

# Resposta da mamoneira a fungos micorrízicos arbusculares e a níveis de fósforo<sup>1</sup>

## Response of castor bean to arbuscular mycorrhizal fungi and levels of phosphorus

Oswaldo Machineski<sup>2\*</sup>; Elcio Liborio Balota<sup>3</sup>; José Roberto Pinto de Souza<sup>4</sup>

### Resumo

O objetivo no presente estudo foi avaliar a resposta da mamoneira inoculada com fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e diferentes níveis de P no solo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em Londrina-PR, com a utilização de solo arenoso (LVd) autoclavado como substrato, em vasos com capacidade de 4 kg. Os tratamentos foram instalados em um esquema fatorial A x B, casualizados, sendo utilizado o híbrido de mamona Iris. Fator A: representado pela inoculação dos fungos micorrízicos: Controle, *Gigaspora margarita*, *Glomus clarum*, e uma mistura de espécies, e o fator B pelos cinco níveis de P (0, 20, 40, 80, 160 mg P kg solo<sup>-1</sup>), com quatro repetições. Foram avaliados: massa seca de plantas, micorrização e o teor de P na parte aérea. Houve efeito significativo da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares na massa seca e no teor de P na parte aérea. A adição de doses de P influenciou de modo significativo a produção de matéria seca e os teores de P no tecido, porém diminuiu a colonização radicular e o número de esporos de FMA. A mamoneira mostrou-se dependente de FMA no solo com baixo nível de P.

**Palavras-chave:** Nutrição, *Ricinus communis* L., micorrizas, dependência micorrízica

### Abstract

The aim of this study was to evaluate the response of castor bean inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and different levels of P in the soil. The experiment was carried out under greenhouse condition, in Londrina-PR, using disinfected sandy soil (LVd) as substrate, in pots with capacity of 4 kg. The treatments were conducted in a randomized factorial design, using Iris castor bean cultivar. The treatments with mycorrhizal were: Control, *Gigaspora margarita*, *Glomus clarum*, and a mixture of species, and five levels of P (0, 20, 40, 80, 160 mg P kg soil<sup>-1</sup>), with four replicates. There were evaluated: dry mass, content of P in the shoot and mycorrhization. There was a significant effect of arbuscular mycorrhizal fungi inoculation on the dry mass and in the P content in the shoot. The addition of P influenced, significantly, the production of dry mass and P content in the plant tissue, however it decreases the root colonization and mycorrhizal sporulation. The castor bean show dependence of AMF in soil with low levels of P.

**Key words:** Nutrition. *Ricinus communis* L., mycorrhiza, mycorrhizal dependency

<sup>1</sup> Parte da Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, UEL, Londrina, PR.

<sup>2</sup> Biólogo, MSc. em Agronomia, Instituto Agrônomo do Paraná, IAPAR, Área de Solos, Laboratório de Microbiologia de Solos, Rod. Celso Garcia Cid, Km 375, Caixa Postal 481, CEP 86001-970. Londrina, PR. E-mail: omachine@iapar.br

<sup>3</sup> Biólogo, Dr. em Agronomia, IAPAR, Área de Solos. E-mail: balota@iapar.br

<sup>4</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Prof. Dr. Dept<sup>o</sup>. de Agronomia, CCA, UEL, Londrina, PR. E-mail: jose@uel.br

\*Autor para correspondência

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de mamona (*Ricinus communis* L.) e um dos maiores exportadores do seu principal produto, o óleo, que é extraído das sementes. A mamoneira é uma oleaginosa de relevante importância econômica e social, pois seu óleo tem uma ampla utilização como insumo nas indústrias químicas e de lubrificantes. Entre as aplicações industriais estão: química, têxtil, papéis, plásticos e borracha, perfumaria, cosméticos, farmácia, eletro-eletrônicos, telecomunicações, tintas, adesivos, lubrificantes de baixa temperatura, colas, aderentes, inseticidas, tintas de impressão, medicina, alimentos, entre outros. Além desse vasto espectro de uso, a mamona se destaca como uma das matérias primas para a produção de biodiesel (SILVA; MARTINS, 2009). Apesar de toda a importância da cultura da mamona para o Brasil, ainda é típica de pequena propriedade sendo cultivada sob baixo nível tecnológico, com pouco ou nenhum uso de adubos e corretivos (AZEVEDO; BELTRÃO, 2001).

