



Revista Brasileira de Ciência do Solo

ISSN: 0100-0683

revista@sbccs.org.br

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Brasil

Silva Vieira, Vanessa Cristina; Melloni, Rogério; Vieira Neto, João
AVALIAÇÃO DA INTERAÇÃO MICORRÍZICA EM CULTIVARES DE OLIVEIRA (*Olea europaea L.*)

Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 35, núm. 6, 2011, pp. 1885-1892

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180221446005>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

AVALIAÇÃO DA INTERAÇÃO MICORRÍZICA EM CULTIVARES DE OLIVEIRA (*Olea europaea* L.)⁽¹⁾

Vanessa Cristina Silva Vieira⁽²⁾, Rogério Melloni⁽³⁾ & João Vieira Neto⁽⁴⁾

RESUMO

A maioria dos estudos com oliveira no Brasil e no mundo tem sido direcionada à produção e ao manejo. Apesar da importância para o crescimento vegetal e resistência a estresses diversos, não há estudos sobre a ocorrência de associação micorrízica em oliveira, no Brasil. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a interação micorrízica em cultivares de oliveira na Fazenda Experimental de Maria da Fé – MG (FEMF – EPAMIG), a qual serve como ponto de partida na produção de inoculantes comerciais de fungos micorrízicos arbusculares para a cultura. Amostras de solo e de raízes de sete cultivares de oliveira foram coletadas para determinação do comprimento de micélio extrarradicular ativo e total e avaliação da percentagem e intensidade de colonização micorrízica, bem como da densidade e diversidade de esporos. Nas rizosferas das cultivares de oliveira, foram isoladas nove espécies de fungos micorrízicos: *Acaulospora denticulata*, *Acaulospora scrobiculata*, *Acaulospora* sp1, *Acaulospora* sp2, *Entrophospora* sp1, *Gigaspora* sp1, *Glomus mosseae*, *Scutellospora pellucida* e *Scutellospora* sp1. Os resultados comprovaram o micotrofismo da espécie. No entanto, não houve efeito das cultivares na distribuição dos propágulos de FMAs, os quais estiveram homogeneamente distribuídos nas diferentes rizosferas.

Termos de indexação: fungo micorrízico arbuscular, micotrofismo, potencial de inóculo.

⁽¹⁾ Trabalho Extraído da Dissertação de Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, Itajubá (MG). Financiado pela CAPES. Recebido para publicação em 24 de dezembro de 2010 e aprovado em 1 de setembro de 2011.

⁽²⁾ Mestre em Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI. Av. BPS 1303, Pinheirinho, Caixa Postal 50, CEP 37500-903 Itajubá (MG). E-mail: vanessamicrobiologia@gmail.com

⁽³⁾ Professor Associado I do Instituto de Recursos Naturais, UNIFEI. E-mail: rogerio.melloni@gmail.com

⁽⁴⁾ Engenheiro-agronomo, Doutor em Agronomia/Fitotecnia, Pesquisador da Epagri/Estação Experimental de Ituporanga. Estrada Geral 453, Lageado Águas Negras, CEP 88400-00 Ituporanga (SC). E-mail: joaoneto@epagri.sc.gov.br

SUMMARY: ASSESSMENT OF MYCORRHIZAL INTERACTION IN OLIVE TREE (*Olea europaea L.*) CULTIVARS

Most studies on olive trees in Brazil and in the world have focused on yield and management. Despite the importance for plant growth and resistance to various stresses, there are no studies on the occurrence of mycorrhizal association in olive trees, in Brazil. The objective of this study was to evaluate the mycorrhizal interaction in olive trees on the Fazenda Experimental de Maria da Fé - MG (FEMF - EPAMIG), underlying the production of commercial inoculants of arbuscular mycorrhizal fungi for olive. Soil and roots samples of seven olive tree cultivars were collected to determine the length of active extraradical and total mycelium, and the rate and intensity of mycorrhizal colonization and spore density and diversity. From the rhizosphere of the olive trees, nine AMF species were isolated (Acaulospora denticulata, Acaulospora scrobiculata, Acaulospora sp1, Acaulospora sp2, Entrophosphora sp1, Gigaspora sp1, Glomus mosseae, Scutellospora pellucida and Scutellospora sp1). The results confirmed the micotrophicism of the species. However, no effect of cultivars was observed on the distribution of AMF propagules, which were evenly distributed in the different rhizospheres.

Index terms: arbuscular mycorrhizal fungi, micotrophicism, inoculum potential.

