



Revista Brasileira de Ciência do Solo

ISSN: 0100-0683

revista@sbc.org.br

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Brasil

Magno dos Reis Ferreira, Gustavo; Melloni, Rogério; de Oliveira da Silva, Luiz Fernando;
Bolzan Martins, Fabrina; Dias Gonçalves, Emerson

FUNGOS MICORRIZICOS ARBUSCULARES NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE
OLIVEIRA (*Olea europaea L.*) CULTIVADAS NO SUL DE MINAS GERAIS

Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 39, núm. 2, 2015, pp. 361-366

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo

Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180239737004>

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

DIVISÃO 2 - PROCESSOS E PROPRIEDADES DO SOLO

Comissão 2.1 - Biologia do solo

FUNGOS MICORRIZICOS ARBUSCULARES NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE OLIVEIRA (*Olea europaea* L.) CULTIVADAS NO SUL DE MINAS GERAIS

Gustavo Magno dos Reis Ferreira⁽¹⁾, Rogério Melloni^{(2)*}, Luiz Fernando de Oliveira da Silva⁽³⁾, Fabrina Bolzan Martins⁽²⁾ e Emerson Dias Gonçalves⁽³⁾

⁽¹⁾ Universidade Federal de Lavras, Departamento de Biologia, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

⁽²⁾ Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Recursos Naturais, Itajubá, Minas Gerais, Brasil.

⁽³⁾ Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Fazenda Experimental de Maria da Fé, Maria da Fé, Minas Gerais, Brasil.

* Autor correspondente.

E-mail: rmelloni@unifei.edu.br

RESUMO

A oliveira é uma planta de clima temperado, cuja frutificação necessita de baixas temperaturas no período que antecede a floração. A produção de mudas de boa qualidade dessa cultura é fundamental na implantação do pomar e uma associação com fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) pode ser muito importante nesse sentido. No Brasil, não há estudos relacionados à utilização de FMAs na produção de mudas de oliveira. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da utilização de diferentes espécies de FMAs no desenvolvimento de mudas de cultivares de oliveira com potencial de cultivo na região sul de Minas Gerais. O experimento foi realizado em casa de vegetação avaliando-se três cultivares de oliveira (Arbequina, Grappolo 541- MGS GRAP541 e Maria da Fé - MGS MARIENSE) e quatro tratamentos de inoculação com FMAs (sem inóculo e com inóculo das espécies de FMAs *Glomus clarum*, *Gigaspora rosea* ou *Acaulospora scrobiculata*), de acordo com o fatorial (3×4). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições. Os FMAs estudados proporcionaram maior massa de matéria seca da parte aérea e raiz das mudas, quando comparadas àquelas não inoculadas, principalmente para a Grappolo 541 (MGS GRAP 541) e Arbequina. A cultivar Maria da Fé (MGS MARIENSE) apresentou baixa dependência micorrízica e menor produção de matéria seca da parte aérea, comparada às outras cultivares.

Palavras-chave: micorriza, inoculação, dependência micorrízica.

Recebido para publicação em 5 de março de 2014 e aprovado em 6 de novembro de 2014.

DOI: 10.1590/01000683rbcs20140082

ABSTRACT: ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI IN SEEDLING DEVELOPMENT OF OLIVE (*Olea europaea L.*) IN THE SOUTH OF MINAS GERAIS, BRAZIL

