

Eficácia da Aplicação de Estimulante de Micorrização em Soja e Milho em Diferentes Doses de Fósforo em Solo de Cerrado

Dorotéia Alves Ferreira⁽²⁾; **Marco Aurélio Carbone Carneiro**⁽³⁾; **Fatima Maria Souza Moreira**⁽³⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Capes e do CNPQ.

⁽²⁾ Doutoranda na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP – Dep. de Ciência do Solo, Piracicaba - SP; doroagro@usp.br ⁽³⁾ Universidade Federal de Lavras – Dep. de Ciência do Solo, Lavras – MG; marcocarbone@dcsufla.br; fmoreira@dcs.ufla.br

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia do estimulante de micorrização (isoflavonóide formononetina), formulado como Myconate[®], para as culturas de soja e milho em doses de fosfato no Latossolo Vermelho Distrófico de Cerrado. A condução do estudo ocorreu nas safras de 2010/2011 e 2011/2012, os tratamentos constaram de quatro doses de fósforo e quatro doses de produto Myconate[®], com 5 repetições. A colonização micorrízica natural das culturas estava alta na fase inicial de cultivo, não havendo influência do estimulante. As plantas de soja e milho não apresentaram deficiência nutricional ou ambiental, favorecendo a não obtenção de efeito positivo com utilização de formononetina. A aplicação de formononetina foi capaz de promover aumento na produtividade de grãos para a cultura do milho na ausência de aplicação de fósforo, resultado não observado para a cultura da soja. As condições de cultivo da região favoreceram altas produtividades e não impuseram estresses as culturas.

Termos de indexação: Colonização micorrízica, formononetina, fósforo.

INTRODUÇÃO

O Estado de Goiás é o quarto maior produtor de grãos no Brasil, com 13,5 milhões de toneladas (Seagro e IBGE, 2009). A busca por maiores produtividades tem elevado os custos de produção e os recursos biológicos do solo surgem como opção para que seja possível reduzir estes custos, principalmente com fertilizantes, maximizando os efeitos benéficos dos microrganismos do solo. A fixação biológica de nitrogênio é um exemplo do benefício biológico para as plantas e além deste, outros microrganismos tem a possibilidade de estar se destacando neste cenário, como os Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs).

Os Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs) são simbióticos obrigatórios pertencentes ao filo Glomeromycota, classe Glomeromycetes (Schübler et al., 2001) e cerca de 220 espécies foram

catalogadas em diversas condições de solo e ambiente (Goto et al., 2010). Através da associação simbiótica mutualística, denominada micorriza arbuscular, o fungo recebe da planta fotoassimilados e auxiliam na transferência de nutrientes e água para a planta, promovendo modificações fisiológicas, metabólicas e nutricionais (Siqueira et al., 1994).

O biotrofismo obrigatório dificulta a produção de inoculantes para uso em larga escala, entretanto a descoberta de substâncias capazes de estimular a micorrização de FMAs nativos, como o isoflavonóide formononetina, surgiu como uma alternativa para promover a colonização das plantas e maximizar os benefícios dos FMAs. Produtos comerciais à base de formononetina têm sido desenvolvidos em países como os Estados Unidos (EUA) (Nair et al., 1999), mas ainda não são comercializados no Brasil em virtude da escassez de estudos que demonstrem sua eficiência e compatibilidade ambiental nas diversas regiões do país.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficácia do produto Myconate estimulante formononetina (7-hidroxi 4'-metoxi-isoflavona) da micorrização para cultura da soja e milho em um Latossolo Vermelho Distrófico de Cerrado na região do Sudoeste de Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na área experimental da Universidade Federal de Goiás Unidade Jatobá/Campus Jataí nas safras 2010/2011 e 2011/2012, localizado a 17° 53' S e 51° 43' W com altitude de 700 m. O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Cw, mesotérmico, com estações bem definidas de seca (abril-setembro) e chuva (outubro-março). Para utilização desta área anteriormente utilizada como pastagem a mais de 10 anos, em 2007 toda a área foi corrigida aplicando-se 3 t de calcário, sendo incorporada com auxílio de arado e gradagem e plantio da sucessão soja (safra) / milho (safrinha) em sistema de plantio direto. O arranjo experimental foi blocos

casualizados constituído de um esquema fatorial 4x4, sendo quatro tratamentos referentes a doses de fósforo (P) e quatro tratamentos referentes ao estimulante para micorrização (isoflavonóide formononetina formulado como Myconate®), com 5 repetições. As porcentagens e as doses utilizadas nas culturas durante as safras de estudo encontram-se na **tabela 1**. Para o fator P seguiu-se a recomendação de Souza e Lobato (2004) e a fonte utilizada foi o Super Triplo (ST) considerando 35% de P_2O_5 . Para a formononetina seguiu-se a recomendação das empresas Plant Health Care (PHC) e INC-Pittsburg (EUA) fornecedora do produto.

