

MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FOSFATO NA ABSORÇÃO DO FÓSFORO PELA SOJA

10 de junho de 2015
Adilson Pelá e Rafael Umbelino Bento

MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FOSFATO NA ABSORÇÃO DO FÓSFORO PELA SOJA

Adilson Pelá e Rafael Umbelino Bento – Prof. Dr. da Universidade Estadual de Goiás; Graduando em Agronomia/UEG

Palavras-chaves: Microrganismo, Fosforo, eficiência.

INTRODUÇÃO

A cultura da soja vem cada vez mais ganhando importância na agricultura nacional e mundial. De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos – USDA - a área plantada no mundo passou de 81,48 milhões de hectares na safra 2002/03 para 108,55 milhões na safra 2012/13, um crescimento de 33% na década.

Apesar de tais resultados, Paes (2006) ressalta que a produtividade média brasileira ainda é considerada baixa quando comparada a outros países produtores, média de 3600 kg ha⁻¹. De acordo com Lopes (1984) o que justifica tais médias é o manejo nutricional incorreto, sendo o fósforo um dos mais limitantes para a cultura da soja.

Portanto, a fertilidade dos solos é fortemente limitada pela baixa disponibilidade natural de P, e a região do Cerrado não constitui exceção. Além disso, boa parte do P fornecido na adubação pode ficar indisponível, em virtude do fenômeno da fixação do P em reações com componentes do solo. Isso faz com que a aplicação de quantidades relativamente elevadas de fosfatos seja necessária para viabilizar a exploração agrícola do Cerrado, sobretudo nos solos mais argilosos (LOBATO, 2004; SOUSA et al., 2004).

Rezende (2007) em estudos relacionadas a utilização de fósforo na agricultura, também destaca os aspectos relacionados com ao esgotamento das reservas mundiais, bem como aumento das áreas de cultivo, visto que a adoção de estratégias de manejo com o intuito de aumentar a disponibilidade deste elemento às plantas, sejam fundamentais na manutenção do sistema agrícola.

Dentre as alternativas que possibilitam a melhoria na eficiência das fontes de fósforo, destaca-se a ação dos microrganismos solubilizadores (Goldstein, 1986; Kim et al., 1998; Rodriguez & Fraga, 1999). Dentre estes vale destacar alguns fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* e bactérias dos gêneros *Enterobacter* e *Erwinia* (Nahas, 1999; Whitelaw, 2000; Silva Filho & Vidor, 2000), os quais apresentam capacidade de solubilizar fosfatos naturais, existentes ou adicionados no solo, e os compostos de baixa solubilidade, formados após a adição de fosfatos solúveis. Deste modo, Chabot et al. (1993) e Wahid & Mehana (2000) salientam que os microrganismos solubilizadores de fosfatos desempenham importante papel na disponibilização de formas inorgânicas de fosfatos (Ca-P, Al-P e

Fe-P), considerando o aumento do teor de fósforo na solução, que propicia melhor crescimento e maior rendimento das culturas.

Apesar de tais conhecimentos, o desenvolvimento dessas tecnologias e de processos que maximizem a solubilização requer melhor conhecimento não só das condições que influem no crescimento, mas também dos mecanismos de solubilização utilizados pelos microrganismos. Dentre os fatores ambientais, o tipo de fosfato, a fonte de carbono, a fonte de nitrogênio e os teores de cálcio, ferro e potássio têm sido estudados por Silva Filho & Vidor (2000, 2001) e Silva Filho et al. (2002) *in vitro*. Entretanto, existem poucas pesquisas que avaliam o comportamento de tais microrganismos quanto ao potencial de solubilização na presença de níveis de fósforo variados.

Visto que a disponibilidade de P é um dos fatores que mais limitam a atividade agrícola em solos do Cerrado, este trabalho teve por objetivo avaliar o potencial de tais microrganismos solubilizadores de fósforo quando submetidos a doses de fosfatos aplicados na adubação de semeadura e inoculado com microrganismo solubilizadores de fosfato.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Visto que a disponibilidade de P é um dos fatores que mais impossibilita a atividade agrícola em solos do Cerrado, este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial de tais microrganismos na solubilização de fósforo quando submetidos a doses de fosfatos aplicados na adubação de semeadura e inoculado com microrganismo solubilizadores de fosfato.