INTRODUÇÃO

Fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) são microrganismos do solo que pertencem ao filo Glomeromycota, classe Glomeromycetes, a qual possui quatro ordens, 10 famílias, 13 gêneros e cerca de 180 espécies (Azevedo, 2008). Esses fungos associam-se às raízes da maioria das plantas, numa relação de mutualismo, em que ambos os organismos normalmente são beneficiados. Essa simbiose tem sido considerada a mais importante de todas as que envolvem plantas e microrganismos (Gomes et al., 2007; Siqueira et al., 2010). É amplamente aceita e documentada na literatura a capacidade dos FMAs de incrementar a absorção de nutrientes e água da planta à qual estejam associados. As hifas fúngicas aumentam a absorção de nutrientes minerais, como o fósforo e o nitrogênio, importantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas (Colozzi Filho & Cardoso, 2000; Moreira & Siqueira, 2006; Zsögön, 2006; Silveira & Freitas, 2007; Azevedo, 2008; Cardoso et al., 2010; Siqueira et al., 2010).

Conforme referenciado em literaturas (Santos-Antunes, 2002; Caravaca et al., 2003; Querejeta et al., 2003; Calvente et al., 2004; Porras-Piedra et al., 2005; Castilho et al., 2006; Pinet et al., 2007; Meddad-Hamza et al., 2010), micorrizas arbusculares são encontradas em oliveira, cultura cujo interesse econômico em Minas Gerais, e no Brasil, está em expansão devido, principalmente, aos esforços para a produção do primeiro azeite de oliva nacional e ao potencial que a cultura apresenta de agregação de valor (Uceda et al., 2006).

A oliveira, planta da família Oleaceae, é uma espécie exótica, de clima temperado e que foi introduzida no Brasil no início do século XIX, nas regiões Sul e Sudeste, sendo ainda hoje uma espécie pouco cultivada (Vieira Neto et al., 2008). A produtividade das

culturas perenes (Bonfim et al., 2008) – entre estas, a da oliveira – é sustentada por uma diversidade de fatores, principalmente de ordem biológica, que podem ocorrer na sua parte aérea ou no solo sob cultivo.

Calvente et al. (2004) avaliaram a comunidade micorrízica de três plantações de oliveiras no Mediterrâneo; duas espécies (*G. intraradices* e *G. mosseae*) proporcionaram aumento de crescimento nas cultivares de oliveira Arbequina e Leccino. Em outros estudos com inoculação de plantas de oliveira sob condições controladas, Santos-Antunes (2002), Caravaca et al. (2003), Querejeta et al. (2003), Porras-Piedra et al. (2005), Castilho et al. (2006) e Pinet et al. (2007), mostraram que os FMAs melhoraram o desenvolvimento das plantas hospedeiras quando estas foram expostas a causas de estresse, como falta de água ou mesmo ataques de agentes patogênicos.

Pesquisas recentes de Meddad-Hamza et al. (2010) com a inoculação de duas espécies de FMAs (*Glomus mosseae* e *Glomus intraradices*) em plantas de oliveira confirmaram resultados positivos no desenvolvimento das plantas, quando comparadas com aquelas não inoculadas, principalmente pela melhor resistência ao transplantio e estresse hídrico.

Apesar da importância dos FMAs para a sustentabilidade da cultura e das dificuldades de enraizamento, brotações e produções de mudas da espécie (Oliveira et al., 2003; Dutra et al., 2004), são inexistentes os estudos com FMAs em oliveiras no Brasil. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a interação micorrízica em cultivares de oliveira cultivadas no sul do Estado de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado nas dependências da Fazenda Experimental de Maria da Fé (FEMF),

pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), no município de Maria da Fé, microrregião da serra da Mantiqueira, sul de Minas Gerais. O experimento foi instalado em 2007, sobre Argissolo Vermelho-Amarelo (Quadro 1), em blocos casualizados, com sete cultivares de oliveira (Quadro 2) e três plantas por parcela, com quatro repetições por tratamento.

As amostragens do solo foram realizadas no final do verão (março) de 2009, na profundidade de 0–10 cm, totalizando 84 amostras. As amostras foram retiradas com auxílio de uma enxada desinfestada com álcool etílico a 70 %. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente etiquetados, e submetidas às análises microbiológicas, químicas e físicas.

As análises microbiológicas corresponderam à avaliação do potencial de inóculo (propágulos) de FMAs. Foram determinados: o comprimento de micélio extrarradicular ativo e total, a percentagem e intensidade de colonização micorrízica e a densidade e diversidade (morfotipos) de esporos de FMAs nas respectivas amostras. O método para extração e determinação do comprimento de micélio extrarradicular ativo (MEA) e total (MET) foi baseado em Melloni & Cardoso (1999), compreendendo lavagem das amostras de solo em água de torneira, seguida de agitação, filtração a vácuo em membrana quadriculada e visualização em microscópio óptico sob luz comum, para determinação de MET, e luz ultravioleta, para determinação de MEA.