The olive tree is a temperate climate plant, whose fructification requires low temperatures before flowering. The production of good quality seedling material is essential for establishing an orchard, and association with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) can be very important in this respect. In Brazil, there are no studies related to the use of AMF in olive seedling production. The aim of this study was to evaluate the effect of the use of different AMF species on the development of seedlings of olive cultivars that may be grown in the region of southern of Minas Gerais. A greenhouse experiment was carried out evaluating three olive cultivars (Arbequina, Grappolo 541 - MGS GRAP541 and Maria da Fé - GS MARIENSE) and four treatments of inoculation with AMF (without inoculum and with inoculum of FMAs species *Glomus clarum*, *Gigaspora rosea*, or *Scutelospora scrobiculata*), according to a factorial combination 4 × 3. The experiment was conducted in a completely randomized design with three replications. The AMF studied led to a greater shoot and root dry matter weight when compared to treatments without fungi, especially in the olive seedling cultivars Arbequina and Grappolo (MGS GRAP 541). The cultivar Maria da Fé (MSG MARIENSE) had low mycorrhizal dependency and lower production of shoot dry matter weight compared to the other cultivars.

Keywords: mycorrhiza, inoculation, mycorrhizal dependency.

INTRODUÇÃO

O Brasil importa todo o azeite e azeitona que consome. Segundo os dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em 2013, foram gastos 380 milhões de dólares com importação de 73 mil toneladas de azeite (CONAB, 2013). As regiões altas da Serra da Mantiqueira se mostram adaptadas na produção e no cultivo das oliveiras, mesmo não apresentando as mesmas condições climáticas dos países do mediterrâneo. Contudo, as condições apresentadas nessa região são suficientes para a diferenciação de gemas produtivas das plantas, proporcionando, assim, uma produção razoável de azeitona (Oliveira et al., 2012).

A produtividade de culturas, como é o caso da oliveira, é sustentada por uma diversidade de fatores, entre os quais, as condições climáticas e interações com microrganismos presentes no solo. Entre esses, estão os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) com reconhecida habilidade em estimular o crescimento de plantas, por meio do incremento na absorção de nutrientes, a minimização dos efeitos de estresses bióticos e abióticos como os gerados em decorrência do transplantio, a deficiência hídrica e o ataque de patógenos (Moreira e Siqueira, 2006), a atuação na agregação e estabilidade de agregados por meio da rede micelial (Miller e Jastrow, 1992) e a estabilização e sustentabilidade do ecossistema (Smith e Read, 1997).

Os efeitos benéficos dos FMAs têm sido demonstrados em variadas condições e espécies vegetais, estimulando o crescimento vegetal como consequência de seu efeito na nutrição mineral da planta (Russomanno et al., 2008). No entanto, as espécies vegetais diferem quanto à capacidade de formar e de se beneficiarem da simbiose pelo fato de os efeitos no crescimento das plantas serem

predominantemente nutricionais, que variam em razão da exigência dessas e da fertilidade do solo (Siqueira e Saggini-Junior, 1995).

Trabalhos sobre levantamento de potencial de inóculo desses organismos, aliados àqueles sobre os de caracterização microbiológica de solos, são importantes para avanços biotecnológicos na produção de mudas (Carneiro et al., 1998) e no sucesso das culturas. Experimentos relacionados à inoculação de FMAs eficientes, em condições controladas, podem contribuir para definir a melhor relação simbiótica entre os envolvidos, garantindo maior e melhor produção de mudas de oliveira. Segundo Carneiro et al. (1998), uma futura inoculação de espécies dependentes de micorriza poderia reduzir o uso de insumos, o que traria benefícios econômicos e ambientais.

A maioria dos estudos de oliveira no Brasil e no mundo tem sido direcionada à produção e ao manejo; são poucos os relacionados a microrganismos do solo, limitando as informações necessárias para o sucesso da implantação e, ou, manutenção da sustentabilidade da cultura. No geral, existem poucas pesquisas relacionando os fungos micorrízicos arbusculares com as oliveiras (Vieira et al., 2011). Em alguns países, como Espanha, França e Portugal, demonstram-se resultados positivos da inoculação no crescimento, na absorção de nutrientes, no transplantio para o campo e na resistência a ataques de patógenos (Santos-Antunes, 2002; Piedra et al., 2005; Castillo et al., 2006; Binet et al., 2007).