Objetivos específicos

Avaliar a produtividade e os componentes fitotécnicos da soja, em função da adubação fosfatada com a presença e ausência da inoculação de microrganismo solubilizadores de fosfato.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na fazenda experimental da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Ipameri, em um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico. A análise físico-química deste na camada de 0 a 20 cm de profundidade apresentou as seguintes características: teor de argila = 37 %; teor de silte = 8,0 %; teor de areia = 55 %; pH CaCl_2 = 4,7 ; P = 12,4 mg dm^{-3} ; K = 53 mg dm^{-3} ; Al = 0,2 cmolc dm^{-3} ; Ca = 1,2 cmolc dm^{-3} ; Mg = 0,3 cmolc dm^{-3} ; H + Al = 3,30 cmolc dm^{-3} ; Co = 1,1 mg dm^{-3} ; Zn = 3,9 mg dm^{-3} ; B = 0,19 mg dm^{-3} ; Cu = 0,22 mg dm^{-3} ; Fe = 59,4 mg dm^{-3} ; Mn = 19,4 mg dm^{-3} ; Mo = 19,2 mg dm^{-3} ; CTC = 4,9 cmolc dm^{-3} ; V = 33,1%; M.O. = 1,9%.

Foi realizada a calagem, objetivando a elevação da saturação de bases a 60%, com calcário dolomítico (PRNT 75%), 30 dias antes da semeadura, incorporado com grade aradora na camada de

0,2 metros, e posteriormente no preparo do solo promoveram-se duas gradagens e o nivelamento da área.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 5x2 com quatro repetições. Sendo o primeiro fator: presença ou ausência do inoculante (Bacsol + Orgasol), contendo estirpes de microorganismos rizosféricos, e o segundo fator doses crescentes de fósforo na adubação de semeadura, de 0, 20, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ P₂O₅.

A semeadura ocorreu, manualmente, na primeira quinzena de novembro, de modo a obter população de 220000 plantas/ha⁻¹ da variedade AGROESTE 3730 IPRO. Foi realizada a aplicação, no sulco de plantio, do inoculante e das doses de fósforo que compõem os tratamentos, sendo o restante da adubação de semeadura composta por 20 kg ha⁻¹ de N.

As parcelas foram compostas por 4 linhas de 5 metros de comprimento, espaçadas em 0,5 m, sendo a área útil as duas linhas centrais, excluindo-se 0,5 m das extremidades, perfazendo uma área de 4m².

Foi realizado de forma preventiva o controle de doenças e pragas, utilizando inseticidas à base de Triflumuron 480 g/L (48% m/v) e Flubendiamida 480 g/L (48% m/v); já no controle de doenças, foram utilizados Prothioconazol 175,0 g/L (17,5% m/v) e Trifloxystrobin 150,0 g/L (15,0% m/v) em três aplicações, sendo a primeira com 45 dias após emergência, segunda com 60 dias e a terceira aos 75. A fim de evitar matocompetição, foi feita aplicação pós-emergente na fase de V3 (terceiro trifólio totalmente expandido) com o herbicida glifosato.

A colheita da soja foi realizada manualmente após a maturação fisiológica dos grãos, sendo avaliados os seguintes parâmetros: a altura total de planta e número de entrenós, cuja média será obtida a partir de 10 plantas ao acaso; a produtividade de grãos, determinado por pesagem dos grãos produzidos em cada parcela, corrigindo-se o teor de água para 14%; número de grãos por vagem, utilizando-se 10 plantas representativas por parcela; número de vagem por planta; massa seca de 1000 grãos, pela média de quatro amostras por parcela, e massa seca de planta, com média de duas plantas por parcela, que serão submetidas à secagem em estufa a 70°C até peso constante.

Os dados obtidos serão submetidos à análise de variância, regressão, utilizando-se do programa de análise estatística SisVar v.4.2 (FERREIRA, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis de crescimento como; altura de plantas, os números de entrenós/planta, número de vagens por planta e a massa seca de 1000 grãos (M1000) não foram estatisticamente influenciadas pela utilização do complexo (BACSOL + ORGASOL) (**Tabela 1**).

A variável produtividade apresentou resultados significativos, mostrando interação entre as doses de fósforo utilizadas e a inoculação com os microrganismos solubilizadores de fosfatos (**Tabela 2**).