A colonização radicular por FMAs foi determinada em raízes de oliveira obtidas do peneiramento de

amostras de solo em peneira de 2 mm, posteriormente lavadas em água corrente, clarificadas e coradas de acordo com método de Vierheilig et al. (1998). A percentagem de colonização das raízes foi determinada pelo método da placa quadriculada, segundo Giovannetti & Mosse (1980). A intensidade de colonização radicular foi quantificada em segmentos radiculares distribuídos em lâminas de microscópio, atribuindo-se notas de 0 a 100, conforme a ocupação da área radicular pelas estruturas fúngicas (Bethlenfalvay et al., 1981).

A extração de esporos de FMAs seguiu método descrito por Gerdemann & Nicolson (1963), em que porções de solo rizosférico foram lavadas e peneiradas e a densidade determinada pela contagem dos esporos em placa concêntrica, em microscópio estereoscópico. Para determinação da diversidade, os esporos foram separados e agrupados conforme formato, tamanho e cor, antes da identificação (Schenck & Pérez, 1987). Com o número e abundância relativa de cada espécie de FMA, calculou-se o índice de diversidade (H') de Shannon-Weaver.

Os dados microbiológicos obtidos, com exceção de micélio extrarradicular ativo e total, foram transformados para arc sen $(x+1)^{0.5}$ e submetidos à análise de variância, empregando-se o teste de Duncan a 5 % para comparação das médias entre as cultivares de oliveira, utilizando-se o programa Sanest (Zonta et al., 1984). Os atributos microbiológicos foram submetidos ainda à análise de correlação, e as significâncias entre as correlações, testadas a partir da ferramenta de regressão do software Excel®.

Quadro 1. Atributos químicos e físicos das amostras de solo para os quatro blocos em estudo

Bloco	pH H ₂ O	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P-prem	Argila	Areia	Silte
— mg dm ⁻³ —																	
I	5,7	211,1	137	3,7	0,9	0,0	4,0	5,0	5,0	8,9	55,3	0	2,7	34,1	90	470	440
II	5,9	211,1	139	4,1	0,7	0,0	2,9	5,2	5,2	8,1	64,0	0	2,5	36,3	160	470	370
III	5,5	197,7	117	3,4	0,5	0,1	4,0	4,2	4,3	8,2	51,2	2	2,7	32,0	160	510	330
IV	5,8	311,1	111	3,9	0,5	0,1	3,2	4,7	4,8	7,9	59,4	2	2,4	33,1	200	450	350

Quadro 2. Características das cultivares de oliveira utilizadas para avaliação micorrízica, na Fazenda Experimental de Maria da Fé (FEMF-EPAMIG)

Cultivar	Origem	Porte	Vigor	Finalidade	Tamanho do fruto (peso)
Ascolano 315	Itália	Aberto	Alto	Mesa	Alto
Arbequina	Espanha	Ereto	Baixo	Azeite	Baixo
Grappolo 541	Itália	Aberto	Médio	Mesa e azeite	Médio
Grappolo 561	Itália	Aberto	Médio	Mesa e azeite	Médio
Grappolo 575	Itália	Ereto	Baixo	Mesa e azeite	Médio
Leccino	Itália	Aberto	Alto	Azeite	Médio
Maria da Fé	Portugal	Aberto	Ato	Azeite	Baixo

Fonte: Adaptado de Vieira Neto et al. (2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Micélio extrarradicular ativo (MEA) e total (MET)

Verificou-se grande diferença entre os valores de MEA e MET (Quadro 3), sendo o comprimento do micélio ativo inferior ao do total. Os valores de MEA variaram de 0,11 a 0,44 m g⁻¹ de solo seco entre as cultivares; aquele obtido na rizosfera da cultivar Arbequina foi superior aos obtidos nas cultivares Grappolo 561, Grappolo 575, Leccino e Maria da Fé. O comprimento de MEA não diferiu nas demais cultivares (Ascolano 315 e Grappolo 541). Não houve diferença entre os valores de MET para as cultivares, e a variação desse comprimento foi de 2,4 a 3,7 m g⁻¹ de solo seco.

A razão MEA/MET variou de 3,0 %, na cultivar Grappolo 561, a 14,0 %, na cultivar Arbequina, mostrando que, além de menores valores observados para MEA, houve também variação na proporção entre as estruturas ativa e inativa. O comportamento obtido de menores valores de MEA, quando comparado ao de MET, concorda com o observado por Melloni et al. (2000) em estudos de avaliação da influência do fósforo e de FMAs em limoeiro-cravo, onde o comprimento de MEA variou de 0,5 a 1,0 m, e o de MET, de 6 a 12 m g⁻¹ de solo – bem superiores aos observados para oliveira. Valores maiores para MET em comparação com MEA são esperados, já que, do total de micélios extrarradiculares produzidos pelo fungo, somente parte dele está ativa, absorvendo e translocando nutrientes para a planta (Melloni & Cardoso, 1999).

