

MICORRIZAÇÃO E ATIVIDADE MICROBIANA DE UM SOLO CULTIVADO COM ARTEMISIA, ORÉGANO E SETE-SANGRIA

Gesivaldo Alves do Nascimento¹; Marcio Luís de Oliveira Silva¹ e Odair Alberton²

¹Discentes do curso em Engenharia Agrônômica da Universidade Paranaense – UNIPAR, Umuarama – PR.
E-mail: val_1108@hotmail.com; marcio-ivate@hotmail.com

²Docente da Universidade Paranaense – UNIPAR, Umuarama – PR. E-mail: odair@unipar.br

RESUMO: Fungos micorrizas arbusculares (FMAs) são microrganismos que fazem simbiose com raízes das plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a densidade de esporos e colonização radicular dos FMAs, respiração basal do solo (RBS), matéria orgânica do solo (MOS) em canteiros cultivados com plantas medicinais: Artemísia (Artemisia vulgaris L.), Orégano (Origanum vulgare L.) e Sete-sangria (Cuphea balsamona Cham. & Schltdl.). Para comparação utilizou-se solo e raízes de uma área adjacente de mata-ciliar. O solo e raízes foram coletados no Horto Medicinal da UNIPAR, localizado no município de Umuarama-PR na profundidade de 0 -10 cm com 3 repetições e analisados em duplicata no laboratório. A densidade de esporos de FMAs foi significativamente menor na área com o cultivo da Artemísia, comparado com orégano, sete-sangria e mata ciliar. A colonização radicular por FMAs foi menor na mata ciliar. A RBS foi maior na mata ciliar, comparado com sete-sangria e Artemísia. A MOS não houve diferença significativa entre os tratamentos. Concluiu-se, que o solo cultivado com orégano e sete-sangria, apresentou maior densidade de esporos de FMAs, comparado com o solo cultivado com artemisa. A maior RBS da mata-ciliar tende a ser maior em virtude do fornecimento de matéria orgânica e ciclagem do carbono.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura ecológica; Plantas medicinais; Plantas condimentares.

MYCORRHIZAL COLONIZATION AND MICROBIAL ACTIVITY IN SOIL CULTIVATED WITH ARTEMISIA, OREGANO AND WAXWEED

ABSTRACT: Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) are fungi that make symbiosis with the roots of most land plants. The objective of this study is related to the evaluation of the spore density and root colonization of AMF, basal soil respiration (BSR), soil organic matter (SOM) from a soil cultivated with medicinal plants, Artemisia (Artemisia vulgaris L.) Oregano (Origanum vulgare L.) and waxweed (Cuphea balsamona Cham. & Schltdl.). In order to make the comparison it was used soil and roots from an area of riparian forest. The soil and roots were collected from the Medicinal Garden, at the UNIPAR University, located in Umuarama, State of Paraná, Brazil, at a depth between 0 to 10 cm with 3 repetitions and analyzed in duplicate in the laboratory.. The density of AMF spores was significantly lower with the cultivation of Artemisia compared to Oregano waxweed and riparian forest. The root colonization by AMF was lower in the riparian forest. BSR was higher in riparian forest compared to the waxweed and Artemisia. The SOM did not show significant differences among the treatments. Thus, it is concluded that the soil cultivated with oregano and waxweed had a higher density of AMF spores, compared to the soil cultivated with Artemisia. Most BSR of riparian forest tends to be larger due to the provision of organic matter and carbon cycling.

KEY WORDS: Ecological agriculture; Medicinal plants; Culinary plants.

INTRODUÇÃO

A utilização de plantas como medicamentos é realizada antes mesmo da humanidade inventar a escrita, ao longo desses anos foram descobrindo uma imensa variedade de ervas condimentares e medicinais, capazes de sintetizar uma ampla quantidade de diferentes compostos medicinais que ajudaram o homem a se defender de uma gama de doenças e injúrias ao longo da vida, agindo na prevenção ou no tratamento. As antigas civilizações já conheciam o poder medicinal de algumas plantas e as cultivavam, repassando os saberes a cada geração (Feijó et al., 2012).