Melhorias no vigor do cultivar de oliveira Arbequina em virtude da inoculação com FMAs foram verificadas na Espanha (Castillo et al., 2006). Na França, Binet et al. (2007) demonstraram que a inoculação de determinados cultivares de oliveira com FMAs pode melhorar significativamente a sobrevivência, o desenvolvimento e o crescimento

da planta, confirmando o papel fundamental desse grupo de microrganismos na sustentabilidade da cultura. Na Argentina, Bompadre et al. (2014) apresentaram que a inoculação de FMAs no início da propagação de oliveira é uma técnica viável por produzir plantas vigorosas e menos estressadas ao transplantio no campo. Da mesma forma, Sidhoum e Fortas (2013), na Argéria, evidenciaram que a inoculação de plantas com os FMAs melhorou significativamente o crescimento das oliveiras, principalmente na fase de viveiro.

No entanto, os primeiros estudos relacionados aos FMAs em oliveira no Brasil foram publicados por Vieira et al. (2011), os quais confirmaram a associação micorrízica em diferentes cultivares cultivadas *in situ*. Os efeitos proporcionados pela simbiose com o hospedeiro são bem conhecidos e, principalmente, relacionados à absorção de água e nutrientes, agregação do solo, alteração da comunidade microbiana da rizosfera (Mechri et al., 2014) e proteção contra estresses físicos e químicos (Miller e Jastrow, 1992), embora fortemente relacionados com as características fisiológicas da planta e dos atributos do solo (Chatzistathis et al., 2013).

Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da utilização de diferentes espécies de FMAs na produção de mudas de três cultivares de oliveira com potencial de cultivo na região sul de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi instalado um experimento em casa de vegetação, em janeiro de 2013, em delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial (4×3), sendo três espécies de fungos (*Glomus clarum*, *Gigaspora rosea* e *Acaulospora scrobiculata*), com adição de um controle sem fungo, três cultivares de oliveira - Arbequina, Grappolo 541 (MGS GRAP541) e Maria da Fé (MGS MARIENSE) - e três repetições por tratamento, totalizando 36 unidades experimentais.

Cada unidade experimental foi composta de duas estacas de oliveira por vaso, previamente enraizadas, em vasos de cultivo com capacidade de 5 kg contendo uma mistura de areia de textura média lavada e solo (v:v, na proporção de 1:2), devidamente esterilizada em autoclave (1 h a 121 °C). O solo utilizado é um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura média. Em razão dos tratamentos, foi aplicada uma mistura de solo, micélio, esporos e raízes de *Brachiaria decumbens* colonizadas com FMAs, na densidade de 200 esporos por vaso, próxima às raízes da base das plantas.

Fertilizações foram realizadas quinzenalmente por meio de solução completa de Hoagland e Arnon

(1950), com $\frac{1}{3}$ da concentração total de P, totalizando 50 mL por vaso. O crescimento das mudas foi acompanhado por 10 meses e avaliado por meio das variáveis resposta massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), da parte radicular (MSR) e total (MST), após essas atingirem peso constante em estufa de secagem a 60 °C, com circulação de ar forçada. Quanto às variáveis microbiológicas, foram avaliadas: colonização micorrízica pelo método descrito por Phillips e Haymann (1970), sendo estimada pelo método de interseção em placa quadriculada (Giovanetti e Mosse, 1980); intensidade micorrízica, avaliada utilizando-se 10 segmentos de raízes, que foram dispostos em lâminas de microscopia, atribuindo-se notas de 0 a 100, conforme a ocupação da área radicular pelos fungos (Bethlenfalvay et al., 1981); densidade de esporos de FMAs, usando o método de peneiramento úmido descrito por Gerdemann e Nicolson (1963) em 50 mL de amostra do solo; e comprimento de micélio extrarradicular total, pelo método de Melloni e Cardoso (1999), utilizando-se de lavagem de amostras do solo em água de torneira, seguido de agitação, filtração a vácuo em membrana quadriculada e visualização em microscópio óptico em luz comum. Calculou-se a dependência micorrízica das plantas, utilizando a fórmula proposta por Planchette et al. (1983): $100 \times [(A-B)/A]$, em que A representa a massa de matéria seca das plantas micorrizadas; e B, a massa de matéria seca das plantas não micorrizadas.