Intensidade e percentagem de colonização radicular

Todas as amostras de raízes de oliveira apresentaram colonização intrarradicular por FMAs. A taxa de intensidade de colonização radicular variou de 23,6 a 32,2 % e não foi significativamente diferente entre as cultivares (Quadro 4). Também não houve

Quadro 4. Intensidade e percentagem de colonização radicular em amostras de raízes de cultivares de oliveira, na área de estudo

Cultivar	Intensidade de colonização (%)	Percentagem de colonização
Ascolano 315	25,3a	4,58a
Arbequina	23,6 a	2,52a
Grappolo 541	23,8 a	4,34a
Grappolo 561	29,0 a	1,21a
Grappolo 575	32,2 a	5,83a
Leccino	30,6 a	3,25a
Maria da Fé	32,1 a	1,97a

Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5 %.

diferença significativa na percentagem de colonização radicular entre as cultivares, com variação entre 1,21 e 5,83 % – valores considerados baixos para a mesma cultura, em condições controladas.

Porras-Piedra et al. (2005), ao estudarem a influência de FMAs no crescimento de plantas jovens, obtiveram resposta positiva da inoculação ao testarem três espécies de fungos do gênero *Glomus*. Utilizando os mesmos métodos vistos no presente trabalho para coloração das raízes e avaliação da colonização micorrízica, os pesquisadores encontraram 100 % de colonização nas plantas inoculadas. Castilho et al. (2006), em estudos da influência de FMAs no controle de nematóides, encontraram percentagem de colonização para a cultivar Arbequina, inoculada com diferentes espécies de FMAs, variando de 78 a 94,6 %. Ressalta-se que os trabalhos supracitados para oliveira foram realizados em condições controladas, ao contrário do presente trabalho, cujas amostras de raízes foram retiradas diretamente de plantas sob condições de campo, as quais, normalmente, apresentam resultados inferiores de colonização (Córdoba et al., 2002; Moreira & Siqueira, 2006).

Apesar da ausência de diferenças entre as cultivares de oliveira em ambos os métodos de quantificação da colonização micorrízica, quando comparada com a intensidade de colonização radicular, a percentagem de colonização apresentou valores inferiores. Esse resultado pode estar relacionado às diferenças metodológicas de observação e quantificação da colonização, em que a intensidade de colonização é observada sob microscópio e a percentagem de colonização, em placa quadriculada sob lupa. A maioria das raízes da oliveira, depois de coradas e observadas em lupa, apresentaram-se muito escuras, o que dificultou a observação da colonização em microscópio estereoscópico. Em vista disso, a percentagem de colonização radicular pode ter sido subestimada em relação à intensidade de colonização.

No entanto, não há estudos publicados na literatura nacional que relacionem colonização micorrízica em oliveira. Pelo presente trabalho,

Quadro 3. Comprimento de micélio extrarradicular ativo (MEA) e total (MET) e a razão entre MEA e MET em amostras de solo da rizosfera de diferentes cultivares de oliveira, na área de estudo

Cultivar	MEA	MET	Razão MET/MEA
— m g ⁻¹ —			
Ascolano 315	0,32ab	3,55a	9,0
Arbequina	0,44a	3,12a	14,0
Grappolo 541	0,24ab	3,70a	6,5
Grappolo 561	0,11b	3,60a	3,0
Grappolo 575	0,17b	2,40a	7,0
Leccino	0,15b	2,74a	5,5
Maria da Fé	0,15b	2,83a	5,3

Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5 %.

recomenda-se que seja dada preferência à quantificação da intensidade e não à percentagem de colonização radicular, pela maior facilidade de observação das estruturas micorrízicas em segmentos radiculares, sob microscópio óptico.

Densidade e diversidade de esporos

Não houve diferença na densidade de esporos para as sete cultivares estudadas; o número médio de esporos por 50 g de solo variou de 12,01 na cultivar Arbequina a 29,55 na cultivar Ascolano 315 (Quadro 5).

Da mesma forma que para colonização micorrízica (Quadro 4), não há estudos publicados na literatura nacional que relacionem densidade e diversidade de esporos de FMAs em solo rizosférico de oliveiras. De acordo com Costa et al. (2007), o conhecimento da diversidade das populações de FMAs, bem como de seu papel e das interações com o meio abiótico, é requisito fundamental para explicar o crescimento de plantas micorrizadas. O estudo da diversidade revela aspectos ligados à sobrevivência e persistência de espécies em determinado ambiente ou rizosfera, podendo ser usado na avaliação dos efeitos benéficos da simbiose e dos impactos do manejo agrícola e ambiental aplicado nessas culturas de interesse.