O cultivo de plantas medicinais e condimentares requer práticas agronômicas que dispensem a aplicação de produtos químicos, potencialmente tóxicos, pois essas plantas podem ser consumidas diretamente na alimentação ou processadas para compor medicamentos. Nesse aspecto, FMAs e o estímulo da atividade de outros micro-organismos do solo, podem contribuir para o crescimento e sustentabilidade da produção (Urcoviche et al., 2012).

A agricultura ecológica obtém resultados satisfatórios, aumentando sua produtividade sem o uso de defensivos ou adubos químicos, utilizando meios alternativos, como trabalhar com a micorrização (processo que engloba os fungos micorrízicos mais eficientes e suas interações com o hospedeiro) no cultivo de várias plantas, incluindo as espécies medicinais. Os FMAs além de promover o crescimento, podem aumentar a produção de compostos secundários com atividade medicinal em plantas mico-heterotróficas ou micotróficas (Freitas et al., 2004)

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), pertencentes à ordem Glomerales (Glomeromycota), estabelecem uma simbiose mutualista com a maioria das plantas terrestres. A colonização ocorre no sistema radicular destas e resulta em aumento na absorção de nutrientes do solo, principalmente do fósforo, dentre outros fatores (Russomano et al., 2008). Os FMAs são de ocorrência generalizada, principalmente nos trópicos, interagindo com a maioria das plantas, aumentando a área de solo explorada pelas raízes (Souza et al., 2000). FMAs necessitam de algumas condições para seu desenvolvimento, como aeração do solo, temperatura e umidade, além de um hospedeiro vivo. Segundo Moreira e Siqueira (2006), os FMAs são biotróficos obrigatórios, e, portanto, só se propagam quando associada a uma planta viva.

A quantificação da atividade microbiana do solo pode ser realizada através da respiração basal do solo (RBS), que é o total de todas as funções metabólicas nas quais o CO₂ é produzido (Catellan e Vidor, 1990). Pode ser quantificado pela taxa de liberação do CO₂ ou pelo consumo de O₂ (Kaschuk et al., 2010). A atividade microbiana do solo pode ser utilizada como indicador da qualidade do solo. Uma melhor qualidade do solo, promoverá uma maior concentração e diversificação da comunidade microbiana. Segundo Doran e Parkin (1994): “Qualidade do solo é a capacidade de um solo de funcionar nos limites do ecossistema, para sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde vegetal e animal”.

O presente trabalho objetivou avaliar a atividade microbiana, quantidade de esporos e colonização por FMAs em solos cultivados com Artemísia (*Artemisia vulgaris* L.) Sete-sangria (*Cuphea balsamona* Cham. & Schltld.) e Orégano (*Oreganum vulgare* L.), tendo como parâmetro um solo de mata ciliar. Correlacionando as vantagens dos micro-organismos do solo e não utilização de fertilizantes químicos.

MATERIAL E MÉTODOS

As plantas selecionadas foram a Artemísia, Orégano e Sete-sangria, também utilizou-se o solo de uma mata ciliar adjacente, onde as repetições foram feitas de forma casualizadas. As plantas receberam compostagem como fertilizante orgânico e eram irrigadas diariamente por aspersão. As amostras de solo e plantas foram coletadas no horto medicinal da Universidade Paranaense – UNIPAR, Campus II – Unidade de Umuarama – PR em maio de 2015.

A amostragem de solo foi realizada na camada de 0-10 cm, cerca de 10 cm distante das plantas. Em cada canteiro de Artemísia, Orégano e Sete-sangria, foram coletadas três amostras com aproximadamente 200 g de solo e uma amostra composta de solo (para análise química), acondicionados em sacos plásticos e armazenados em refrigerador (4 °C) até o momento das análises laboratoriais.

O solo é de formação arenito Caiuá, pertencente à classe LVd19 – LATOSSOLO vermelho distrófico, cuja análise granulométrica foi feita pelo laboratório Solo Fértil, estabelecido na cidade de Umuarama – PR, pelo método do densímetro, seguindo os padrões preconizados pela comissão estadual de laboratórios de análises agronômicas (CELA/PR).

A análise química do solo também foi feita pelo laboratório Solo Fértil. As características determinadas foram: pH em CaCl_2 , Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} , extraídos em KCl 1 N e P e K^+ extraídos em Mehlich-1. Todas as análises realizadas seguiram os padrões preconizados pela CELA/PR, obtendo assim uma maior confiabilidade nos resultados.