Os dados foram submetidos à análise de variância, seguido de comparação de médias pelo teste Tukey a 5 %, utilizando-se o software Sisvar® (Ferreira, 2008). Os dados relativos à porcentagem e intensidade de colonização micorrízica foram transformados em arco seno de raiz de $x/100$, e os valores de número total de esporos foram transformados em raiz de $x/100$. Os dados de comprimento de micélio extrarradicular total, bem como os de massa de matéria seca da parte aérea e radicular, não foram transformados, uma vez que seguiram a distribuição normal dos dados, realizada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov a 5 % de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa de matéria seca de parte aérea (MSPA), de raiz (MSR), total (MST) e o comprimento de micélio extrarradicular total (MET) entre os cultivares e entre os FMAs estão apresentados no quadro 1.

Pode-se observar que, entre as cultivares, Grappolo 541 e Arbequina apresentaram maior MSPA, comparadas à Maria da Fé. Entre os tratamentos com os inóculos de FMAs, não houve

diferença significativa para as variáveis analisadas, exceto para o tratamento-controle, que apresentou plantas com menor produção de MSPA.

Para a MSR, não houve diferença entre os tratamentos com as cultivares. Para os tratamentos com FMAs, as espécies *A. scrobiculata* e *G. rosea* promoveram as maiores médias (0,69 e 0,67 g/planta, respectivamente), diferindo-se do tratamento com *G. clarum* (0,45 g/planta) e do tratamento-controle, que apresentaram a menor média (0,26 g/planta).

Os resultados de MST seguiram o mesmo comportamento da MSPA, com maiores resultados para a Grappolo 541 (2,74 g) e Arbequina (3,15 g), em comparação com a Maria da Fé, que apresentou o menor resultado (1,81 g).

Para a variável comprimento de micélio extrarradicular total, não foram encontradas diferenças estatísticas entre as cultivares e entre FMAs, com valores ao redor de 7,50 m/g de solo seco (Quadro 1). Comparativamente, Vieira et al. (2011) registraram valores médios de 2,4 a 3,7 m/g de solo no campo; portanto, inferiores aos deste trabalho, que foi conduzido em casa de vegetação. A presença de estruturas fúngicas nas raízes e na rizosfera dos tratamentos sem inoculação (controle) também foi observada em outros trabalhos, como o de Costa et al. (2001), podendo ser consequência de contaminação por fungos sapróbios, provenientes da água ou ar, uma vez que o substrato foi autoclavado. Entretanto, Sylvia (1988) observou que um substrato autoclavado destroi os micélios ativos, mas permite a presença

de micélio inativo ou morto no substrato, sendo praticamente impossível a distinção de micélio de fungos micorrízicos de interesse e de não micorrízicos.

Em estruturas fúngicas como micélio extrarradicular total (MET), é recomendado por alguns autores que se desconte a quantidade de MET encontrada nos substratos-controle da quantidade avaliada no substrato infestado com FMAs. Entretanto, neste trabalho, assim como recomendado por Melloni e Cardoso (1999), tal procedimento não foi feito por não se conhecerem as interações desses em condições ambientais específicas.

Com relação às variáveis intensidade e porcentagem de colonização micorrízica (dados não apresentados), não houve diferença entre as cultivares e entre os FMAs, com valores das médias ao redor de 8 e 58 %, respectivamente, apresentando diferença somente para o tratamento-controle. Tal resultado evidenciou a melhor capacidade de formação micorrízica entre as cultivares estudadas, quando em condições controladas, mesmo em curto espaço de tempo (10 meses), quando comparada aos resultados encontrados por Vieira et al. (2011), no campo, com intensidade micorrízica variando de 26,3 a 32,2 % e porcentagem de colonização diferindo de 1,21 a 5,83 %. Em condições controladas, Piedra et al. (2005) obtiveram resposta positiva da inoculação com esporos de FMAs no crescimento de plantas jovens de oliveira, sendo apresentados 100 % de colonização micorrízica.