A produtividade máxima dos tratamentos que não receberam inoculação foi de 2892,17 Kg/ha⁻¹, na dose de 120 Kg/ha⁻¹ de P₂O₅ (**Figura 1-a**). Já os tratamentos que receberam a inoculação com os microrganismos solubilizadores apresentaram produtividades superiores (**Figura 1-b**), revelando produtividade máxima de 3071,93 Kg/ha⁻¹ na dose de 71,33 Kg/ha⁻¹ P₂O₅. Dessa forma, ficam claros os benefícios advindos do uso dos inoculantes Bacsol e Orgasol, que influenciam diretamente na redução da adubação fosfatada, sendo esta redução de 48,67 Kg/ha⁻¹ P₂O₅ para produzir a mesma quantidade de soja por hectare.

De modo geral, a utilização dos microorganismos solubilizadores de fosfato proporcionou aumento significativo na produtividade, com um aumento de 270 kg ha⁻¹ a cada dose aplicada. Nas menores doses de P (0 a 80kg P₂O₅ha⁻¹) a inoculação proporcionou ganho de 13 a 26%, enquanto que na maior dose ocorreu uma redução de 14%. O benefício da inoculação se manifestou principalmente em condições de baixa disponibilidade de fósforo.

CONCLUSÃO

A utilização dos inoculantes (Bacsol + Orgasol) contendo microrganismos solubilizadores de fosfatos é uma tecnologia que possibilita maiores produtividades na cultura da soja, especialmente em solos de Cerrado, que são considerados pobres em fósforo devido à alta fixação do mesmo. Assim sendo, a utilização de tal tecnologia proporciona maior lucro ao produtor rural, advindo de maiores produtividades obtendo a redução dos adubos fosfatados utilizados para suprir as necessidades da cultura. Dessa forma, espera-se a difusão dessa tecnologia que pode proporcionar inúmeros benefícios para diversas culturas que dependem de grandes quantidades de fósforo para alcançar produtividades elevadas.

ANEXOS

Tabela 1. Análise de variância para as variáveis de crescimento

Altura de planta (m)					
Tratamento	Kg/ha ⁻¹ de P ₂ O ₅				
	0	20	40	80	120
Sem Inoc.	51,75 a	55,5 a	52,25 a	56,25 a	55,50 a
Com Inoc.	55,00 a	54,75 a	53,00 a	54,25 a	54,75 a
C.V. (%)	6,67				
Número de entrenó					
	0	20	40	80	160
Sem Inoc.	14,74 a	15,25 a	13,75 a	14,50 a	14,75 a
Com Inoc.	15,75 a	15,00 a	16,00 b	14,75 a	15, 00 a
C.V. (%)	6,70				
Número de vagem/planta					
	0	20	40	80	160
Sem Inoc.	39,25 a	47,35 a	38,25 a	41,75 a	39,75 a
Com Inoc.	42,00 a	39,35 a	49,25 b	42,00 b	43,25 a
C.V. (%)	17,09				

Tabela 2. Efeito de diferentes tratamentos utilizando adubação fosfatada com presença ou ausência do inoculante para peso 1000 grãos e produtividade.

Peso de 1000 Grãos (g)					
	Kg/ha ⁻¹ de P ₂ O ₅				
	0	20	40	80	120
Sem Inoc.	175,65 a	180,07 a	173,27 a	173,47 a	171,05 a
Com Inoc.	172,37 a	172,43 a	184,12 b	177,80 a	177,80 a
C.V. (%)	4,04				
Produtividade total (Kg/ha ⁻¹)					
	0	20	40	80	120
Sem Inoc.	2267,25 a	2504,25 a	2341,75 a	2475,25 a	3041,25 b
Com Inoc.	2708,25 b	2841,00 b	2712,25b	3119,00 b	2613,0 a
C.V. (%)	7,71				