As raízes foram coletadas em quatro amostras de raízes de cada sistema amostrado para determinar a colonização radicular por FMAs, foram lavadas em água corrente, acondicionadas em frascos de vidro com solução conservante que continha álcool etílico, ácido acético e formaldeído, segundo Souza (2000).

A determinação do pH do solo em CaCl_2 foi realizada conforme Silva (2009).

Os esporos dos FMAs foram extraídos de 10 g de amostra de solo por peneiramento úmido em malha de 0,710 mm, seguido de centrifugação em água (3000 rpm por 3 min.) e em sacarose 50% (2000 rpm por 2 min.) e recuperação do sobrenadante na malha de 0,053 mm (Gedermann e Nicolson, 1963). Os esporos foram transferidos para placas de Petri e contados sob microscópio estereoscópio (40X).

A colonização radicular por FMAs foi determinada em fragmentos com aproximadamente 2 cm de comprimento de raízes finas, lavadas em água corrente, clareadas em KOH 10% (90 °C, 1 hora), acidificadas com HCl 5% (90 °C, 30 min.), coradas com azul de tripano 0,05% sob banho Maria (90°C, 30 min.), e, finalmente, preservadas em lactoglicerol (Phillips e Hayman, 1970). A percentagem de segmentos radiculares colonizados foi estimada sob microscópio óptico (100 X) em 100 segmentos dispostos em lâminas (Giovanetti e Mosse, 1980). A colonização radicular total por FMAs foi transformada pela equação: $Col_t = \left(\text{ArcSen} \sqrt{\text{Col.}(\%)/100} \right) \cdot (180/\pi)$ para normalização dos dados.

A RBS foi determinada de 30 g de solo, que foram acondicionadas juntamente com um frasco de 30 mL com 10 mL de NaOH 1 M dentro de frascos de vidro tipo conserva de 500 mL. Os frascos foram fechados hermeticamente e armazenados no escuro em temperatura ambiente. Após oito dias de incubação, os frascos com NaOH foram acrescidos de 2 mL de BaCl_2 a 10% e três gotas de fenolftaleína (solução alcoólica a 3%) para titulação com HCl 0,5 N (Silva et al., 2007).

A determinação do C orgânico do solo foi realizada através do método de incineração em estufa e posteriormente estimada a MOS conforme Silva et al. (1999).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas por meio do teste de Duncan ($p \leq 0,05$) no programa SPSS v.16.0 para Windows.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de esporos de FMAs encontrada em solo cultivado com artemísia ($4,46 \text{ g}^{-1}$ de solo) foi significativamente menor em comparação da sete-sangria ($9,65 \text{ g}^{-1}$ de solo), ao Orégano ($11,1 \text{ g}^{-1}$ de solo) e da mata ciliar ($13,06 \text{ g}^{-1}$ de solo) (Tabela 2). Em relação à baixa quantidade de esporos de FMAs no cultivado com Artemísia em relação aos demais, pode-se dizer que provavelmente o solo foi coletado no início do ciclo da planta. Os FMAs tendem a produzir mais esporos quando a planta começa entrar em seu estágio de senescência (Jasper et al., 1993).

Amostra integrada do solo do Horto Medicinal da Universidade Paranaense, localizada no Campus II, Umuarama PR, constatou que o P se encontra abaixo da média ($3,30 \text{ mg dm}^{-3}$), o que pode ter contribuído para uma aumento na colonização de FMAs, já que um grande incremento desse nutriente no solo diminui a população de FMAs. Para Aleixo et al. (2014) os micro-organismos do solo são fundamentais no ciclo dos nutrientes, destacando os FMAs no fornecimento de P para as plantas. Porém Moreira e Siqueira (2006), afirmam que em solos com deficiência de P, pequenas quantidades do elemento, favorecem a colonização esporulação, que podem ser inibidas com doses elevadas desse nutriente.

No resultado da análise química realizada, constatou-se que o pH do solo se encontra pouco ácido (5,05). Os FMAs ocorrem em solos com pH variando de 3,0 a 10, exibindo, portanto, grande plasticidade em relação a esse teor (Moreira e Siqueira, 2006).