Segundo Ferreira et al. (2004), baixos níveis de P e K retardam o crescimento inicial da mamoneira e provocam redução considerável na produtividade. O fósforo é um dos principais nutrientes para a cultura, pois participa de importantes reações nas plantas, com destaque para os processos ligados ao fluxo de energia, compondo a molécula de ATP e outras moléculas que compõem algumas substâncias de armazenamento em sementes como óleos, proteínas e carboidratos (BELTRÃO; AZEVEDO, 2001). Ribeiro et al. (2009) estudaram o efeito da adubação de nitrogênio, potássio e fósforo em diferentes doses na cultivar de mamona BRS 188 Paraguaçu em casa de vegetação. Quanto ao fósforo a dose que proporcionou maior produção de sementes foi a de 120 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Porém ainda são poucas as referências na literatura sobre os teores de nutrientes no tecido foliar de mudas de mamoneira.

Diniz Neto et al. (2009) desenvolvendo experimento em diferentes épocas e em diferentes localidades, com plantio de duas cultivares de

mamona (cv. BR Nordeste e cv. Mirante 10), concluíram que a menor quantidade de água disponível às plantas no cultivo de sequeiro, afeta as estruturas vegetativas e reprodutivas da mamoneira.

A cultura da mamoneira apresenta desenvolvimento inicial da parte aérea bastante lento no primeiro mês. Assim, a produção de mudas, poderia ser uma tecnologia alternativa para seu plantio em locais com pouca disponibilidade hídrica, porém é uma técnica bastante incipiente (LIMA; BELTRÃO, 2007). Entretanto, os autores salientam que o transplante de mudas bem desenvolvidas, no início do período das chuvas, é de grande vantagem para a cultura por possibilitar bom estabelecimento no campo, com vantagens sobre a infestação de plantas daninhas.

A inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMA), na fase de produção de mudas da mamoneira, pode ser uma tecnologia com potencial de aplicação prática, pois há resultados de estudos da inoculação dos FMA na produção de mudas de várias espécies vegetais, como: peroba rosa, porta-enxerto de videira, pessegueiro, citros, cafeeiro, entre outros. Mudas micorrizadas apresentam melhor desenvolvimento, maior índice de sobrevivência a campo, maior resistência aos estresses hídricos e melhor absorção de nutrientes, principalmente os de baixa mobilidade no solo como o fósforo. Estes FMA associam-se com as raízes das plantas, formando uma simbiose mutualística, com benefício a ambos os organismos. A associação é caracterizada pela formação de hifas, vesículas e arbúsculos na região do córtex da raiz e grande quantidade de hifas extrarradiculares. Estas estruturas funcionam como extensões do sistema radicular, proporcionando maior área de exploração pelas raízes, contribuindo assim, para um maior desenvolvimento das plantas, devido à maior absorção de água e nutrientes.

Neste contexto, são imprescindíveis estudos que evidenciem o comportamento da mamoneira em diferentes níveis de fósforo e com a inoculação de

fungos micorrízicos arbusculares.

O objetivo no presente estudo foi de avaliar a resposta da mamoneira inoculada com fungos micorrízicos arbusculares *G. margarita* e *G. clarum* e uma mistura de espécies em diferentes níveis de P no solo.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação. O solo utilizado como substrato foi um Latossolo Vermelho distrófico que apresentou as seguintes características: pH em  $\text{CaCl}_2 = 4,1$ ; P em Mehlich =  $2,3 \text{ mg dm}^{-3}$ ; Ca; Mg e Al em KCl, e K em Mehlich igual a 0,67; 0,45; 1,08;  $0,10 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$  de solo respectivamente; e  $10,43 \text{ g C dm}^{-3}$  de solo. Foi adicionado calcário no solo para obter-se  $V=70\%$ , ficando reagindo durante 90 dias. O substrato foi autoclavado e deixado em repouso por 60 dias. Posteriormente o substrato foi acondicionado em vasos com capacidade para 4,0 kg, quando recebeu aplicação de adubo (P), na forma de superfosfato triplo moído para melhor homogeneização e incubado por 20 dias.