Quadro 5. Densidade e diversidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares obtidos na rizosfera das cultivares de oliveira estudadas

Cultivar	Densidade de esporos (nº. 50 g solo ⁻¹)	Diversidade de esporos (H')
Ascolano 315	29,55a	1,39
Arbequina	12,01a	1,35
Grappolo 541	14,01a	1,42
Grappolo 561	18,76a	1,35
Grappolo 575	12,26a	1,05
Leccino	17,95a	1,42
Maria da Fé	16,69a	1,41

Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5 %.

Com base nas características morfológicas, foram identificados esporos pertencentes a nove espécies de FMAs (Quadro 6), para as diferentes cultivares de oliveira.

Os gêneros *Acaulospora*, *Entrophospora* e *Scutellospora* foram encontrados nas sete cultivares estudadas. Conforme Melloni et al. (2003), espécies dominantes de FMAs estão relacionadas à presença de mecanismos especiais de adaptação para suportarem as variações dos fatores bióticos e abióticos, com baixa especificidade quanto ao habitat. Já os gêneros *Gigaspora* e *Glomus*, principalmente o primeiro, não foram detectados em algumas cultivares, em virtude da presença de condições e, ou, de hospedeiro favorável à sua esporulação.

Os resultados do índice de diversidade (Quadro 5) mostraram que, exceto para a cultivar Grappolo 575, que apresentou menor diversidade de FMAs, os valores de H' para as demais cultivares foram semelhantes, com valor médio de 1,39. A baixa diversidade de FMAs na cultivar Grappolo 575 está relacionada ao menor número de espécies (ausência de *Gigaspora* sp1) e à dominância de outras (*A. denticulata* e *Acaulospora* sp2). No entanto, essa menor diversidade não comprometeu a micorrização da cultivar (Quadro 4). Por sua vez, Calvente et al. (2004) avaliaram a comunidade micorrízica de três plantações de oliveiras no Mediterrâneo e identificaram somente quatro espécies de FMAs, todas pertencentes ao gênero *Glomus*: *Glomus intraradices*, *G. mosseae*, *G. clarum* e *G. viscosum*. O maior tamanho dos esporos de *Gigaspora* pode ter, ainda, dificultado a disseminação destes na área de estudo, impedindo a sua sobrevivência e multiplicação, conforme também observado por Warner et al. (1987) em outras condições de estudo.

Análise de correlações

Quanto às correlações (Quadro 7), o micélio extrarradicular ativo (MEA) apresentou a maior correlação negativa com intensidade de colonização radicular ($r=-0,79$), seguido de micélio extrarradicular

Quadro 6. Ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) por cultivar, recuperados do solo rizosférico de diferentes cultivares de oliveira

FMA	Cultivar de oliveira						
	Ascolano 315	Arbequina	Grappolo 541	Grappolo 561	Grappolo 575	Leccino	Maria da Fé
<i>Acaulospora denticulata</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Acaulospora scrobiculata</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Acaulospora</i> sp2	+	+	+	+	+	+	+
<i>Acaulospora</i> sp2	+	+	+	+	+	+	+
<i>Entrophospora</i> sp1	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gigaspora</i> sp1	+	-	-	+	-	+	+
<i>Glomus mosseae</i>	+	+	+	-	+	+	+
<i>Scutellospora pellucida</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scutellospora</i> sp1	+	+	+	+	+	+	+

(+) presença e (-) ausência.

Quadro 7. Correlação entre os atributos microbiológicos em estudo: micélio extrarradicular ativo (MEA), micélio extrarradicular total (MET), percentagem de colonização (% Col.), intensidade de colonização (Int. Col.), densidade de esporos (Dens. Esp.) e diversidade de esporos (Div. Esp.)

	MET	% Col.	Int. Col.	Dens. Esp.	Div. Esp.
MEA	0,23	0,15	-0,79*	0,02	0,13
MET	-	-0,26	-0,73*	0,42*	0,58*
% Col.	-	-	-0,04	0,02	-0,55*
Int. Col.	-	-	-	-0,12	-0,41*
Dens. Esp.	-	-	-	-	0,37*

*: significância a 5 %.

total (MET) e intensidade de colonização radicular ($r=-0,73$). A maior correlação positiva foi obtida entre micélio extrarradicular total (MET) e diversidade de esporos ($r=0,58$).

O comprimento de micélio extrarradicular total (MET) foi o atributo que apresentou maior número de correlações significativas com os demais atributos microbiológicos estudados. O MET mostrou correlação significativa negativa com a intensidade de colonização radicular e positiva com a densidade e diversidade de esporos. A correlação negativa entre MET e intensidade de colonização indica que, quanto maior a quantidade de hifas de FMAs no solo (dada pelo comprimento de micélio extrarradicular total), menor a quantidade no interior das raízes (medida pela intensidade de colonização radicular). Isso sugere que o crescimento de micélio extrarradicular total, para esse caso, independe da colonização interna da raiz pelos FMAs. As correlações positivas entre MET e densidade e diversidade de esporos indicam que, neste estudo, o comprimento de micélio externo apresenta relação de proporcionalidade com a quantidade e diversidade de esporos no solo rizosférico.

