

## EFEITO DOS FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES SOB DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO NO GIRASSOL E AMENDOIM

---

Elcio Liborio Balota<sup>1\*</sup>; Oswaldo Machineski<sup>2</sup>; Priscila Viviane Truber<sup>3</sup>; Paula Cerezini<sup>3</sup>; Alexandra Scherer<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Pesquisador, Doutor, Instituto Agronômico do Paraná-IAPAR, Área de Solos, Caixa Postal 481, 86001-970, Londrina, PR. Brasil. E-mail: [balota@iapar.br](mailto:balota@iapar.br);

<sup>2</sup> Analista de Ciência e Tecnologia, Mestre, IAPAR, Laboratório de Microbiologia de Solos;

<sup>3</sup> Bióloga, Bolsista do Laboratório de Microbiologia de Solos, IAPAR;

<sup>4</sup> Engenheira Agrônoma, Doutora, Bolsista do Consorcio Café, IAPAR, Londrina, PR. Brasil.

---

### RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar o efeito da inoculação dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) na cultura do girassol e amendoim em diferentes níveis de fósforo (P) no solo. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, em vasos de 4 kg, utilizando solo arenoso (LVA) autoclavado como substrato. Os tratamentos foram instalados num esquema fatorial com dois tratamentos de inoculação de fungos micorrízicos (Controle e uma mistura dos gêneros *Gigaspora*, *Scutellospora*, *Glomus* e *Acaulospora*) e cinco doses de adição de P (0, 30, 60, 120, 240 mg kg<sup>-1</sup>), com quatro repetições. As avaliações do experimento ocorreram aos 75 dias para o girassol e 80 dias para o amendoim após sua instalação. Foram avaliadas as variáveis de desenvolvimento das plantas e de micorrização. Houve aumento no desenvolvimento do girassol e do amendoim nas baixas doses de P com a inoculação dos FMA, não ocorrendo efeitos benéficos nas altas doses de P. O girassol e o amendoim apresentaram alta eficiência micorrízica nos baixos níveis de P no solo. A colonização micorrízica radicular no girassol e no amendoim foi inibida significativamente com o aumento da dose de P adicionada ao solo.

**PALAVRAS-CHAVE** – Inoculação de micorriza, nutrição fosfatada, desenvolvimento da planta.

### EFFECT OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI UNDER DIFFERENT LEVELS OF PHOSPHORUS ON SUNFLOWER AND PEANUT

#### ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of response of sunflower and peanut to arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) inoculation under different levels of soil P additions. The experiments were carried out in a greenhouse conditions, in a randomized factorial design with two treatments of AMF (control without AMF inoculation and a mix of different genus: *Gigaspora*, *Scutellospora*, *Glomus* and *Acaulospora*) and five phosphorus treatments (0, 30, 60, 120 and 240 mg kg<sup>-1</sup> soil); with four replicates. The sunflower and peanut plants were harvested, respectively, after 75 and 80 days from the beginning of the experiment. There were evaluated the plant growth and mycorrhiza variables. There were significant positive effects of arbuscular mycorrhizal fungi inoculation on the sunflower and peanut plant growth mainly under lower P soil levels. The mycorrhizal effectiveness (ME) was high under low P levels, however the ME decreased with P addition. The mycorrhizal colonization

was inhibited under high P level.

**KEY WORDS:** Mycorrhizal inoculation, phosphorus nutrition, plant growth.

## INTRODUÇÃO

A consolidação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) objetiva a obtenção da independência energética do país. Estes bio-combustíveis podem ser utilizados na forma pura ou misturados ao óleo diesel, sendo considerado excelente fonte de energia renovável, além de contribuir na geração de emprego e renda e reduzir os níveis de poluição no meio ambiente. Com o aumento da demanda por bio-combustíveis, várias espécies de plantas oleaginosas têm apresentado bom potencial no fornecimento de matéria prima para a extração de óleo e obtenção de biodiesel.

A cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) é a quinta oleaginosa em área cultivada no mundo (18 milhões de hectares) e a quinta oleaginosa em produção de grãos, respondendo por 13% de todo o óleo vegetal produzido no mundo. Em média, para cada tonelada de grãos de girassol, são produzidas 400 kg de óleo (OLIVEIRA & VIEIRA, 2004). O amendoim (*Arachis hypogaea*) é uma das culturas de maior expressão econômica no mundo, juntamente com o feijão e a soja, não só como alimento protéico, mas também, como um dos principais fornecedores de matéria prima à produção de óleo. Cerca de 10% da produção mundial de óleo comestível é composta pelo óleo de amendoim. Nos últimos dez anos, no Brasil, a produção de amendoim passou de 142 mil t para 300 mil t, enquanto que a produtividade aumentou de 1.740 kg ha<sup>-1</sup> para 2.330 kg ha<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 2010).

A cultura do girassol e do amendoim, de modo geral, apresenta boa adaptabilidade a diferentes condições edafo-climáticas. Entretanto, são necessários mais estudos de seu comportamento nutricional sob diferentes condições de solo. Neste contexto é importante estudos que evidenciem o papel dos fungos micorrízicos. Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) formam associações com as raízes das plantas, caracterizando-se pelo desenvolvimento de estruturas fúngicas (hifas, vesículas e arbúsculos) na região do córtex radicular e grande quantidade de hifas extrarradiculares. Estas hifas funcionam como extensões do sistema radicular, proporcionando aumento na absorção de nutrientes e água, melhorando assim, o desenvolvimento das plantas. Estas hifas extrarradiculares proporcionam aumento em mais de cem vezes na área do solo explorada pelas raízes. Tem sido evidenciada a contribuição das micorrizas em várias culturas de interesse econômico como a mandioca, mamoeiro, jacarandá, acerola, citros, cedro, entre outras (BALOTA et al., 1997; TRINDADE et al., 2001; CHAVES & BORGES, 2005; COSTA et al., 2005; NOGUEIRA & CARDOSO, 2006; ROCHA et al., 2006).

O objetivo do estudo foi avaliar o efeito dos fungos micorrízicos arbusculares associado à cultura do girassol e do amendoim em diferentes doses de adição de P no solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido em casa de vegetação no Instituto Agrônomo do Paraná-IAPAR, em Londrina, experimento com a cultura do girassol e do amendoim, utilizando como substrato solo arenoso (LVA) autoclavado em vasos de 4,0 kg. O solo originalmente apresentava 2,3 mg kg<sup>-1</sup> de P (*Mehlich*) e 10,4 g kg<sup>-1</sup> de C total. Foi adicionado calcário ao solo para obter-se V=70% e incubado por um período de 30

dias antes da instalação do experimento. Foi adicionada solução nutritiva para reposição do N, K, B e Zn. Parte do N foi aplicada anterior à semeadura e parte vinte dias após a germinação.

Os tratamentos foram instalados num esquema fatorial casualizado constando de dois tratamentos de inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (Controle sem inoculação e Inoculação com uma mistura de fungos dos gêneros *Gigaspora*, *Scutellospora*, *Glomus* e *Acaulospora*) e cinco tratamentos de adição de fósforo (0, 30, 60, 120 e 240 mg kg<sup>-1</sup>). A inoculação dos fungos micorrízicos foi realizada no momento da semeadura colocando-se em torno de 100 esporos abaixo da semente. O inóculo micorrízico foi proveniente da Coleção de Espécies de FMA do IAPAR.