Assim como observado para as variáveis apresentadas no quadro 1, para número total de esporos (dados não apresentados) não houve interação significativa entre os tratamentos com as cultivares e os FMAs. Entretanto, entre as cultivares, somente a cultivar Grappolo 541 (MGS GRAP 541) não inoculada (controle) não apresentou nenhum esporo de FMA, diferindo-se estatisticamente das outras cultivares. Nos tratamentos com FMAs, foram apresentadas diferenças estatísticas somente com o tratamento-controle, exceto na cultivar Maria da Fé (MGS MARIENSE) que não apresentou diferença estatística entre os tratamentos. Na cultivar Arbequina, a média do número total de esporos variou de 5 a 31 em 50 g de solo; na Grappolo 541 (MGS GRAP 451), de 36 a 111 esporos em 50 g de solo; e na Maria da Fé (MGS MARIENSE), de 9 a 44 esporos nos tratamentos com FMAs.

Os valores de dependência micorrízica das plantas estão relacionadas no quadro 2. Observou-se que a cultivar Grappolo 541 evidenciou dependência semelhante a todas as espécies de FMA avaliadas, enquanto Arbequina apresentou maior dependência a *A. scrobiculata*. Apesar de a Maria da Fé (MGS MARIENSE) apresentar menores valores de dependência micorrízica, quando comparados aos dos outros cultivares, a maior dependência foi observada à espécie *G. rosea*.

Quadro 1. Produção de matéria seca da parte aérea (MSPA), de raízes (MSR), total (MST) e o comprimento de micélio extrarradicular total (MET) entre as cultivares de oliveira e entre fungos micorrízicos arbusculares

Fator	MSPA	MSR	MST	MET
	g/planta			m/g
Cultivar de oliveira				
Arbequina	1,57 ab	0,58 a	2,15 ab	7,60 a
Maria da Fé	1,40 b	0,41 a	1,81 b	6,69 a
Grappolo 541	2,17 a	0,57 a	2,74 a	6,83 a
Fungo micorrízico arbuscular				
<i>Acaulospora scrobiculata</i>	2,00 a	0,69 a	2,69 a	8,87 a
<i>Gigaspora rosea</i>	1,89 a	0,67 ab	2,56 a	6,96 ab
<i>Glomus clarum</i>	2,00 a	0,45 bc	2,45 a	8,35 a
Controle	0,96 b	0,26 c	1,22 b	3,99 b
IV (%) ⁽¹⁾	9,37	10,66	9,03	12,95

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %. ⁽¹⁾ IV (índice de variação) dado por: coeficiente de variação/número de repetições.

Quadro 2. Percentual de dependência micorrízica (DM) das cultivares Arbequina, Grappolo 541 (MGS GRAP 541) e Maria da Fé (MSG MARIENSE) aos fungos micorrízicos arbusculares

Fungo micorrízico arbuscular	Dependência micorrízica		
	Arbequina	Grappolo 541 (MGS GRAPP 541)	Maria da Fé (MGS MARIENSE)
	%		
<i>Acaulospora scrobiculata</i>	52	60	17
<i>Gigaspora rosea</i>	30	60	36
<i>Glomus clarum</i>	41	54	25

Gerdemann (1975) definiu dependência micorrízica como o grau de dependência da planta para atingir seu crescimento ou produtividade máxima, num determinado nível de fertilidade do solo. Apesar de as diferenças entre as cultivares, pôde-se observar que, do ponto de vista agronômico, para as variáveis de crescimento (MSR e MSPA), os tratamentos individualizados com os três fungos se mostraram potencialmente eficientes no crescimento das mudas de oliveira. Resultados semelhantes foram obtidos por Meddad-Hamza et al. (2010), os quais comprovaram a relação entre colonização micorrízica e aumento nas variáveis de crescimento das diferentes cultivares de oliveira, como MSPA e MSR, apresentando valores de dependência micorrízica de 73,9 e 67,3 %, respectivamente para as espécies de fungos *G. mosseae* e *G. intraradices* para a cultivar Aglandau.