O experimento foi constituído por um esquema fatorial A x B, utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo o fator A representado pela inoculação de fungos micorrízicos (Controle, sem fungo; *Gigaspora margarita*; *Glomus clarum* e uma mistura de fungos dos gêneros *Gigaspora*, *Scutellospora*, *Glomus* e *Acaulospora* e o fator B pelos níveis de P (0, 20, 40, 80 e  $160 \text{ mg P kg solo}^{-1}$ ). Estes tratamentos serão designados P0, P20, P40, P80 e P160. O solo sem adição de P representa a fertilidade natural do solo. A inoculação dos fungos micorrízicos realizou-se no momento da semeadura colocando-se 120 esporos em cada vaso, 5 cm abaixo das sementes. Os esporos foram obtidos da Coleção de Espécies de FMA mantida no IAPAR, em vasos com solo desinfestado e cultivados com *Brachiraria decumbens*. Foram extraídos por peneiramento úmido, centrifugados em sacarose 50%, contados e separados com auxílio de microscópio estereoscópico. Cada vaso recebeu

três sementes de mamona do híbrido comercial *Íris*, deixando após o desbaste, apenas uma planta por vaso. Foi realizada aplicação de solução nutritiva aos 20 dias, contendo potássio 0,13 g de KCl, 12,5 mg de  $\text{H}_3\text{BO}_3$  e 12,5 mg de  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  para cada vaso. A adubação nitrogenada foi adicionada no início, aos 20 e aos 40 dias após o plantio, contendo 0,15 g de  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  para cada vaso.

Aos 65 dias após o plantio (DAP) foram avaliados os seguintes parâmetros: massa seca, o teor de P na parte aérea das plantas, colonização micorrízica, números de esporos e Dependência Micorrízica Relativa (DMR).

Para determinação da colonização radicular por FMA, foi utilizado 1g de raízes que passaram por um processo de clarificação em KOH 10%, durante 15 minutos a  $95^\circ\text{C}$  e posteriormente lavando abundantemente em água corrente. Acidificação com HCl 1% por 2 minutos e posterior coloração com azul de tripano 0,05%, aquecendo as amostras a  $95^\circ\text{C}$  durante 10 minutos. Após esse procedimento as raízes foram colocadas em placas de Petri quadriculadas, e avaliada a colonização micorrízica das raízes pelo método de intersecção de quadrantes com auxílio de microscópio estereoscópico com aumento de até 40X. Foi observada a presença ou ausência de estruturas fúngicas características (hifas, vesículas e/ou arbusculos) nos pontos de intersecção das raízes com linhas do quadriculado.

Os esporos foram extraídos em 50 mL de solo. O solo foi colocado em becker de 2L, com água, e submetido a agitação com bastão de vidro para homogeneização. Esperou-se 10 segundos para decantação mais densas do solo. Verteu-se o sobrenadante que foi recuperado em peneira com abertura de 0,044mm. Esse procedimento foi realizado três vezes com o solo decantado para recuperação total dos esporos de FMA do solo. Após esse procedimento os esporos que foram recuperados com a mistura de solo foram transferidos para tubos de centrífuga com capacidade de 50 mL e foram submetidos à centrifugação à 3000 RPM, sendo

que o sobrenadante foi descartado e o solo com os esporos foram novamente centrifugados em solução de sacarose 50% e o sobrenadante foi recuperado em peneira de 0,044mm. Os esporos foram transferidos para placas de Petri e a contagem foi realizada com auxílio de um microscópio estereoscópio (40 x). Os dados de colonização micorrízica foram transformados para  $\text{ARCSEN}\sqrt{x}/100$  e submetidos à análise de regressão com os demais resultados. O número de esporos foi transformado para  $\log(x + 1)$ . Para o cálculo da Dependência Micorrízica Relativa da mamoneira foi utilizada a seguinte fórmula:  $DM = [(massa\ seca\ de\ planta\ micorrizada) - (massa\ seca\ de\ planta\ não\ micorrizada) / massa\ seca\ de\ planta\ micorrizada] \times 100$ .  $>75\%$  = dependência excessiva;  $50\%-75\%$  = dependência alta;  $25\%-50\%$  = dependência moderada;  $<25\%$  dependência marginal; não responde a inoculação.

A inoculação dos fungos micorrízicos e a adição de P proporcionaram aumento no desenvolvimento vegetativo da mamoneira. Todos os parâmetros avaliados se ajustaram à regressão polinomial quadrática. A micorrização proporcionou aumento no desenvolvimento da mamoneira principalmente nas menores doses de P. A adição de níveis crescentes de P também influenciou positivamente a produção de massa seca da parte aérea, tanto nos tratamentos inoculados, como naqueles sem inoculação (Figura 1A).