O comprimento de MEA, assim como ocorreu com o MET, apresentou correlação negativa significativa com a intensidade de colonização radicular ($r=-0,79$), o que indica que o número de hifas ativas do solo, capazes de absorver e translocar nutrientes, está inversamente relacionado à colonização interna, crescendo independentemente desta. Entre as estruturas de FMAs, o micélio extrarradicular é o que apresenta maior extensão e biomassa (Melloni & Cardoso, 1999), e a correlação significativa com esses propágulos demonstra a complexidade da formação dos propágulos, regulada por influências biológicas, edáficas e ambientais (Siqueira et al., 2010).

A diversidade de espécies de FMAs tem correlação positiva com o número de esporos encontrados (densidade); quanto maior o número de esporos, maior a riqueza ($r=0,37$). A diversidade de esporos também mostrou correlação positiva com a presença de hifas de FMAs (MET) e negativa com a quantidade de hifas

do fungo dentro da planta (intensidade de colonização radicular) ($r=0,58$ e $-0,41$, respectivamente); quanto maior a diversidade de esporos no solo rizosférico, menor a percentagem e intensidade de colonização radicular. Nesse contexto, Azevedo (2008) considera que não se sabe se as espécies mais abundantes detectadas no solo, por meio da identificação com base na morfologia dos esporos assexuais, são também as mais abundantes no interior das raízes, devido às dificuldades para identificação dos FMAs nessa região.

Pela homogeneidade de distribuição dos propágulos de FMAs na rizosfera e nas raízes das diferentes cultivares de oliveira, na Fazenda Experimental de Maria da Fé, pode-se inferir que isso deve-se, provavelmente, à homogeneidade do manejo do solo aplicado e a melhorias na sua fertilidade (Quadro 1), e à baixa diversidade genética das cultivares, apesar das diferentes origens (Quadro 2), reduzindo a interferência do hospedeiro na formação e funcionalidade desses propágulos. Nesse sentido, alguns estudos sobre a diversidade genética de cultivares de oliveira revelam a importância do conhecimento da origem e do efeito da região agroecológica de cultivo (Gemas et al., 2004), e outros confirmam a semelhança genética entre as cultivares (Martins-Lopes et al., 2007; Cordeiro et al., 2008), a existência de clones entre elas (Rony et al., 2009) e a necessidade de garantir a diferença entre as cultivares para fins de certificação (Gomes et al., 2009).

CONCLUSÕES

1. A oliveira apresenta interação com fungos micorrízicos arbusculares nas condições ambientais estudadas.

2. Os propágulos de fungos micorrízicos arbusculares estão homogeneamente distribuídos nas proximidades da rizosfera das cultivares de oliveira, sem diferença significativa entre micélio extrarradicular ativo e total, densidade, diversidade de espécies e colonização radicular.

3. Na área de estudo, estão presentes nove espécies de fungos micorrízicos arbusculares (*Acaulospora denticulata*, *Acaulospora scrobiculata*, *Acaulospora* sp1, *Acaulospora* sp2, *Entrophospora* sp1, *Gigaspora* sp1, *Glomus mosseae*, *Scutellospora pellucida* e *Scutellospora* sp1), distribuídas na rizosfera das cultivares de oliveira Ascolano 315, Arbequina, Grappolo 541, 561 e 575, Leccino e Maria da Fé.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de mestrado à primeira autora, à Fundação de Amparo

à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio, e ao pesquisador Sidney Stürmer, da Universidade Regional de Blumenau (FURB), pela identificação dos esporos de fungos micorrízicos arbusculares.