As sementes de soja foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* (estirpes SEMIA 5079 e 5080). O híbrido de milho (DOW® 2B587 - Herculex®) e a variedade de soja (MONSOY® 7639 e 7908) utilizadas no estudo são comumente plantados na região e durante a condução do experimento foram realizadas práticas culturais e de manejo adotadas nas lavouras comerciais.

A matéria seca da parte aérea (MSPA) das plantas, colonização micorrízica (Giovanetti & Mosse, 1980; Koske & Gemma, 1989), avaliação do estado nutricional (Malavolta et al., 1997) e produção de grãos das culturas, foram avaliadas nas plantas das três linhas centrais do estudo e a retirada de amostras no estádio R2 (floração plena) para a soja e para a cultura do milho no estádio fenológico 4 (emissão do pendão).

A produtividade das culturas foram submetidas à análise de variância e testes de média pelo teste de Scott-Knott a 10% de probabilidade, enquanto que as demais variáveis foram submetidas a análise de variância e teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SAEG (2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a cultura da soja na safra 2010/2011, observou-se diferenças significativas ($p \leq 0,05$) para a matéria seca da parte aérea aos 60 dias de cultivo e para o zinco foliar quando aplicado o isoflavonóide formononetina (Myconate®). Para os demais nutrientes foliares não foi observado diferenças significativas.

Os valores de MSPA não diferem entre a ausência de aplicação, 0,5 e 1,8 g kg semente⁻¹ e este fato juntamente com a não obtenção de diferenças significativas em praticamente todos os nutrientes foliares avaliados, permite concluir que as plantas de soja apresentavam condições nutricionais ótimas para desenvolvimento (Oliveira, 2004).

A colonização micorrízica nas raízes de soja apresentou pequena variação entre os tratamentos na safra 2010/2011, sendo observadas diferenças significativas ($p \leq 0,10$) somente para os 15 dias após o plantio para o fator P (**tabela 2**) e para a interação entre P e a formononetina.

Tabela 2. Colonização micorrízica (CM) aos 15 dias de cultivo da soja em função das doses aplicadas de P_2O_5 .

Doses de P_2O_5 kg ha ⁻¹	CM %
Ausência de aplicação	69,5A
80	64,7AB
27	63,8AB
40	63,3B

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey à 10% de probabilidade.

Observa-se que a CM apresentava-se próxima de 70%, mostrando que uma premissa básica para o sucesso da aplicação de formononetina não foi atendida.

Com relação a interação entre as doses de P_2O_5 e de formononetina, notou-se que a aplicação de P e formononetina promoveram redução na CM em raízes de soja, com exceção para a dose de formononetina de 0,5 g por kg de semente⁻¹ que com a aplicação da dose de 46 kg de P_2O_5 ha⁻¹ promoveu a maior colonização micorrízica (66%). Mostrando a eficiência dos FMAs nativos em promoverem a micorrização natural da cultura da soja nas condições de cultivo da região. A alta colonização observada nas plantas de soja se deve a presença de inóculos de FMAs em densidade e viabilidade adequada, conforme já observado em estudo na região do cerrado realizado por Miranda et al. (2005). No segundo ano de estudo não foi observado diferenças significativas na CM para a cultura da soja.

A produtividade de grãos apresentou efeito significativo somente para as doses de P_2O_5 na safra 2010/2011, sendo que a maior massa de grãos (4728,2 kg ha⁻¹) foi obtida na dose recomendada para a cultura da soja. Na safra 2011/2012 novamente houve efeito significativo para os tratamentos com P, sendo que a maior massa de grãos (3598,9 kg ha⁻¹) foi observada na dose de 27 kg ha⁻¹ de P_2O_5 . No segundo ano de estudo não foi feita a adubação de manutenção com P_2O_5 e mesmo as plantas não mostrando deficiência nutricional, nota-se que elas reduziram a produção de grãos nesta safra, ou seja, as plantas foram prejudicadas pela ausência da adubação de manutenção.