No tratamento sem inoculação e sem adubação fosfatada (P0) houve redução significativa no crescimento das plantas, devido aos baixos teores de P no solo (Figura 1A).

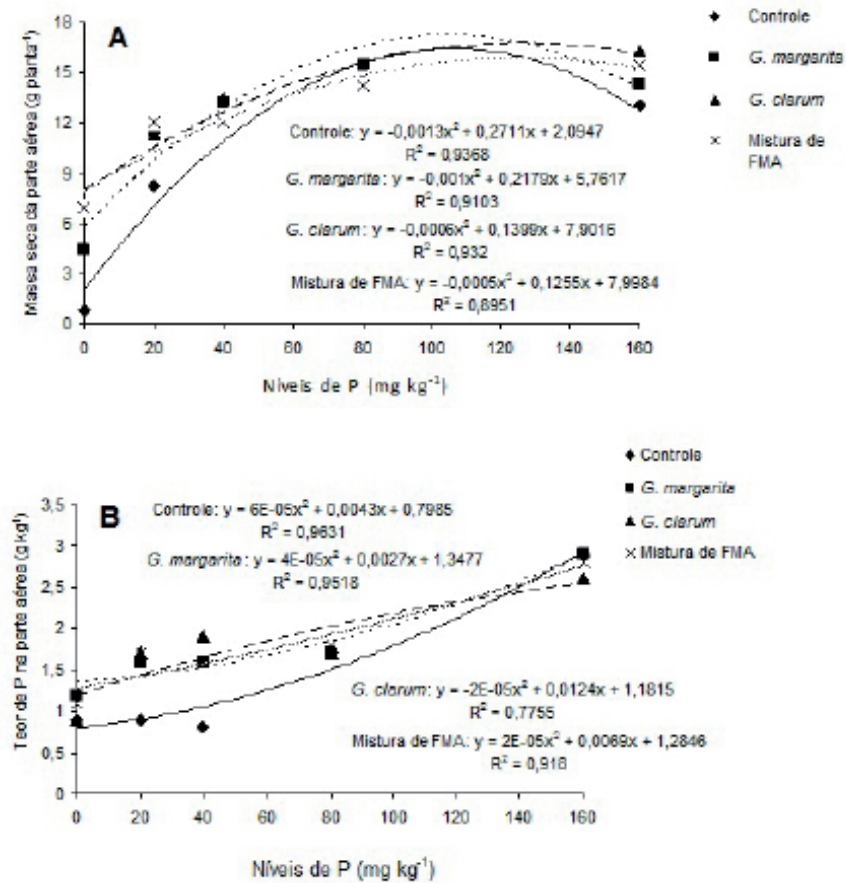
A inoculação das micorrizas proporcionou acréscimo na massa seca da parte aérea em até 450%, 775% e 762% para *G. margarita*, *G. clarum* e a mistura de FMA, respectivamente, no nível mais baixo de P. Efeitos positivos dos FMA na mesma magnitude, tem sido observados em várias espécies de plantas, porém as respostas podem variar diferir quanto ao nível ideal de P para se obter maior eficiência dos FMA. O maior benefício

das micorrizas no desenvolvimento das plantas foi observado com a adição de 20 mg kg<sup>-1</sup> de P em mudas de algaroba (AGUIAR et al., 2004), na dose de 30 mg kg<sup>-1</sup> para a aceroleira (BALOTA et al., 2011a) e 50 mg kg<sup>-1</sup> para o pinhão-manso (BALOTA et al., 2011b).

Os FMA proporcionaram aumentos nos teores de P na parte aérea das plantas de mamoneira cultivadas em solo em que foi adicionado fósforo até o nível P40, o que não ocorreu nos demais níveis de P (Figura 1B). No nível P0 o aumento no teor de P na parte aérea da mamoneira foi de 33% e 22% para as plantas inoculadas com *G. margarita* e mistura de FMA, respectivamente, porém não houve diferença entre o controle e a inoculação de *G. clarum*. Já no nível P20 a inoculação de *G. clarum* e mistura de FMA proporcionaram um aumento do teor de P nas plantas em 88% e *G. margarita* em 77%. No nível P40 o aumento foi de 100% nas plantas inoculadas com *G. margarita* e mistura de FMA, e de 138% nas plantas inoculadas com *G. clarum*.