Nas condições experimentais, pôde-se observar que há potencial de utilização de FMAs no crescimento de mudas de oliveira para as cultivares Grappolo 541(MGS GRAP 541) e Arbequina, principalmente pelos maiores valores observados de MSPA e MST (Quadro 1) e valores maiores de dependência micorrízica (Quadro 2). De posse dos resultados, pode-se inferir que, além do interesse agronômico, há também interesse econômico e ambiental, uma vez que é possível reduzir o tempo de viveiro das mudas, fazendo com que as mudas inoculadas sejam comercializadas de forma antecipada àquelas cultivadas sem inoculação, além de possibilitarem maior resistência ao transplantio e produção de plantas mais vigorosas (Sidhoum e Fortas, 2013; Bompadre et al., 2014).

CONCLUSÕES

As espécies de fungos micorrízicos arbusculares *Glomus clarum*, *Gigaspora rosea* e *Acaulospora scrobiculata* proporcionaram produção de mudas das cultivares Grappolo 541 (MGS GRAP541) e Arbequina com maior massa de matéria seca da parte aérea e matéria seca total.

As cultivares Grappolo 541 (MGS GRAP541) e Arbequina são mais responsivas e dependentes da inoculação do que a cultivar Maria da Fé (MGS MARIENSE).

Os fungos micorrízicos arbusculares *Acaulospora scrobiculata* e *Gigaspora rosea* são os mais eficazes em proporcionar maior produção de massa de matéria seca das raízes, independentemente da cultivar de oliveira.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de Mestrado ao primeiro autor. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) e Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), pelo apoio.

REFERÊNCIAS

- Bethlenfalvay GJ, Pacovsky RS, Brown MS. Measurement of mycorrhizal infection in soybeans. *Soil Sci Soc Am J.* 1981;45:871-5.
- Binet MN, Lemoine MC, 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.* 2007;43:473-8.
- Bompadre MJ, Pérgola M, Bidondo LF, Colombo RP, Silvani VA, Pardo AG, Ocampo JÁ, Godeas AM. Evaluation of arbuscular mycorrhizal fungi capacity to alleviate abiotic stress of olive (*Olea europaea* L.) plants at different transplant conditions. *Sci World J.* 2014; doi:10.1155/2014/378950.
- Carneiro MAC, Siqueira JO, Moreira FMS, Carvalho D, Botelho AS, Saggín Júnior, O.J. Micorriza arbuscular em espécies arbóreas e arbustivas nativas de ocorrência no sudeste do Brasil. *Cerne.* 1998;4:129-45.
- Castillo P, Nico AL, Azcón-Aguilar C, Calvet C, Jiménez-Díaz, RM. Protection of olive planting stocks against parasitism of root-knot nematodes by arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant Pathol.* 2006;55:705-13.