Para a cultura do milho, observaram-se diferenças significativas na MSPA (g planta⁻¹) nas

duas safras estudadas com relação as doses de P_2O_5 aplicadas. Sendo que não houve diferença significativa entre a dose recomendada para a cultura e 50% desta, e a ausência de aplicação não diferiu de 33% e 50% da dose recomendada. Os nutrientes foliares avaliados na cultura do milho não diferiram estatisticamente nas safras estudadas, indicando boa condição nutricional da cultura.

A CM apresentou resultados significativos somente para a coleta realizada aos 15 dias de cultivo do milho na safra 2010/2011 (**tabela 3**).

Tabela 3. Colonização micorrízica (CM) aos 15 dias de cultivo do milho na safra 2010/2011 com relação as doses aplicadas de P_2O_5 .

Doses de P_2O_5 kg ha ⁻¹	CM%
Ausência de aplicação	56,7A
33	55,0A
50	50,6AB
100	41,9B

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

Notou-se que com aumento da aplicação de P houve redução na colonização micorrízica, o que corrobora com Colozzi-Filho et al., (1999) que relataram que a porcentagem de colonização micorrízica é reduzida em altos níveis de P no solo por um mecanismo de auto regulação da simbiose. Novamente a premissa básica para obter sucesso com o uso da formononetina não foi atendida neste estudo, visto que a colonização micorrízica natural é considerada alta.

A produtividade de grãos diferiu estatisticamente ($p \leq 0,10$) com relação às doses de formononetina (Myconate®) na safra 2010/2011 (**Figura 1**), não sendo observada diferença quanto as doses de P_2O_5 aplicadas. O produto foi efetivo e elevou a produtividade de grãos de milho em até 13,6% em relação ao controle (sem Myconate), fato observado apenas na ausência de aplicação de P_2O_5 .

Os resultados corroboram com estudos realizados por Siqueira et al.,(1992) e Romero (1999), que mostraram aumento de produção de grãos de milho com a inoculação de formononetina quando comparado com o controle (não inoculação). No entanto, neste estudo não foi verificado diferenças significativas entre a ausência de aplicação, a dose recomendada (100%) e 50% desta na produção de grãos de milho.

CONCLUSÕES

O colonização micorrízica das culturas estudadas não foi influenciada pelo estimulante de micorrização.

As condições de cultivo deste estudo não impuseram deficiência nutricional ou ambiental as culturas de soja e milho.

O produto estimulante de micorrização foi efetivo no aumento da produtividade de milho na ausência de aplicação de fonte de fósforo.

REFERÊNCIAS

- COLOZZI-FILHO, A.; BALOTA, E. L.; ANDRADE, D. S. Microrganismos e processos biológicos no sistema plantio direto (Ed.). Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas. Viçosa: SBCS/Lavras: UFLA: DCS, 1999. p. 487-508.
- GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist*, Oxford. 1980. p.489-500.
- GOTO, B. T. Checklist of the arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota) in the Brazilian semiarid. *Mycotaxon*. 2010. p. 251-254.
- KOSKE, R. E. & GEMMA, J. N. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. *Mycological Research*. 1989. p 486-505.
- MALAVOLTA, E., VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS. 1997. 319 p.
- 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. 2005. p. 1005-1014.
- NAIR, M. G.; BALASUBRAMANIAN, S.; KELLY, J. F.; SCHUTZKI, R.E.; WENZL, P.; CHÁVEZ A. L. Natural products as potential soil amendments for crop improvement. p. 405-419. (Ed.) Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas. Viçosa, MG: SBCS/Lavras: UFLA/DCS, 1999. 818 p.
- OLIVEIRA, S. A. Análise foliar. In: SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed). *Cerrado: correção do solo e adubação*. 2.ed. Planaltina: Embrapa Cerrados. 2004. p. 245-256.
- PORTAL DO AGRONEGÓCIO GOIANO, <http://www.agronegocio.go.gov.br/seagro>. Acesso dia: 11/01/2012.
- ROMERO, A. G. F. Avaliação agronômica de formulações de isoflavonóide estimulante da micorrização no milho (*Zea mays* L.). 1999. 40p. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- SAEG. SAEG: sistema para análises estatísticas, versão 9.1. Viçosa: UFV, 2007.
- SCHÜBLER, A.; SCHWARZOTT, D. & WALKER, C. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. *Mycological Research*. 2001. p. 1413-1421.
- SIQUEIRA, J. O.; BROWN, D. G.; SAFIR, G. R.; NAIR, M. G. Field application of the VA-mycorrhiza stimulating isoflavonoid formononetin (Rhizotropin TM) on corn and soybean in Brazil. Perth: University of Western Australia, 1992. 132p.