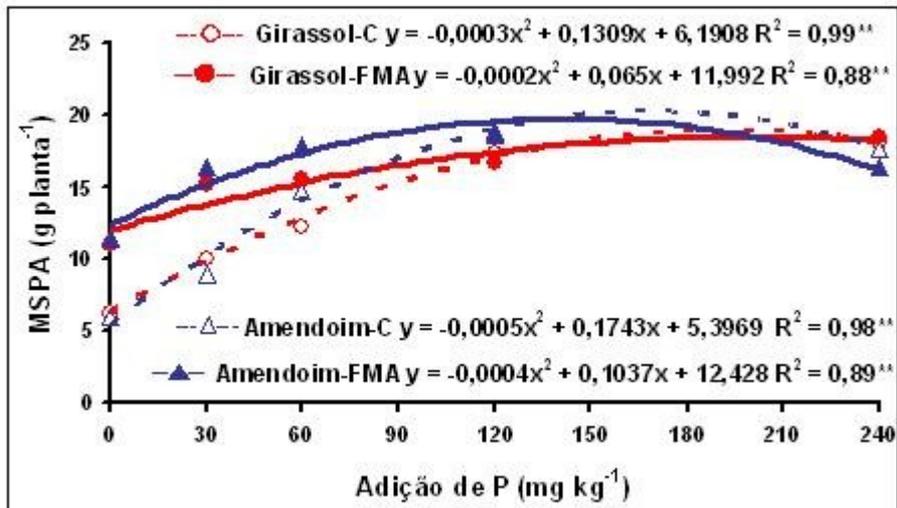
A coleta do experimento foi realizada aos 75 dias para o girassol e 80 dias para o amendoim após a sua implantação, avaliando as variáveis de desenvolvimento das plantas e micorrização. A avaliação da colonização micorrízica foi realizada pela observação das estruturas fúngicas nas raízes em microscópio estereoscópio, após as mesmas serem submetidas ao processo de clareamento com KOH e coloração com azul de tripano como descrito em COLOZZI FILHO & BALOTA (1994).

Os dados foram submetidos a análise de variância considerando os fatores inoculação e doses de adição de P. As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. Os dados para cada fator inoculação foram submetidos a análise de regressão com as doses de P, sendo escolhido o modelo que apresentou maior coeficiente de correlação (R<sup>2</sup>). Todas as análises estatísticas foram feitas usando o pacote estatístico SAS versão 9 (SAS, 2002).

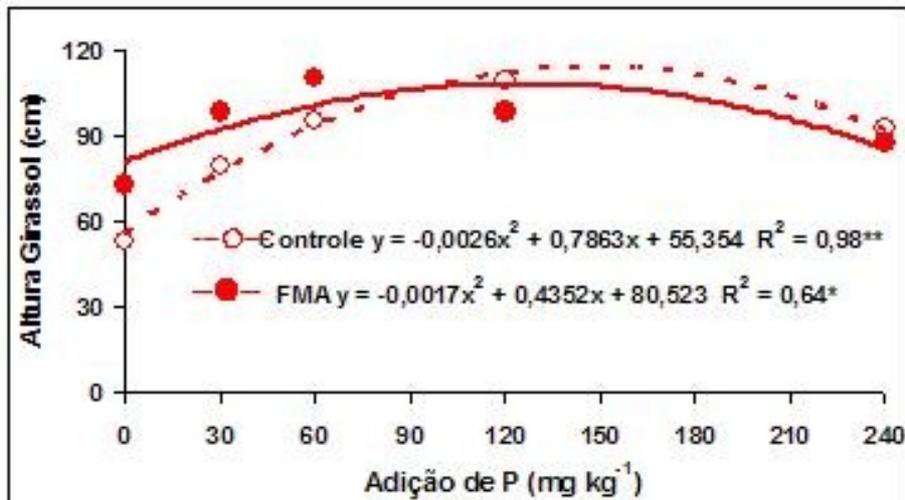
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A micorrização proporcionou aumento significativo no desenvolvimento vegetativo tanto do girassol como do amendoim nas doses baixas de P, não apresentando, porém efeitos benéficos nas maiores doses (Figura 1). O incremento na matéria seca da parte aérea das plantas devido à micorrização foi de até 77% no girassol e 95% no amendoim. A micorrização proporcionou aumento de até 38% na altura das plantas do girassol (Figura 2) e de até 105% no peso seco dos frutos de amendoim (Figura 3).

