



Fungos micorrízicos arbusculares e estimulantes da micorrização na cultura do milho e do algodão ¹

Maraisa de Paula Souza²; Ricardo Henrique Barbosa³; Fabricio Henrique Moreira Salgado⁴; Marco Aurélio Carbone Carneiro⁵

- (¹) Trabalho executado com recursos do Programa de Iniciação Científica do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e das agências de fomento Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa (Capes);
- (²) Estudante de graduação; Universidade Federal de Lavras; Lavras, Minas Gerais; maraisa_tp@yahoo.com.br;
- (³) Estudante de graduação; Universidade Federal de Lavras; Lavras, Minas Gerais; rbarbosa.engflorestal@gmail.com;
- (⁴) Engenheiro Agrônomo, Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Tocantins; Gurupi, Tocantins; fabriciogpi@hotmail.com;
- (⁵) Professor Associado; Departamento de Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras. Caixa Postal 3037. CEP 37200-000; Lavras, Minas Gerais; Bolsistas do CNPq; E-mail: marcocarbone@dcs.ufla.br

RESUMO

Fungos micorrízicos arbusculares destacam-se como importante recurso biológico do solo aumentando a capacidade das plantas em absorverem nutrientes. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da inoculação com diferentes fungos micorrízicos arbusculares nativos de Cerrado associados à aplicação de estimulante da micorrização no crescimento inicial das culturas do algodão e do milho em casa de vegetação. O estudo foi realizado na Universidade Federal de Lavras, utilizando Latosso Vermelho distrófico e cinco espécies de FMAs na presença ou ausência de estimulante da micorrização em esquema fatorial 7x2. Foi analisado a densidade de esporos, taxa de colonização e massa seca da parte aérea. Os dados experimentais foram submetidos a análises individuais conjunta de variância. A taxa de colonização micorrízica e a densidade de esporos de FMAs foram transformados pela equação $(x + 0,5)^{0,5}$. Para as comparações entre as médias dos tratamentos, foi utilizado o teste Scott-Knott a 5%. A inoculação com fungos micorrízicos arbusculares proporcionou melhor desenvolvimento inicial do algodão e milho. A utilização de estimulante da micorrização utilizada separada ou em conjunto com a inoculação de fungos micorrízicos arbusculares promoveu melhor desenvolvimento inicial do algodão e milho, e também apresentou maior efeito sobre a comunidade de fungos micorrízicos arbusculares nativa.

Termos de indexação: Zea mays, Formononetina, Micorriza.

INTRODUÇÃO

Recursos biológicos do solo podem incrementar a eficiência dos fertilizantes e conseqüentemente proporcionar melhor desempenho na produção de diversas culturas de interesse econômico, o que os tornam alvo de diversos estudos. Dentre estes recursos destacam-se os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), que são simbiotróficos obrigatório, pertencentes ao filo *Glomeromycota* (Schüßler et al., 2001).

Estes fungos colonizam as raízes da maioria das plantas terrestres formando uma associação simbiótica mutualística permitindo maior absorção de nutrientes além da zona de esgotamento do sistema radicular, otimizando o uso dos nutrientes, principalmente os pouco móveis no solo como o fósforo (Moreira & Siqueira, 2006). Em conseqüência há um aumento na produção de grãos, fibra e energia, resultado dificilmente alcançado em solos do Cerrado brasileiro se não houvesse a contribuição dos FMAs, devido à sua baixa fertilidade natural (Siqueira et al., 2002).

Desta forma a utilização desse recurso biológico pode trazer grandes benefícios para o agroecossistema e melhorar a utilização do manejo da fertilidade para culturas do milho e do algodão que possuem alta demanda por fertilizantes, em especial os fosfatados. Destaca-se também o fato dessas culturas serem micotróficas (Carrenho et al., 2010).



Entretanto a utilização de FMAs em larga escala encontram-se algumas barreiras devido a condição biotrófica do fungo. Sendo assim, a descoberta de substâncias como o isoflavonóide formononetina (Nair et al., 1991; Siqueira et al., 1991) que possuem capacidade de agir como sinais bioquímicos e estimular a micorrização, veio como mais uma possibilidade de maximizar os benefícios da utilização desse recurso biológico.

Portanto, para a maximização da utilização dos recursos naturais através dos FMAs deve-se adotar estratégias, a fim de promover a redução de custos e aumentar a produção (Davies et al., 2005; Fraser et al., 2009).