Houve aumento dos teores de P na parte aérea devido ao aumento da adição de P no solo, independente da inoculação, porém só houve diferença em relação ao P0, a partir do nível P80. O aumento da absorção do P na planta micorrizada é atribuída à capacidade dos fungos em aumentar, em mais de cem vezes, a área de exploração do solo devido a produção de grande quantidade de hifas extrarradiculares, que podem atingir até 12 cm da superfície das raízes, absorvendo o nutriente além da zona de depleção, como também observado por Melloni e Cardoso (1999) em plantas cítricas. A maior eficiência das plantas micorrizadas na absorção de P se deve também ao fato de que as hifas proporcionam maior eficiência no transporte do elemento e ao seu pequeno diâmetro (2-15 µm), em comparação com as raízes (SMITH; READ, 1997), permite seu crescimento e a absorção de nutriente nos pequenos poros do solo.

**Figura 1.** Massa seca da parte aérea (A) e teor de P na parte aérea (B) de plantas de mamoneira, inoculadas com diferentes fungos micorrízicos arbusculares e diferentes níveis de fósforo aos 65 DAP. Média de 4 repetições.



A colonização micorrízica variou de 11 a 62 % devido a espécie de FMA inoculada e o nível de P (Figura 2A), ocorrendo diminuição com o aumento da dose de P. Esse decréscimo pode ser considerado normal, devido à inibição do estabelecimento da simbiose quando submetidos a teores elevados desse nutriente, com conseqüente redução da intensidade da colonização (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Plantas bem nutridas teriam mecanismos para reduzir o desenvolvimento das micorrizas nas raízes, objetivando reduzir o custo energético que a manutenção do fungo representa para a planta (SMITH; READ, 1997).

A inoculação da mistura de FMA proporcionou efeitos similares aos apresentados pela utilização

de *G. margarita* e *G. clarum* isoladamente. Algumas vezes a mistura de espécies de FMA pode proporcionar diminuição nas taxas de colonização radicular e nos efeitos às plantas, quando comparados aos inóculos puros, evidenciando assim, uma competição entre as diferentes espécies.

Houve diminuição na esporulação com o aumento nos teores de P no solo (Figura 2B). Maior número de esporos foi observado com a espécie *G. clarum* no nível P20, enquanto que a menor densidade ocorreu com *G. margarita* na dose P160. Aguiar et al. (2004) estudando mudas de algaroba observaram que a esporulação não aumentou com a adição de P no solo natural, enquanto que no solo esterilizado, a adição de

P estimulou a esporulação. Colozzi-Filho e Siqueira (1986) não encontraram esporos de *G. margarita* na rizosfera do cafeeiro cultivado durante cento e dez dias, com adição de 200 mg de  $P_2O_5$   $kg^{-1}$  de solo, apesar da ocorrência de alta taxa de colonização radicular. Em vários estudos descritos na literatura não foi observada correlação entre a colonização radicular e a esporulação, como observado, por exemplo, por Balota e Lopes (1996) em estudo da flutuação sazonal da população micorrízica em cafeeiro micorrizado cultivado em condições de campo. Entretanto, no presente estudo ocorreu alta correlação ( $r=0,83$ ) entre a colonização radicular e esporulação micorrízica.

A dependência micorrízica é inversamente proporcional à disponibilidade de fósforo no solo, sendo geralmente maior o efeito da micorrização sob condições de fósforo abaixo do nível ótimo para o crescimento vegetal (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Costa et al. (2005), estudando mudas de mangabeira inoculadas com *Gigaspora albida* e *Glomus etunicatum*, observaram que a maior dependência micorrízica ocorreu em solo desinfestado sob baixos teores de fósforo. A dependência micorrízica também diminuiu com a elevação do P no solo, conforme relatado por Flores-Aylas et al. (2003), em espécies arbóreas semeadas diretamente. Os estudos que abordam a dependência micorrízica evidenciam que os efeitos dos FMA na nutrição das plantas são mediados pela disponibilidade de nutrientes no solo, principalmente pelos teores de P no solo.