Plantas medicinais e condimentares têm sido amplamente pesquisadas, tendo em vista que se trata de plantas que não usufruem de produtos químicos, pela condição de muitas vezes serem utilizadas in natura. Para Carrenho et al.(2007) a produção de plantas medicinais, é necessário o estabelecimento de práticas agrônomicas pouco agressivas, que estimulem o crescimento e o vigor das mesmas, sem comprometimento da qualidade do produto fitoterápico a ser comercializado. A associação com FMAs condiciona a planta a um ambiente favorável ao seu desenvolvimento sem o uso de produtos que possa agredir o meio ambiente e a saúde humana. Nos últimos anos, verificou-se um grande avanço científico envolvendo os estudos químicos e farmacológicos de plantas medicinais que visam obter novos compostos com propriedades terapêuticas (Filho e Yunes 1998).

Os resultados das análises química e granulométrica do solo dos canteiros de artemísia, orégano e sete-sangria se encontram na Tabela 1.

Tabela 1 – Características química e granulométrica do solo do horto medicinal da UNIPAR. Valores do pH do solo em CaCl₂ (pH), fósforo (P), carbono (C), alumínio (Al³⁺), acidez potencial (H⁺+Al³⁺), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), potássio (K⁺), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V)*

| Solo | pH | P (mg dm ⁻³) | C (g dm ⁻³) | Al ³⁺ | H ⁺ +Al ³⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ | SB | CTC | V | Areia | Silte | Argila |
|-------|------|-----------------------------|----------------------------|---|----------------------------------|------------------|------------------|----------------|------|------|-------|-------------------------|-------|--------|
| | | | | ----- (Cmol _c dm ⁻³) | | | ----- | | | | (%) | ----- (%) ----- -- | | |
| Horto | 5,05 | 3,30 | 3,51 | 0,00 | 2,03 | 1,38 | 0,50 | 0,05 | 1,93 | 3,96 | 48,69 | 45,65 | 31,46 | 22,89 |

*Análises realizadas a partir de uma amostra composta do solo.

Os FMAs são extremamente importantes, tendo em vista a simplicidade de sua interação com planta e a necessidade cada vez mais de se aumentar a produtividade, diminuindo a quantidade aplicada de adubos químicos. Várias espécies de plantas não conseguem sobreviver em solos de baixa fertilidade natural na ausência da simbiose micorrízica. Entre essas espécies, estão culturas de grande importância agrônômica, como: café, citros, mandioca, batata doce, soja, e várias espécies arbóreas nativas do Brasil (Souza et al., 2007).

Os FMAs é uma tecnologia de conhecimento de longo tempo, mas sua propagação ainda se limita por falta de estudos científicos. O custo elevado de insumos agrícolas, especialmente de fertilizantes e corretivos, junto à crescente demanda por tecnologias menos agressivas ao meio ambiente, torna o manejo ecológico dos organismos do solo uma prática promissora, podendo contribuir para aumentar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (Loss et al., 2009).

No entanto, a produção de FMAs tem sua limitação, por se tratar de um micro-organismo biotrófico obrigatório, isso impede sua multiplicação em meio de cultura, pois necessita de um hospedeiro vivo para completar seu ciclo. Os efeitos positivos realizados pelos FMAs no crescimento e produção de plantas colonizadas foram observados por diversos autores (Smith e Read, 2008; Moreira e Siqueira, 2006)

A RBS foi significativamente menor no cultivo da artemísia e sete-sangria, porém, a MOS não diferiu significativamente entre as áreas amostradas (Tabela 2). A MOS do solo cultivado com orégano e da mata ciliar foram maiores (7,64 g kg⁻¹) e (7,49 g kg⁻¹) respectivamente que a artemísia e sete-sangria (Tabela 2). Isto pode ser confirmado também pelo resultado RBS que para orégano foi de (1,01 mg C-CO₂ kg⁻¹ solo hora⁻¹) e mata ciliar

(1,12 mg C-CO₂ kg⁻¹ solo hora⁻¹), que tiveram maiores valores. No estudo de Trindade et al. (2000), relata o aumento da MOS diminuindo a colonização micorrizica e isto também foi observado no presente estudo.