SIQUEIRA, J. O. Micorrizas arbusculares: In: Araújo, R. S.; Hungria, M. (Eds.). Microrganismos de importância agrícola. Brasília: Embrapa-SPI. 1994. p.151-194.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. 2 ed. Brasília: Embrapa Cerrados. 2004. 416 p.

Tabela 1. Adubação com P₂O₅ e Myconate (Myc) aplicados no plantio, nas porcentagens e nas duas culturas estudadas durante os dois anos de estudo.

	33% ⁽¹⁾	Soja 50% ⁽²⁾	100% ⁽³⁾	33%	Milho 50%	100%
<i>2010/2011</i>						
P ₂ O ₅ , kg ha ⁻¹	27	40	80	33	50	100
Myc, g kg semente ⁻¹	0,5	0,9	1,8	1,4	2,8	5,6
<i>2011/2012</i>						
P ₂ O ₅ , kg ha ⁻¹	-	-	-	-	-	-
Myc, g kg semente ⁻¹	0,5	0,9	1,8	1,4	2,8	5,6

P₂O₅, fonte Super Triplo; K₂O, Myc (Myconate®); 1: dose M2, correspondendo a 33% da dose recomendada, 2: dose M3, correspondendo a 50% da dose recomendada e 3: dose M4, correspondendo a dose recomendada, ou seja, dose total. A dose M1 corresponde a ausência de aplicação.

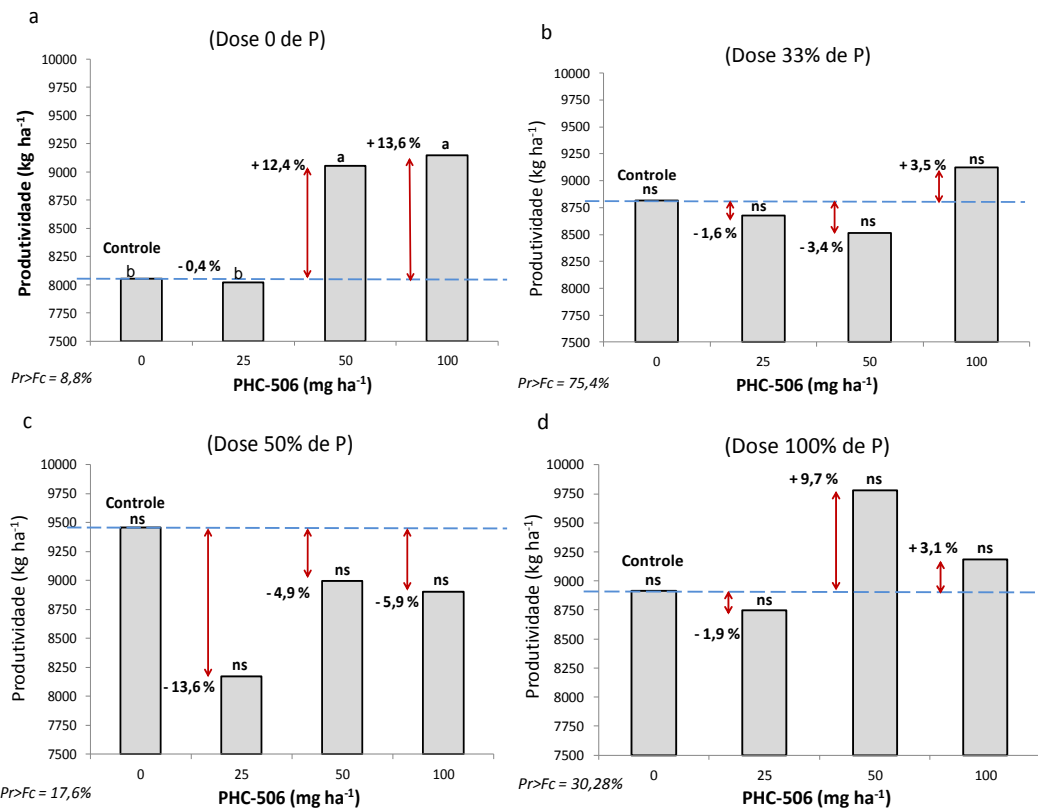


Figura 1. Produtividade de grãos de milho, no nível 0 (a), 33% (b), 50% (c) e 100% (d) de P, em diferentes doses de Myconate (PHC-506) em Jataí-GO, no ano agrícola 2010/11. Letras iguais indicam que não há diferenças entre os tratamentos pelo teste de Scott-Knott a 10%. A porcentagem indica aumento ou redução promovido pela aplicação de Myconate em relação ao controle.