- Chatzistathis T, Orfanoudakis M, Alifragis D, Therios I. Colonization of Greek olive cultivars root system by arbuscular mycorrhizal fungus: Root morphology, growth, and mineral nutrition of olive plants. *Sci Agric*. 2013;70:185-94.
- Companhia Nacional de Abastecimento - Conab. Balança do agronegócio: Indicadores do Agronegócio. Brasília, DF; 2013.
- Costa CMC, Maia LC, Cavacalte UMT, Nogueira RJMC. Influência de fungos micorrízicos arbusculares sobre o crescimento de dois genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). *Pesq Agropec Bras*. 2001;36:893-901.
- Ferreira DF. Sisvar: Um programa para análises e ensino de estatística. *R Symp*. 2008;6:36-41.
- Gerdemann JW. Vesicular-arbuscular mycorrhizae. In: Torrey JG, Clarkson DT, editors. The development and function of roots. London: Academic Press; 1975. p.575-91.
- Gerdemann JW, Nicolson TH. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Trans Brit Mycol Soc*. 1963;46:235-44.
- Giovanetti M, Mosse B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol*. 1980;84:489-500.
- Hoagland D, Arnon DI. The water culture method for growing plants without soil. Berkeley: California Agriculture Experimental Station; 1950. (Circular).
- Mechri B, Manga AGB, Tekaya M, Attia F, Cheheb H, Meriem FB, Braham M, Boujnah D, Hammamo M. Changes in microbial communities and carbohydrate profiles induced by the mycorrhizal fungus (*Glomus intraradices*) in rhizosphere of olive trees (*Olea europaea* L.). *Appl Soil Ecol*. 2014;75:124-33.
- Meddad-Hanza A, Beddiar A, Gollote A, Lemoine MC, Kuszala C, Gianinazzi S. Arbuscular mycorrhizal fungi improve the growth of olive trees and their resistance to transplantation stress. *Afr J Biotechnol*. 2010;9:1159-67.
- Melloni R, Cardoso EJBN. Quantificação de micélio extrarradicular de fungos micorrízicos arbusculares em plantas cítricas. I - Método empregado. *R Bras Ci Solo*. 1999;23:53-8.
- Miller RM, Jastrow JD. The application of VA Mycorrhizae to ecosystem restoration and reclamation. In: Allen MF, editor.
- Mycorrhizal functioning, an integrative plant fungal process. New York: Chapman & Hall; 1992. p.438-67.
- Moreira FMS, Siqueira JO. Microbiologia e bioquímica do solo. 2^a ed. Lavras: Universidade Federal Lavras; 2006.
- Oliveira MC, Ramos JD, Pio R, Cardoso MG. Características fenológicas e físicas e perfil de ácidos graxos em oliveiras no sul de Minas Gerais. *Pesq Agropec Bras*. 2012;47:30-5.
- Phillips JM, Hayman DS. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans Brit Mycol Soc*. 1970;55:158-61.
- Piedra AP, Soriano Martín ML, Porras Soriano A, Fernández Izquierdo G. Influence of arbuscular mycorrhizas on the growth rate of mistpropagated olive plantlets. *Span J Agric Res*. 2005;3:98-105.
- Planchette C, Fortin JA, Furlan V. Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertility mycorrhizal dependency under field conditions. *Plant Soil*. 1983;70:199-209.
- Russomanno OMR, Kruppa PC, Minhoni MTA. Influência de fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento de plantas de alecrim e manjericão. *Arq Inst Biol*. 2008;75:37-43.
- Santos-Antunes AF. As micorrizas e o crescimento das plantas: O caso da oliveira. *Elvas*. 2002;38:213-23.
- Sidhoum W, Fortas Z. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth of semi-woody olive cuttings of the variety "sigoise" in Algeria. *Am J Res Commun*. 2013;1:244-57.
- Siqueira JO, Saggin-Júnior OJ. The importance of mycorrhizae association in natural low-fertility soils. In: International Symposium on Environmental Stress: Maize in perspective, 1995. Brasil/México: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; 1995. p.240-80.
- Smith SE, Read DJ. Mycorrhizal symbiosis. 2^a ed. London: Academic Press; 1997.
- Sylvia DM. Activity of external hyphae of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Biol Biochem*. 1988;20:39-43.
- Vieira VCS, Melloni R, Vieira Neto J. Avaliação da interação micorrízica em cultivares de oliveira (*Olea europaea* L.). *R Bras Ci Solo*. 2011;35:1885-92.