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da inoculação com diferentes fungos micorrízicos arbusculares nativos de Cerrado associados à aplicação de estimulante da micorrização no crescimento inicial das culturas do algodão e do milho em casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Ciências do Solo na Universidade Federal de Lavras, MG, utilizando vasos de 1,5 Kg preenchidos com Latossolo Vermelho distrófico da camada subsuperficial. Usou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 7 x 2, sendo 5 espécies de fungos micorrízicos arbusculares mais o tratamento inoculação conjunta (junção de todas as espécies em igual proporção) e a testemunha não inoculada, na ausência e presença de estimulante da micorrização. As espécies usadas foram coletadas sob área de plantio direto de Cerrado e extraída pelo peneiramento úmido de acordo com Gerdemann & Nicolson (1963), sendo isoladas e identificadas como *Acaulospora scrobiculata*, *Claroideoglossum etunicatum*, *Dentiscutata heterogama*, *Gigaspora margarita* e *Rhizophagus clarus*. Estas foram multiplicadas em casa de vegetação por oito meses em vaso de cultivo utilizando *Brachiaria brizantha* como planta hospedeira. As sementes de milho e algodão, no ato da semeadura foram desinfestadas por 30 segundos em álcool, dois minutos em hipoclorito de sódio a 2% e posteriormente lavadas em água estéril. Após a desinfestação metade das sementes foram colocadas em saco plástico onde foi adicionado o estimulante da micorrização, sendo 2,8 e 0,9 g Kg⁻¹ de semente, respectivamente para milho e para o algodão. Aplicou-se 1 ml de solução em cada vaso contendo 100 esporos, de acordo com cada tratamento. A adubação foi realizada de acordo com a análise de solo e seguindo as

recomendações de Sousa & Lobato (2004) para as respectivas culturas. Foi realizada a determinação da densidade de esporo, técnica descrita acima, coletando-se 50 dm³ de solo. Para a determinação da colonização foi coletado 1 g de raízes frescas que foram clarificadas em KOH (Koske e Gemma, 1989), coradas com azul de metila (Grace e Stribley, 1991) e avaliada pelo método da placa quadriculada para a obtenção da taxa de colonização. Para a determinação da massa seca da parte aérea (MSPA), foi coletado na época do florescimento, a parte aérea da planta, lavada em água destilada e acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 60° C por 72 horas, obtendo a MSPA. Os dados experimentais foram submetidos a análises individuais e, posteriormente, à análise conjunta de variância, sob condições de homogeneidade das variâncias residuais, com aplicação do teste F, sendo apenas a colonização micorrízica e a densidade de esporos de FMAs transformados pela equação $(x + 0,5)^{0,5}$. Para as comparações entre as médias dos tratamentos, foi utilizado o teste Scott-Knott a 5%, utilizando o programa SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade de esporo não foi influenciada pelos tratamentos utilizados, em média de 10 esporos por 50 dm³ de solo. A baixa densidade pode esta relacionada ao baixo nível de estresse durante a condução das culturas (Moreira & Siqueira, 2006; Miranda, 2008). A inoculação com FMAs proporcionou maior taxa de colonização do que os FMAs nativos.

A resposta do algodão quanto à massa seca da parte aérea (MSPA) foi positiva quanto as interações entre a inoculação com FMAs e a aplicação de estimulante da micorrização (EM). Na ausência de EM, apenas *Dentiscutata heterogama* e *Rhizophagus clarus* não promoveram aumento da massa seca da parte aérea no algodão, já no milho apenas *Claroideoglossum etunicatum* e *Dentiscutata heterogama* proporcionaram aumento significativo da MSPA (**Tabela1**). A presença de EM proporcionou efeitos benéficos à comunidade nativa, com aumento de 90 % em relação a não aplicação no algodão.

Os FMAs utilizados neste estudo estão presentes, de forma generalizada, em áreas de cultivo destas culturas na região do cerrado conforme alguns estudos na área de Cerrado (Siqueira et al., 1989; Miranda et al., 2005; Ferreira, 2012). Verificamos que a capacidade em promover



o crescimento de plantas de algodoeiro e milho diferiu em relação à inoculação com diferentes FMAs e a inoculação conjunta nas duas culturas estudadas, corroborando com outros estudos (Grunwald et al. 2009).

Os resultados certificam a importância da diversidade de esporos de FMAs para maior crescimento das culturas estudadas, sendo necessárias estratégias de uso e manejo do solo para o aumento do mesmo, a fim de diminuir a utilização de insumos e elevar a sustentabilidade no sistema de produção.

CONCLUSÕES

A inoculação com fungos micorrízicos arbusculares proporcionou melhor desenvolvimento inicial do algodão e milho.

A utilização de estimulante da micorrização utilizada separada ou em conjunto com a inoculação de fungos micorrízicos arbusculares promoveu melhor desenvolvimento inicial do algodão e milho.

O estimulante da micorrização teve maior efeito sobre a comunidade de fungos micorrízicos arbusculares nativa.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as agências de fomento CAPES, CNPq e FAPEMIG pela concessão de bolsas e apoio financeiro ao desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS

CARENHO, R.; GOMES-DA-COSTA, S. M.; BALOTA, É. L.; COLOZZI-FILHO, A. Fungos micorrízicos arbusculares em agrossistemas brasileiros. In: SIQUEIRA, J.O.; SOUZA, F. A.; CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M. (Ed.). **Micorrizas: 30 anos de pesquisa no Brasil**. Lavras: UFLA, 2010. p. 215-249.

DAVIES, F. T.; CALDERÓN, C. M.; HUAMAN, Z.; GÓMEZ, R. Influence of a 252 flavonoid (formononetin) on mycorrhizal activity and potato crop productivity in the 253 highlands of Peru. **Scientia horticulturae**, Amsterdam, v. 106, n. 3, p. 318-329, 2005.

