculata* e *Glomus etunicatum* foram favorecidas pela elevação do pH. Portanto, a correção da acidez do substrato até pH 6, nível este mais adequado para um bom desenvolvimento do abacateiro, beneficiou as espécies *G. clarum*, *S. heterogama* e *G. etunicatum*, em detrimento das espécies *G. manihotis* e *G. margarita*, que, provavelmente, não estão adaptadas a um meio com este nível de pH. Neste sentido, Daniels & Trappe (1980) e Siqueira et al. (1985) afirmam que os gêneros *Gigaspora* e *Acaulospora* germinam predominantemente em pH ácido, enquanto o gênero

Glomus se adapta melhor a solos neutros ou alcalinos.

Estas condições adversas a *G. margarita* podem ter sido a causa do desempenho negativo desta espécie ao ser inoculada em porta-enxertos de abacateiro, podendo, inclusive, ter provocado uma ação de parasitismo por parte desta espécie de FMA, o que pode ocorrer em ocasiões especiais (Chavez & Ferrera-Cerrato, 1990).

Conclusões

1. A dependência do abacateiro em relação aos FMA é variável de acordo com a espécie de fungo.

2. *Scutellospora heterogama*, *Acaulospora scrobiculata* e *Glomus etunicatum* proporcionam melhor nutrição, maior conteúdo em substâncias de reserva, e maior desenvolvimento vegetativo das plantas.

3. *Glomus clarum* somente incrementa a altura das plantas.

4. A inoculação de *Glomus manihotis* não altera o desenvolvimento vegetativo dos porta-enxertos, enquanto *Gigaspora margarita* lhe é prejudicial.

Referências

- ALLEN, M. F. **The ecology of mycorrhizae**. San Diego: Cambridge University Press, 1991. 184 p.
- AZCÓN-AGUILAR, C.; BARCELO, A.; VIDAL, M. T.; VINA, G. Further studies on the influence of mycorrhizal on growth and development of micropropagated avocado plants. **Agronomie**, Paris, v. 46, n. 12, p. 837-840, May 1992.
- CABALA ROSAND, P.; DIAS, R. Associações micorrízicas e a nutrição mineral das plantas. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1., 1985, Lavras. **Anais...** Lavras: Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 1985. p. 33-59.
- CHAVEZ, M. C. G.; FERRERA-CERRATO, R. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizae on tissue culture-derived plantlets of strawberry. **HortScience**, Alexandria, v. 25, n. 8, p. 903-905, Aug. 1990.
- CHU, E. Y.; ENDO, T.; STEIN, R. L. B.; ALBUQUERQUE, F. C. Avaliação da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares sobre a incidência de fusariose da pimenta-do-reino. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 205-208, jun. 1997.
- COLOZZI-FILHO, A.; BALOTA, E. L. Micorrizas arbusculares. In: HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R. S. (Ed.). **Manual de métodos empregados em microbiologia agrícola**. Brasília: Embrapa, 1994. p. 383-418.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC (Passo Fundo, RS). **Recomendações de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande e de Santa Catarina**. 3. ed. Passo Fundo: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo-Núcleo Regional Sul, 1994. 224 p.
- DANIELS, B. A.; TRAPPE, P. M. Factors affecting germination of the VAM fungus *Glomus epigaeus*. **Mycologia**, New York, v. 72, n. 3, p. 457-471, May/June 1980.
- ESPÍRITO SANTO, F. R. C. **Distribuição de óxidos de ferro em um catena de solos derivados de granito na região fisiográfica da depressão central no Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 1988. 141 p. Dissertação de Mestrado.
- HAYMAN, D. S. Endogone spore numbers in soil and vesicular-arbuscular mycorrhiza in wheat as influenced by season and soil treatment. **Transactions of the British Mycological Society**, London, v. 54, p. 55-62, Feb. 1970.
- MENGE, J. A.; DAVIS, R. M.; JOHNSON, E. L. V.; ZENTMYER, G. A. Mycorrhizal fungi increase growth and reduce transplant injury in avocado. **California Agriculture**, Berkeley, v. 2, n. 4, p. 6-7, Apr. 1978.
- MENGE, J. A.; LARUE, J.; LABANAUSKAS, C. K.; JOHNSON, E. L. V. The effect of two mycorrhizal fungi upon growth and nutrition of avocado seedlings grown with six fertilizer treatments. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 105, n. 4, p. 400-404, July 1980.
- NEMEC, S. *Glomus intraradix* effects on citrus rootstocks seedling growth in various potting media. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, Inglaterra, v. 118, p. 315-323, June 1992.
- NEWSHAM, K. K.; FITTER, A. H.; WATKINSON, A. R. Arbuscular mycorrhiza protect an annual grass from root pathogenic fungi in the field. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 83, n. 6, p. 991-1000, Dec. 1995.
- PHILLIPS, J. M.; HAYMAN, D. S. Improved procedures for cleaning roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of

- infection. **Transactions of the British Mycological Society**, London, v. 55, p. 158-161, Aug. 1970.
- PINOCHET, J.; CAMPRUBI, A.; CALVET, C.; FERNÁNDEZ, C.; RODRÍGUEZ KÁBANA, R. Inducing tolerance to the root-lesion nematode *Pratylenchus vulnus* by early mycorrhizal inoculation of micropropagated myrabolan 29c plum rootstock. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 123, n. 3, p. 342-347, May 1998.
- PRIESTLEY, G. A. A new method for the estimation of the resources of apple trees. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 16, p. 717-721, Dec. 1965.
- READ, D. J.; BOYD, R. Water relations of mycorrhizal fungi and their host plants. In: AYRES, P. G.; BOYD, L. (Ed.). **Water, fungi and plants**. London: Syndicate of the University of Cambridge, 1986. p. 287-303.
- SILVEIRA, A. P. D. Micorrizas. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. (Ed.). **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p. 257-282.
- SIQUEIRA, J. O. **Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas**. Lavras: Ufla, 1996. 290 p.
- SIQUEIRA, J. O. Micorrizas arbusculares. In: ARAÚJO, R. S.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Microorganismos de importância agrícola**. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. p. 151-194. (Documentos, 44).
- SIQUEIRA, J. O.; SYLVIA, D. M.; GILSON, J.; HUBBELL, D. H. Spores, germination and germ tubes of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 31, n. 11, p. 965-972, Nov. 1985.
- VIDAL, M. T.; AZCÓN-AGUILAR, C.; BAREA, J. M.; PLIEGO-ALFARO, F. Mycorrhizal inoculation enhances growth and development of micropropagated plants of avocado. **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 7, p. 785-787, July 1992.
- WEBER, O. B.; OLIVEIRA, E. Ocorrência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em citros nos estados da Bahia e Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 12, p. 1905-1914, dez. 1994.