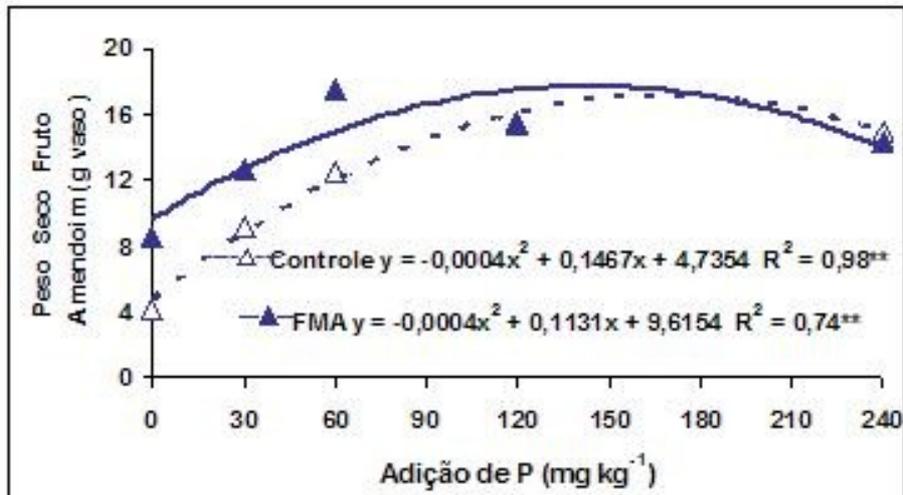
A eficiência das micorrizas em beneficiar o girassol e o amendoim pode ser evidenciada calculando-se a dose de P necessária para produção de 70% do máximo desenvolvimento da planta. A micorrização proporcionou 70% do máximo peso seco da parte aérea (PSPA) com adição de 15 mg kg<sup>-1</sup> de P, enquanto que este PSPA das plantas não-micorrizadas foi obtido na dose acima de 60 de mg kg<sup>-1</sup> de P, dose esta quatro vezes superior. Resultados similares de benefícios da micorrização nos baixos níveis de P no solo têm sido observados em varias culturas (BALOTA et al., 1997; TRINDADE et al., 2001; CHAVES & BORGES, 2005; COSTA et al., 2005; NOGUEIRA & CARDOSO, 2006; ROCHA et al., 2006).



**FIGURA 1.** Matéria seca da parte aérea (PSPA) de girassol e amendoim inoculado com fungos micorrízicos arbusculares em diferentes doses de adição de P. \*\* Indica significância do modelo a 1% de probabilidade pelo teste F.



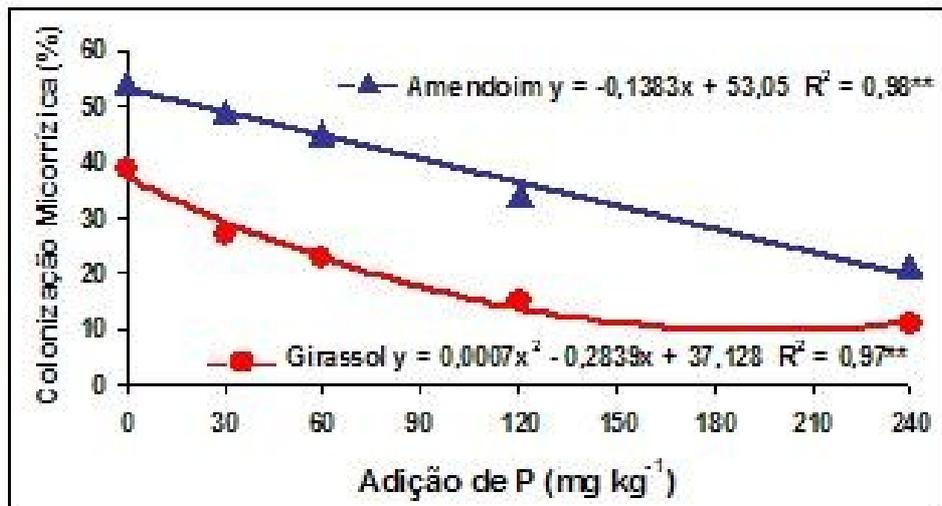
**FIGURA 2.** Altura das plantas de girassol inoculado com fungos micorrízicos arbusculares em diferentes doses de adição de P. \* e \*\* Indica respectivamente significância do modelo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F.