LITERATURA CITADA

- AZEVEDO, L.C.B. Comunidades de Fungos Micorrízicos Arbusculares no solo e raízes de cana-de-açúcar. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008. 110p. (Tese de Doutorado)
- BETHLENFALVAY, G.J.; PACOVSKY, R.S. & BROWN, M.S. Measurement of mycorrhizal infection in soybeans. Soil Sci. Soc. Am. J., 45:871-875, 1981.
- BONFIM, J.A.; MATSUMOTO, S.N.; MIGUEL, D.L.; SANTOS, M.A.F.; CÉSAR, F.R.C.F.; ARAÚJO, G.S.; GUIMARÃES, M.M.C.; COELHO, R.A.; LIMA, J.M.; LEMOS, C.L. & SOUZA, A.J.J. Determinação da densidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares em cafeeiros cultivados em sistema agroflorestal e a pleno sol, no município de Vitória da Conquista, Bahia. R. Bras. Agroecol., 2:727-730, 2007.
- CALVENTE, R.; CANO, C.; FERROL, N.; AZCON-AGUILAR, C. & BAREA, J.M. Analysis natural diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in olive tree (*Olea europaea* L.) plantations and assessment of the effectiveness of native fungal isolates as inoculants for commercial cultivars of olive plantlets. Appl. Soil Ecol., 26:11-19, 2004.
- CARAVACA, F.; BAREA, J.M.; PALENZUELA, J.; FIGUEROA, D.; ALGUACIL, M.M. & ROLDÁN, A. Establishment of shrub species in a degraded semiarid site after inoculation with native or allochthonous arbuscular mycorrhizal fungi. Appl. Soil Ecol., 22:103-111, 2003.
- CARDOSO, E.J.B.N.; CARDOSO, I.M.; NOGUEIRA, M.A.; BARETTA, M.C.R.D. & PAULA, A.M. Micorrizas arbusculares na aquisição de nutrientes pelas plantas. In: SIQUEIRA, J.O.; SOUZA, F.A.; CARDOSO, E.J.B.N. & TSAI, S.M., eds. Micorrizas: 30 anos de pesquisas no Brasil. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2010. p.153-214.
- CASTILHO, P.; NICO, A.L.; AZCÓN-AGUILAR, C.; CALVET, C. & JIMÉNEZ-DÍAZ, R.M. Protection of olive planting stocks against parasitism of root-knot nematodes by arbuscular mycorrhizal fungi. Plant Pathol., 55:705-713, 2006.
- COLOZZI FILHO, A. & CARDOSO, E.J.B.N. Detecção de fungos micorrízicos arbusculares em raízes de cafeiro e de crotalária cultivada na entrelinha. Pesq. Agropec. Bras., 35:2033-2042, 2000.
- CORDEIRO, A.I.; SANCHEZ-SEVILLA, J.F.; ALVAREZ-TINAUT, M.C. & GOMEZ-JIMENEZ, M.C. Genetic diversity assessment in Portugal accessions of *Olea europaea* by RAPD markers. Biol. Plant., 52:642-647, 2008.
- CÓRDOBA, A.S.; MENDONÇA, M. & ARAÚJO, E.F. Avaliação da diversidade genética de fungos micorrízicos arbusculares em três estádios de estabilização de dunas. R. Bras. Ci. Solo, 26:931-937, 2002.
- COSTA, R.S.C.; CARMO, L.A. & CAMPELO, K.O. Ocorrência e diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em diferentes sistemas de uso da terra na Amazônia. 2007. Disponível em: <http://www.iamazonica.org.br/conteudo/eventos/_biodiversidadeSolo/pdf/RogerioLucianaKeyla.pdf>. Acesso em 22 mar. 2010.
- DUTRA, L.F.; OLIVEIRA, A.F.; FRÁGUAS, C.B. & PASQUAL, M. Multiplicação *in vitro* de oliveira (*Olea europaea* L.). Ci. Agrotec., 28:220-223, 2004.
- GEMAS, V.J.V.; ALMADANIM, M.C.; TENREIRO, R.; MARTINS, A. & FEVEREIRO, P. Genetic diversity in the Olive tree (*Olea europaea* L. subsp. *europaea*) cultivated in Portugal revealed by RAPD and ISSR markers. Gen. Res. Crop Evol., 51:501-511, 2004.
- GERDEMANN, J.W. & NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. Trans. Brit. Mycol. Soc., 46:235-244, 1963.
- GIOVANETTI, M. & MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytol., 84:489-500, 1980.
- GOMES, F.W.F.; DIAS, F.C.; ZATORRE, N.P.; OLIVEIRA, C.; AMARAL SOBRINHO, N.M.B. & BERBARA, R.L.L. Efeitos da aplicação de um resíduo industrial orgânico nos Fungos Micorrízicos Arbusculares. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 7., Caxambu, 2007. Anais... Caxambu, Sociedade de Ecologia do Brasil, 2007.
- GOMES, S.; MARTINS-LOPES, P.; LOPES, J. & GUEDES-PINTO, H. Assessing genetic diversity in *Olea europaea* L. Using ISSR and SSR Markers. Plant Molec. Biol. Rep., 27:365-373, 2009.
- MARTINS-LOPES, P.; LIMA-BRITO, J.; GOMES, S.; MEIRINHOS, J.; SANTOS, L. & GUEDES-PINTO, H. RAPD and ISSR molecular markers in *Olea europaea* L.: Genetic variability and molecular cultivar identification. Gen. Res. Crop Evol., 54:117-128, 2007.
- MEDDAD-HAMZA, A.; BEDDIAR, A.; GOLLOTTE, A.; LEMOINE, M. C.; KUSZALA, C. & GIANINAZZI, S. Arbuscular mycorrhizal fungi improve the growth of olive trees and their resistance to transplantation stress. Afr. J. Biotechnol., 9:1159-1167, 2010.
- MELLONI, R. & CARDOSO, E.J.B.N. Quantificação de micélio extrarradicular de fungos micorrízicos arbusculares em plantas cítricas. I. Método empregado. R. Bras. Ci. Solo, 23:53-58, 1999.
- MELLONI, R.; NOGUEIRA, M.A.; FREIRE, V.F. & CARDOSO, E.J.B.N. Fósforo adicionado e fungos micorrízicos arbusculares no crescimento e nutrição mineral de limoeiro-cravo [*Citrus limonia* (L.) Osbeck]. R. Bras. Ci. Solo, 24:767-775, 2000.