Tabela 2 – pH do solo em CaCl₂, fósforo (P) (g dm⁻³), teor de matéria orgânica do solo (MOS) (g kg⁻¹), respiração basal do solo (RBS) (mg C-CO₂ kg⁻¹ solo hora⁻¹), densidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) (n^o g⁻¹ de solo seco) e colonização radicular (%) por FMAs em solo cultivado com artemísia, sete-sangria, orégano e uma mata ciliar adjacente

| Área | pH | MOS | RBS | Esporos | Colonização |
|---------------|-------------|-------------|----------------|----------------|----------------|
| Artemísia | 4,39 ± 0,02 | 5,92 ± 0,26 | 0,71 ± 0,04 b | 4,46 ± 0,49 b | 61,60 ± 12,7 a |
| Sete-sangria | 4,34 ± 0,03 | 5,95 ± 0,52 | 0,73 ± 0,01 b | 9,65 ± 1,32 a | 70,84 ± 1,88 a |
| Orégano | 4,38 ± 0,01 | 7,64 ± 0,77 | 1,01 ± 0,12 ab | 11,1 ± 1,31 a | 68,07 ± 3,09 a |
| Mata ciliar | 4,42 ± 0,05 | 7,49 ± 0,76 | 1,12 ± 0,13 a | 13,06 ± 1,21 a | 33,89 ± 1,64 b |
| Significância | 0,424 | 0,246 | 0,031 | 0,004 | 0,016 |

Valores médios (± erro padrão, n = 3). Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

A colonização das raízes teve como resultado encontrado, uma menor porcentagem nas amostras de origem da mata ciliar adjacente (33,89 %) em relação à artemísia (61,60 %), sete-sangria (70,84 %) e orégano (68,07 %) (Tabela 2). Esse resultado indica que uma menor colonização das raízes oriundas da mata ciliar pode estar relacionado a maior quantidade de matéria orgânica e um sistema em equilíbrio, sendo menos dependentes dos FMAs (Zangaro, 2007).

CONCLUSÃO

Conclui-se, que o solo cultivado com Artemísia apresentou menor quantidade de matéria orgânica e menor quantidade de esporos comparado com o orégano e sete-sangria. Já na colonização radicular, não houve diferença significativa entre as plantas estudadas, porém, as raízes coletadas na mata ciliar, mostraram menor colonização por FMAs.

A mata ciliar indicou maior atividade microbiana, resultado possivelmente influenciado pela grande quantidade de matéria orgânica e ciclagem de carbono existente neste ambiente.

Inocular plantas medicinais com FMAs contribui para a saúde humana e ajuda o meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Paranaense- UNIPAR pelo apoio à pesquisa. Odair Alberton agradece a bolsa produtividade de pesquisa concebida pelo CNPq.

REFERÊNCIAS

ALEIXO, A.P.; KASCHUK, G.; ALBERTON, O. Soil fungal and bacterial biomass determined by epifluorescence microscopy and mycorrhizal spore density in different sugarcane managements. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, p.588-594, 2014.

CAUTTELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 14, p. 133-142, 1990.

CARRENHO, R.; MARINS, J. F; LIPPERT, M. A. M.; STIVANIM, S. C. Micorrizas Arbusculares em Plantas Medicinais Cultivadas na Universidade Estadual de Maringá. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 561-563, 2007.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. **Defining and assessing soil quality**. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Eds.). *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison: Soil Science Society of America, p. 3-21. (SSSA special publication, 35) 1994.

FEIJÓ, A.M.; BUENO, M.E.N.; CEOLIN, T.; LINCK, C.L.; SCHWARTZ, E.; LANGE, C.; MEINCKE, S.M.K.; HECK, R.M.; BARBIERI, R.L.; HEIDEN, G. Plantas medicinais utilizadas por idosos com diagnóstico de *Diabetes mellitus* no tratamento dos sintomas da doença. **Revista brasileira plantas medicinais**. Botucatu, v. 14 p. 50-56, 2012.

FILHO, V. C.; YUNES R. A. Estratégias para a obtenção de compostos farmacologicamente ativos a partir de plantas medicinais. Conceitos sobre modificação estrutural para otimização da atividade. **Química nova**, v. 21, p. 99-105, 1998.

FREITAS, M.S.M.; MARTINS, M.A. & VIEIRA, I.J.C. 2004. Produção e qualidade de óleos essenciais de *Mentha arvensis* em respostas à inoculação de fungos micorrízicos arbusculares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 887-894, 2004.

GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transaction of the British Mycological Society**, v. 46, p. 235-246, 1963.

GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring VA mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, v. 84, p. 489-500, 1980.

JASPER, D. A.; ABBOT, L. K.; ROBSON, A. D. The survival of infective hyphae of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in dry soil: an interaction with sporulation. **New Phytologist**, v. 124, p. 473-479, 1993.

KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian ecosystems: lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 42, p. 1-13, 2010.

LOSS, A., ROBLES ANGELINI, G. A., CALLEGARIO PEREIRA, A. C., LÃ, O. R., LIMA MAGALHÃES, M. O., RIBEIRO DA SILVA, E. M., SAGGIN JUNIOR, O. J. Atributos químicos do solo e ocorrência de fungos micorrízicos sob áreas de pastagem e sistema agroflorestral, Brasil. **Acta Agronômica**, v. 58, p. 91-95, 2009.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo** – 2.ed. atual. e ampl. – Lavras: Editora UFLA. 729 p, 2006..

PHILLIPS, J. M.; HAYMAN, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Transactions of British Mycological Society**, v. 55, p. 157-160, 1970.

RUSSOMANNO, O. M. R.; KRUPPA, P. C.; MINHONI, M. T. A. Influência de fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento de plantas de alecrim e manjeriço. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 75, p. 37-43, 2008.

SILVA, A. C.; TORRADO, P. V.; ABREU JÚNIOR, J. S. Métodos de quantificação da matéria orgânica do solo. **Revista da Universidade de Alfenas**, v. 5, p. 21- 26, 1999.

SILVA, C. F. **Manual de análises químicas de Solos, plantas e fertilizantes**. 2 ed. Brasília DF: Embrapa, p. 243-627. 2009

SILVA, E. E.; AZEVEDO, P. H. S.; DE-POLLI, H. **Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO_2)**. Seropédica: Embrapa, Comunicado Técnico 99, 4 p. 2007.

SILVEIRA, A. D.; SILVA, L. R. D.; AZEVEDO, I. C. D.; OLIVEIRA, E. D.; MELETTI, L. M. M. Desempenho de fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo, em diferentes substratos. **Bragantia**, v. 62, p. 89-99, 2003.

SMITH, S. E.; READ, D. J. **Mycorrhizal symbiosis**. 3. ed. New York: Academic Press, 787 p. 2008.

SOUZA de A. F.; SILVA da L. C. I., BERBARA L. L. R. **Fungos Micorrizicos Arbusculares: Muito Mais Diversos do que se Imagina**. Biodiversidade; cap. 15. 2007. Disponível em:<
<https://www.google.com.br/#q=Fungos+Micorrizicos+Arbusculares:+Muito+Mais+Diversos+do+que+se+Imagina>>. Acesso em: 10 de set de 2015.

SOUZA, F. A. **Banco ativo de Glomales da Embrapa Agrobiologia**: catalogação e introdução de novos isolados desde 1985. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. Documentos 123, 40 p. 2000.

SOUZA, R. F., PINTO, J. C.; SIQUEIRA, J. O.; MENDES, L. A. Micorriza e Fósforo no crescimento de *Andropogon guayanus* e *Stilosanthes guianensis* sob condições de estresse hídrico em um Latossolo Vermelho escuro distrófico. **Posturas Tropicales**, v. 22, p. 42-46, 2000.

TRINDADE V. A.; FARIAS G. N.; ALMEIDA P. F. Uso de esterco no desenvolvimento de mudas de Mamoeiro colonizadas com Fungos Micorrizicos. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**. Brasília, v. 35, p. 1389-1394, 2000.

URCOVICHE, R. C.; VOLPINI, A. F. N.; DIAS, D. C.; LOPES, A. R.; ZAGHI JUNIOR, L. L.; SOUZA, S. G. H. de; ALBERTON, O. Micorrização e atividade microbiana de um solo cultivado com coentro e camomila. **Arquivo Ciência Veterinária Zoologia UNIPAR**, Umuarama, v. 15, p. 121-125, 2012.

ZANGARO, W.; NISHIDATE, F. R.; VANDRESEN, J.; ANDRADE, G.; NOGUEIRA, M.A. Root mycorrhizal colonization and plant responsiveness are related to root plasticity, soil fertility and successional status of native woody species in southern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 23, p. 53-62, 2007.