**FIGURA 3.** Peso seco dos frutos de amendoim inoculado com fungos micorrízicos arbusculares em diferentes doses de adição de P. \*\* Indica significância do modelo a 1% de probabilidade pelo teste F.

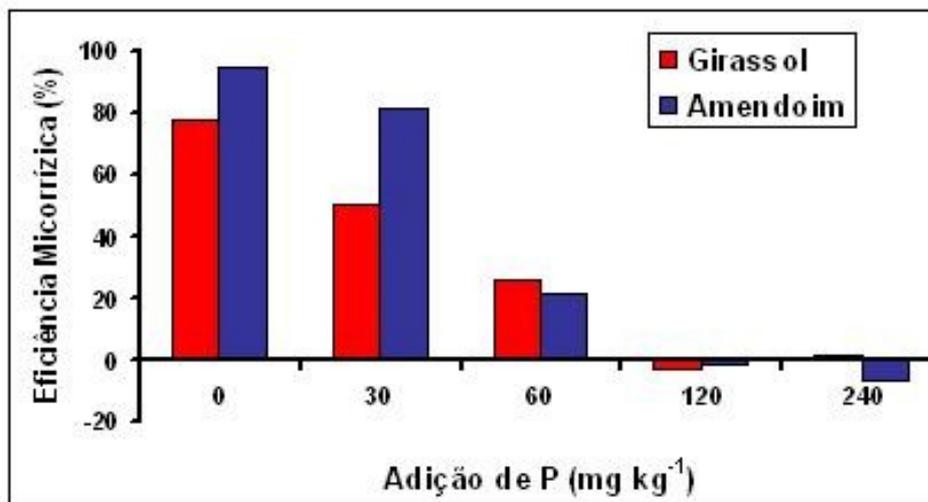
O incremento no desenvolvimento das plantas micorrizadas pode ser atribuído à capacidade dos fungos em aumentar, em mais de cem vezes, a área de exploração do solo pela grande produção de hifas extrarradiculares. Em condições tropicais, foram observados 47 metros de micélio total por grama de solo em área de mineração em reabilitação (MELLONI et al., 2003). Assim, a micorrização proporciona maior eficiência na absorção de nutrientes não só devido ao aumento da área do solo explorada, como também porque as hifas fúngicas apresentam maior eficiência na absorção de nutrientes (menor *Km*) comparada às raízes. Por exemplo, o influxo de P em raízes micorrizadas é cinco vezes maior que o observado em raízes sem micorrizas (SMITH & READ, 1997; BOLAN, 1991). Esta maior eficiência das hifas micorrízicas é importante porque raízes micorrizadas têm acesso às mesmas formas de P disponíveis às plantas não micorrizadas (BOLAN, 1991; SMITH & READ, 1997).

A colonização micorrízica radicular foi inibida significativamente no girassol e no amendoim com o aumento da dose de P adicionada ao solo (Figura 4). A eficiência micorrízica (EM) também diminuiu com o aumento das doses de P adicionado ao solo. A EM significa quanto as plantas micorrizadas foram superiores às plantas não micorrizadas. Quando a EM foi calculada baseada no peso seco da parte aérea pode ser observado que o girassol e o amendoim apresentaram alta EM nos baixos níveis de P e baixa EM sob altos níveis de P no solo (Figura 5).



**FIGURA 4.** Colonização micorrízica radicular do girassol e do amendoim em diferentes doses de adição de P.

\*\* Indica significância do modelo a 1% de probabilidade pelo teste F.