FERREIRA, D. A. **Avaliação da eficácia de estimulante de micorrização em soja e 258 milhos em diferentes doses de fosfato no solo**. 2012. Dissertação (Mestrado em 259 Agronomia) –Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de 260 Goiás, Campus de Jataí, Jataí, 2012. 261

FERREIRA, D. A.; CARNEIRO, M. A. C.; SAGGIN JUNIOR, O. J. Fungos micorrízicos arbusculares em um latossolo vermelho sob manejos e usos no cerrado.

Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 51-61, 2012.

FRASER, T.; NAYYAR, A.; ELLOUZE, W.; PEREZ, J.; HANSON, K.; GERMIDA, J.; BOUZID, Z.; HAMEL, C. Arbuscular mycorrhiza: where nature and industry meet. In: KHASA, D.; PICHÉ, Y.; COUGHLAN, A. P. (Ed.). **Advances in Mycorrhizal Science and Technology**. Ottawa: NRC Research Press, 2009. p. 71-86. 5 cap.

GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet-sieving and decanting. **Transactions of British Mycological Society**, Cambridge, v. 46, n. 2, p. 235-244, 1963

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, 416 p.

KOSKE, R. E.; GEMMA, J. N. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. **Mycological Research**, Cambridge, v. 92, p. 486- 488, 1989.

MIRANDA, J. C. C.; VILELA, L.; MIRANDA, L. N. Dinâmica e contribuição da micorriza arbuscular em sistemas de produção com rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 10, p. 1005-1014, 2005

MIRANDA, J. C. C. **Cerrado: micorriza arbuscular, ocorrência e manejo**. Planaltina: 301 Embrapa Cerrados, 2008, 169 p.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2006, 729 p.

NAIR, M. G.; SAFIR, G. R.; SIQUEIRA, J. O. Isolation and identification of vesicular- arbuscular mycorrhiza-stimulatory compounds from clover (*Trifolium repens*) roots. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 57, n. 2, p. 434-439, 1991. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:A1991EV64700015>.

SCHÜBLER, A.; SCHWARZOTT, D.; WALKER, C. A new fungal phylum, the *Glomeromycota*: phylogeny and evolution. **Mycological Research**, Cambridge, v. 105, n. 12, p. 1413-1421, 2001.

SIQUEIRA, J. O.; COLOZZI-FILHO, A.; OLIVEIRA, E. Ocorrência de micorrizas vesicular-arbusculares em agro e ecossistemas de Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 12, p. 1499-1506, 1989.

SIQUEIRA, J. O.; LAMBAIS, M. R.; STÜRMER, S. L. Fungos micorrízicos arbusculares: Características, associação simbiótica e aplicação na agricultura. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, n. 25, p. 12-21, 2002.



SIQUEIRA, J. O.; SAFIR, G. R.; NAIR, M. G. Stimulation of vesicular-arbuscular mycorrhiza formation and growth of white clover by flavonoid compounds. **New Phytologist**, Cambridge, v. 118, n. 1, p. 87-93, 1991. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:A1991FP19800009>.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado**: correção do solo e adubação. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, 416 p.

Tabela 1. Colonização micorrízica e massa seca da parte aérea (MSPA) de algodão e milho, sem estimulante da micorrização (SE) e com estimulante da micorrização (CE) formononetina.

Fungo	SE	CE	SE	CE
Colonização (%)				
	Algodão		Milho	
<i>Acaulospora scrobiculata</i>	15,55 dB	25,39 bA	36,43 bB	45,14 cA
<i>Claroideoglossum etunicatum</i>	13,04 eB	26,50 bA	26,00 dB	41,85 cA
<i>Dentiscutata heterogama</i>	20,20 cA	20,36 cA	32,05 cB	78,55 aA
<i>Gigaspora margarita</i>	14,96 dB	26,97 bA	38,06 bA	42,23 cA
<i>Rhizophagus clarus</i>	85,28 aA	60,95 bB	21,07 dB	26,98 dA
Inoculação Conjunta	35,83 bB	77,34 aA	54,43 aB	68,26 bA
Testemunha	0,25 fB	1,51 dA	2,47 eB	5,37 eA
MSPA (g)				
	Algodão		Milho	
<i>Acaulospora scrobiculata</i>	3,05 aA	2,83 aA	8,83 dA	9,02 dA
<i>Claroideoglossum etunicatum</i>	2,76 aA	2,81 aA	13,95 aA	11,07 cB
<i>Dentiscutata heterogama</i>	1,48 bA	1,97 bA	4,46 dB	9,67 dA
<i>Gigaspora margarita</i>	2,86 aA	2,72 aA	8,58 cB	12,41 bA
<i>Rhizophagus clarus</i>	1,97 bA	2,30 bA	10,42 cB	12,72 bA
Inoculação Conjunta	3,17 aA	2,93 aA	11,51 cA	11,19 cA
Testemunha	1,76 bB	3,36 aA	12,46 bB	13,89 aA

Letras iguais maiúsculas na linha e minúscula na coluna não diferem pelo teste Scott-Knott a 5%.