- MELLONI, R.; SIQUEIRA, J.O. & MOREIRA, F.M.S. Fungos micorrízicos arbusculares em solos de área de mineração de bauxita em reabilitação. *Pesq. Agropec. Bras.*, 38:267-276, 2003.
- MOREIRA, F.M.S. & SIQUEIRA, J.O. Microbiologia e bioquímica do solo. 2.ed. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2006. 729p.
- OLIVEIRA, A.F.; PASQUAL, M.; CHALFUN, N.N.J.; REGINA, M.A. & RINCÓN, C. del RIO. Influência do número de nós em estacas semilenhosas de oliveira (*Olea europaea* L.) no enraizamento sob câmara de nebulização. *Ci. Agrotec.*, 27:332-338, 2003.
- PINET, M.N.; LEMOINE, M.C.; MARTIN, C.; CHAMBON, C. & GIANINAZZI, S. Micropropagation of olive (*Olea europaea* L.) and application of mycorrhiza to improve plantlet establishment. *In Vitro Cell. Dev. Biol. - Plant*, 43:473-478, 2007.
- PORRAS PIEDRA, A.; SORIANO MARTÍN, M.L.; PORRAS SORIANO, A. & FERNÁNDEZ IZQUIERDO, G. Influence of arbuscular mycorrhizas on the growth rate of mistpropagated olive plantlets. *Span. J. Agric. Res.*, 3:98-105, 2005.
- QUEREJETA, J.I.; BAREA, J.M.; ALLEN, M.F.; CARAVACA, F. & ROLDÁN, A. Differential response of d13C and water use efficiency to arbuscular mycorrhizal infection in two aridland woody plant species. *Oecologia*, 135:510-515, 2003.
- RONY, C.; BAALBAKI, R.; KALAITZIS, P. & TALHOUK, S.N. Molecular characterization of Lebanese olive germplasm. *Tree Genet. Genomes*, 5:109-115, 2009.
- SANTOS-ANTUNES, A.F. As micorrizas e o crescimento das plantas: O caso da oliveira. *Elvas*, 38:223-230, 2002.
- SCHENCK, N.C. & PÉREZ, Y. Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi. Gainesville, University of Florida, 1987. 242p.
- SILVEIRA, A.P.D. & FREITAS, S.S. Microbiota do solo e qualidade ambiental. Campinas, Instituto Agronômico, 2007. 317p.
- SIQUEIRA, J.O.; SOUZA, F.A.; CARDOSO, E.J.B.N. & TSAI, S.M., eds. Micorrizas: 30 anos de pesquisas no Brasil. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2010. 716p.
- UCEDA, M.; JIMÉNEZ, A.; BELTRÁN, G.; GARCIA-ORTIZ, C. & AGUILERA, M.P. Elaboração de azeite de oliva de qualidade. *Inf. Agropec.*, 27:90-97, 2006.
- VIEIRA NETO, J.; OLIVEIRA, A.F.; OLIVEIRA, N.C.; DUARTE, H.S.S. & GONCALVES, E.D. Aspectos técnicos da cultura da oliveira. Belo Horizonte, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 2008. 56p.
- VIERHEILIG, H.; COUGHLAN, A.P.; WYSS, U. & PICHÉ, Y. Ink and vinegar, a simple staining technique for arbuscular-mycorrhizal fungi. *Appl. Environ. Microbiol.*, 64:5004-5007, 1998.
- WARNER, N.J.; ALLEN, M.F. & MacMAHON, J.A. Dispersal agents of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in a disturbed arid ecosystem. *Mycology*, 79:721-730, 1987.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. & SILVEIRA JÚNIOR, P. Sistemas de análise estatística para microcomputadores (SANEST). Pelotas, Universidade Federal de Pelotas, 1984. 151p.
- ZSÖGÖN, A. Análise do desenvolvimento de micorrizas arbusculares em mutantes hormonais de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* cv. Micro-Tom). Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006. 48p. (Tese de Mestrado)