**FIGURA 5.** Eficiência micorrízica (%) do girassol e do amendoim em diferentes doses de adição de P. EM = (peso seco da parte aérea das plantas micorrizadas - peso seco da parte aérea das plantas não micorrizadas) / (peso seco da parte aérea das plantas não micorrizadas) x 100.

A diminuição na colonização micorrízica devido ao aumento da adição de P é considerada normal, podendo, em muitos casos, ser relacionada também com o estado nutricional das plantas. Plantas que apresentam estado nutricional adequado teriam mecanismos para reduzir o desenvolvimento ou a atividade de FMA nas raízes, objetivando reduzir o custo energético que a manutenção do fungo representa para a planta (SMITH & READ, 1997; MOREIRA & SIQUEIRA, 2002). A redução na

eficiência micorrízica com o aumento da adição de P pode estar relacionada com a diminuição na colonização micorrízica. Estes resultados estão em concordância com aqueles observados em estudos de inoculação em mangabeira (COSTA et al., 2005) e em citros (NOGUEIRA & CARDOSO, 2007).

### CONCLUSÃO

Os resultados evidenciam que os fungos micorrízicos arbusculares podem contribuir significativamente para o desenvolvimento do girassol e do amendoim nos baixos níveis de P no solo. A adição de P ao solo diminuiu o desenvolvimento da colonização micorrízica radicular bem como a eficiência micorrízica nas plantas.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALOTA, E. L.; LOPES, E. S.; HUNGRIA, M.; DOBEREINER, J. Inoculação de bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares na cultura da mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 32: 627-639, 1997.

BOLAN, N. S. A. critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. **Plant and Soil**. 134:189-207, 1991.

CHAVES, L. F. C.; BORGES, R. C. G. Eficiência micorrízica na produção de jacarandá-da-bahia cultivadas em diferentes doses de fósforo. **Acta Scientiarum Agronomy**, 27: 587-594, 2005.

COLOZZI FILHO, A.; BALOTA, E. L. Micorrizas arbusculares. In: **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. (eds.) Hungria, M.; Araújo, R. Brasília:Embrapa, 1994, p.383-418.

COSTA, C. M. C.; CAVALCANTE, U. M. T.; GOTO, B. T.; SANTOS, V. F.; MAIA, L. C. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada em mudas de mangabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 40: 225-232, 2005.

EMBRAPA. **Cultivo do amendoim**. Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Amendoim/CultivoAmendoim/index.html>> acesso em 10 de outubro de 2010.

MELLONI, R.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Fungos micorrízicos em solos de área de mineração de bauxita em reabilitação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 38:267-276, 2003.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2002. 626p.

NOGUEIRA, M. A.; CARDOSO, E. J. B. N. Plant growth and phosphorus uptake in mycorrhizal rangpur lime seedlings under different levels of phosphorus. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 41:93-99, 2006.

NOGUEIRA, M. A.; CARDOSO, E. J. B. N. Phosphorus availability changes the internal and external endomycorrhizal colonization and effects symbiotic effectiveness. *Scientia Agricola*, 64:295-300, 2007.

OLIVEIRA, M. F.; VIEIRA, O.V. Extração de óleo de girassol utilizando miniprensa. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 27p. (Documentos/Embrapa Soja).

ROCHA, F. S.; SAGGIN JUNIOR, O.; SILVA, E. M. R.; LIMA, W. L. Dependência e resposta de mudas de cedro a fungos micorrízicos arbusculares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 41: 77-84, 2006.

SAS. **SAS/STAT - User's guide: statistics**. 9<sup>th</sup> ed. Cary, NC, USA. SAS Institute, 2002.

SMITH, S. E.; READ, D. J. **Mycorrhizal Symbiosis**. California: Academic Press, 1997. 506p.

TRINDADE, A. V.; SIQUEIRA, J. O.; ALMEIDA, E. P. Dependência micorrízica de variedades comerciais de mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 36: 1485-1494, 2001.