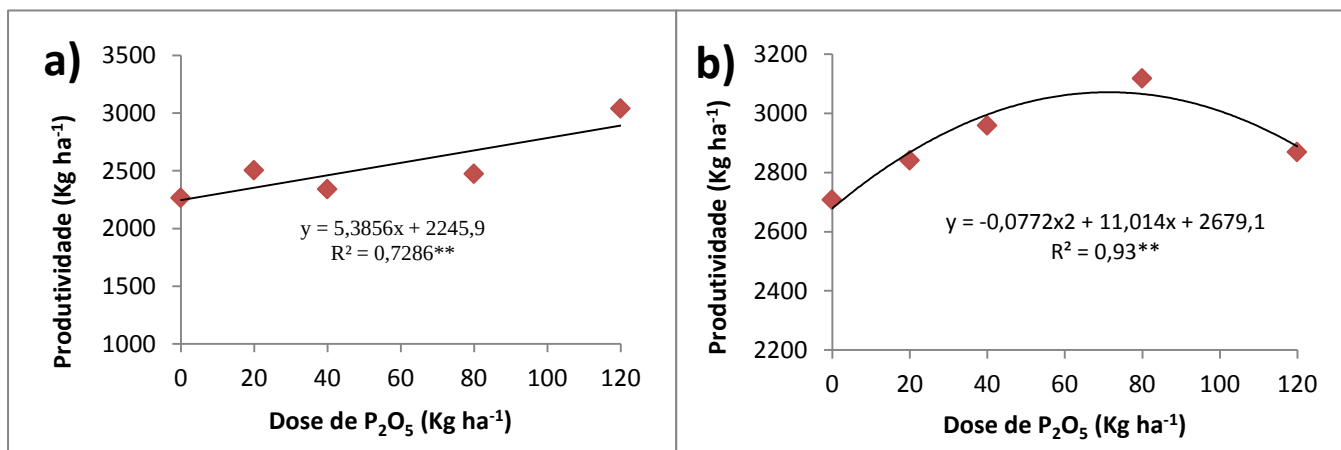


Figura 1. Produtividade total, em função da adubação fosfatada na presença ou ausência da inoculação. a) Ausência da inoculação; e b) Presença da Inoculação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHABOT, R.; ANTOUN, H. & CESCAS, M.P. Stimulation de La croissance du maïs et de la laitue romaine par des microorganismes dissolvant le phosphore inorganique. **Can. J. Microbiol.**, v 10, n.4, 39:941-947, 1993.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Brasília, Serviço Nacional de Proteção do solo, Serviço de Publicações e Impressão 1999. 412 p.

FERREIRA, D. F. **Sisvar versão 4.2**. Lavras: DEX, UFLA, 2003.

GOLDSTEIN, A.H. Bacterial solubilization of mineral phosphates: historical perspective and future prospects. **Journal of Potassium Research**. 1:51-57, 1986.

KIM, K.Y.; JORDAN, D. & McDONALD, G.A. Effect of phosphatesolubilizing bacteria and esicular-arbuscular mycorrhizae on tomato growth and soil microbial activity. **Biol. Fertil. Soils**, 26:79-87, 1998.

LOBATO, E.; SOUSA, D. M. G. Fertilidade do solo e máxima eficiência produtiva. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, DF; Embrapa Cerrados, 2004. p. 257-282.

LOPES, A.S. **Solos sob "cerrado": características, propriedades e manejo**. Piracicaba: Potafós, 1984. 162p.

NAHAS, E. Solubilização microbiana de fosfatos e de outros elementos. In.: SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A.E. & CARVALHO, J.G. **Inter-relações fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Lavras-Universidade Federal de Lavras/ DCS, 1999. p.467-486.

PAES, M.C.D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 6p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 75).

REZENDE, A.V. **Aspectos relacionados com a adubação fosfatada nos cerrados**. Planaltina- DF: EMBRAPA Cerrados, 2007. 32p. (Documentos Embrapa Cerrados,195).

RODRÍGUEZ, H. & FRAGA, R. Phosphate solubilizing bactéria and their role in plant growth promotion. **Biotechnol. Adv.**, 17:319-339, 1999.

SILVA FILHO, G.N. & VIDOR, C. Solubilização de fosfatos por microrganismos na presença de fontes de carbono. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, 24:311-329, 2000.

SILVA FILHO, G.N.; NARLOCH, C. & SCHARF, R. Solubilização de fosfatos naturais por microrganismos isolados de cultivos de *Pinus* e *Eucalyptus* de Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37:847-854, 2002.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. p. 147-168.

WAHID, O.A.A. & MEHANA, T.A. Impact of phosphatesolubilizing fungi on the yield and phosphorus-uptake by wheat and fava bean plants. Microbiol. **Journal of Production Agriculture**., 155:221-227, 2000.

WHITELAW, M.A. Growth promotion of plants inoculated with phosphate-solubilizing fungi. **Biotechnol. Adv.**, 69:99-151, 2000.