Nesse estudo verificou-se elevado grau de dependência micorrízica das plantas de mamoneira, cultivadas em solo sem adição de P, enquanto que no solo com dose P20 a dependência foi moderada (Figura 1C). Esses resultados de dependência micorrízica foram observados

para todas as espécies de FMA utilizadas na inoculação, sugerindo que a mamoneira pode ter um amplo espectro quanto a dependência da simbiose com diversas espécies de FMA, como também observado anteriormente na cultura da aceroleira (BALOTA et al., 2011a) e do pinhão-manso (BALOTA et al., 2011b). Nos níveis mais altos de P adicionado ao solo, a dependência foi considerada baixa, ou seja, menor que 25%.

Essas informações sobre a eficiência dos FMA na cultura da mamoneira em solo de baixa fertilidade são importantes, pois, seu cultivo ainda é realizado, na sua maioria sob condições de baixa fertilidade do solo e baixo nível tecnológico. Nesse sentido, a possibilidade de utilização de inoculação de FMA na fase de formação de mudas pode contribuir na nutrição, aumentar a possibilidades de pegamento no transplante e na maior resistência ao estresse hídrico, principalmente em regiões de pouca disponibilidade hídrica, onde a cultura tem sido bastante cultivada.

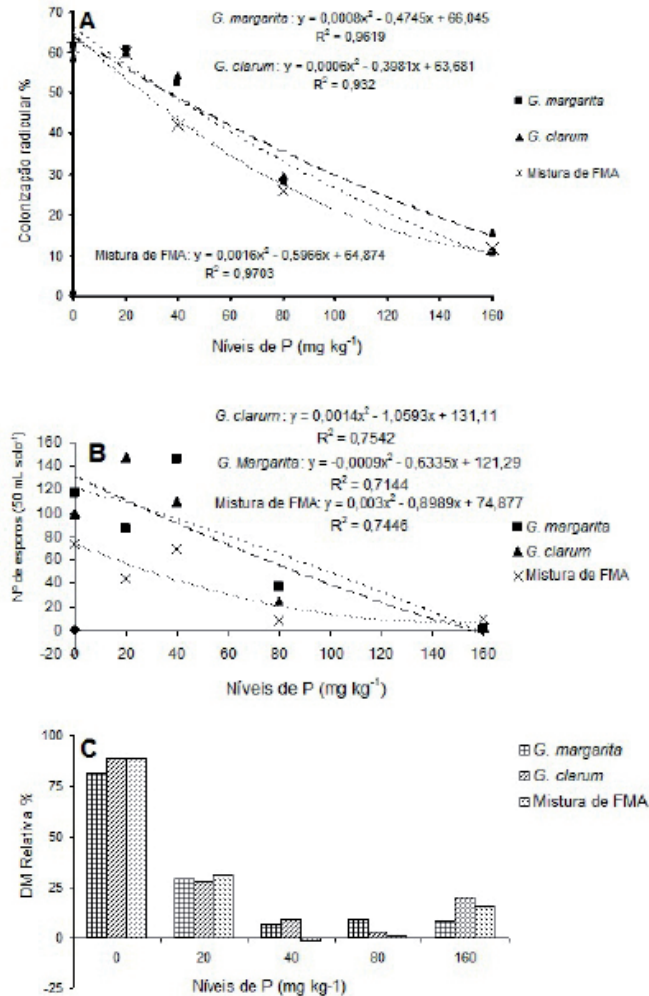
A inoculação dos fungos micorrízicos arbusculares *G. margarita* e *G. clarum* proporcionaram aumentos na massa seca das plantas de mamoneira, principalmente nos níveis mais baixos de fósforo no solo.

A adição de fósforo ao solo proporcionou aumento na produção de massa seca e nos teores de fósforo da parte aérea da mamoneira e diminuição na colonização radicular e na esporulação das micorrizas.

Níveis crescentes de fósforo no solo influenciaram positivamente o desenvolvimento das plantas de mamoneira independente da inoculação com micorrizas.

Em solo com nível baixo de P, a mamoneira tem alta dependência às micorrizas.

**Figura 2.** Colonização radicular micorrízica (A), número de esporos de FMA (B) e Dependência Micorrízica Relativa (C) da mamoneira inoculadas com FMA, 65 dias após o plantio. Média de 4 repetições. DM = [(massa seca de planta micorrizada) – (massa seca de planta não micorrizada) / massa seca de planta micorrizada] x 100. >75% = dependência excessiva; 50%-75% = dependência alta; 25%-50% = dependência moderada; <25% dependência marginal; não responde a inoculação.



## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Educação Superior do Estado do Paraná (SETI) pelo suporte financeiro e, ao Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) pela possibilidade de desenvolver o trabalho de pesquisa.

## Referências

- AGUIAR, R. L. F.; COSTA MAIA, L.; SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E. V. S. B. Interação entre fungos micorrízicos arbusculares e fósforo no desenvolvimento da algaroba [*Prosopis juliflora* (Sw) DC]. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 589-598, 2004.
- AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M. *O Agronegócio da mamona no Brasil*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 350 p.
- BALOTA, E. L.; LOPES, E. S. Introdução de fungos micorrízicos arbusculares no cafeeiro em condições de campo: II. Flutuação sazonal de raízes, de colonização e

- de fungos micorrízicos arbusculares associados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 225-232, 1996.
- BALOTA, E. L.; MACHINESKI, O. M.; STENZEL, N. M. C. Resposta da acerola à inoculação de fungos micorrízicos arbusculares em solo com diferentes níveis de fósforo, *Bragantia*, Campinas, v. 70, n. 1, p. 166-175, 2011a.
- BALOTA, E. L.; MACHINESKI, O.; TRUBER, P. V.; SCHERER, A.; SOUZA, F. S. Physic nut plants high present mycorrhizal dependency under conditions of low phosphate availability, *Brazilian Journal of Plant Physiology*, Londrina, v. 23, n. 1, p. 29-40, 2011b.
- BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. A. Fitologia. In: AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M. (Ed.). *O agronegócio da mamona no Brasil*. Brasília: Embrapa informação Tecnológica, 2001. p. 37-61.
- COLOZZI-FILHO, A.; SIQUEIRA, J. O. Micorrizas vesículo-arbusculares em mudas de cafeeiro. I. Efeito de *Gigaspora margarita* e adubação fosfatada no crescimento e nutrição. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 10, n. 3, p. 199-205, 1986.
- COSTA, C. M. C.; CAVALCANTE, U. M. T.; GOTO, B. T.; SANTOS, V. F.; COSTA MAIA, L. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada em mudas de mangabeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 40, n. 3, p. 225-232, 2005.
- DINIZ NETO, M. A.; TÁVORA, F. J. A. F.; CRISÓSTOMO, L. A.; DINIZ, B. L. M. T. Adubação NPK e épocas de plantio para mamoneira, II - componentes das fases vegetativas e reprodutivas. *Revista Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v. 40, n. 3, p. 417-426, 2009.
- FERREIRA, G. B.; SANTOS, A. C. M.; XAVIER, R. M.; FERREIRA, M. M. M.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; DANTAS, J. P.; MORAES, C. R. A. Deficiência de fósforo e potássio na mamoneira (*Ricinus communis* L.): Descrição do efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. *Anais...* Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. CD-ROM.
- FLORES-AYLAS, W. W.; SAGGIN-JUNIOR, O. J.; SIQUEIRA, J. O.; DAVIDE, A. C. Efeito de *Glomus etunicatum* e fósforo no crescimento inicial de espécies arbóreas em semeadura direta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 38, n. 2, p. 257-266, 2003.
- LIMA, R. L. S.; BELTRÃO, N. E. M. Substratos e recipientes para a produção de mudas. In: AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M. *O agronegócio da mamona no Brasil*. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 152-167.
- MELLONI, R.; CARDOSO, E. J. N. Quantificação de micélio extrarradicular de fungos micorrízicos arbusculares em plantas cítricas. II. Comparação entre diferentes espécies cítricas e endófitos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 59-67, 1999.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo. 2. ed. Lavras: Ed. UFLA, 2006, 729 p.
- RIBEIRO, S.; CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C.; GHEYI, H. R.; LACERDA, R. D. Resposta da mamoneira cultivar BRS-188 Paraguaçu à aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio. *Revista Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 465-473, 2009.
- SILVA, L. B. da; MARTINS, C. C. Teste de condutividade elétrica para sementes de mamoneira. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 30, p. 1043-1050, 2009. Suplemento 1.
- SMITH, S. E.; READ, D. J. *Mycorrhizal symbiosis*. California: Academic Press, 1997, 506 p.