

Influência da adubação com fertilizante fosfatado revestido, na produtividade da cultura de soja

Influence of fertilization with coated phosphate fertilizer on soybean culture productivity

ADENIR ANTÔNIO MARTINS JÚNIOR

Discente do curso de Agronomia - UNIPAM

E-mail: adeniramj@unipam.edu.br

MAURICIO ANTÔNIO DE OLIVEIRA COELHO

Professor orientador - UNIPAM

E-mail: mauricioac@unipam.edu.br

Resumo: Os solos brasileiros são caracterizados por alta imobilização de fósforo, sendo considerado o principal fator limitante para a produção agrícola no Brasil. Fertilizantes fosfatados revestidos têm-se apresentado como uma alternativa para aumentar a disponibilidade de P para as plantas, entretanto pouco se sabe sobre sua influência na produtividade das culturas. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência da adubação com fertilizante fosfatado revestido na produtividade da cultura de soja. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da empresa Terrena Agronegócios, localizada em Patos de Minas, MG. Utilizou-se a cultivar de soja CZ 26B77 IPRO. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 10 tratamentos e seis repetições. A fonte fosfatada utilizada na pesquisa foi o MAP revestido com substâncias húmicas, polímeros e microrganismos, aplicado na dose de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Avaliou-se a porcentagem de cobertura verde, a massa de matéria seca no estágio vegetativo e reprodutivo e a produtividade da cultura. Conclui-se que revestir o fertilizante não aumentou a massa de matéria seca de plantas de soja. Mas a adubação com o fertilizante revestido com microrganismo aumentou a produtividade da cultura da soja.

Palavras-chaves: Adsorção de fósforo. Microrganismos. Substâncias húmicas.

Abstract: High phosphorus immobilization characterized Brazilian soils, considered the principal limiting factor for agricultural production in Brazil. Coated phosphate fertilizers are an alternative to increasing P availability for plants. However, it knows little about its influence on crop productivity. Thus, the objective of this study was to evaluate the influence of fertilization with coated phosphate fertilizer on soybean yield. The experiment was conducted on the Experimental Farm of Terrena Agronegócios in Patos de Minas, MG. The soybean cultivar CZ 26B77 IPRO was used. The experimental design was a randomized block design with ten treatments and six repetitions. The phosphate source used in the research was MAP coated with humic substances, polymers, and microorganisms, applied at a dose of 60 kg ha⁻¹ of P₂O₅. The percentage of green cover, the mass of dry matter in the vegetative and reproductive stages, and the productivity of the crop were evaluated. It was concluded that coating fertilizer did not increase the dry matter mass of soybean plants. But fertilization with the microorganism-coated fertilizer increased soybean crop yield.

Keywords: Phosphorus adsorption, Microorganisms, Humic substances.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a maior parte dos solos pertence às classes dos Latossolos e Argissolos, representando, aproximadamente, 58% de área territorial do país, sendo caracterizados como solos intemperizados, ácidos, de baixa a média fertilidade natural e, em vários sítios, saturados por alumínio (EMBRAPA, 2018).

Neste ambiente edáfico, há forte interação do fosfato com o solo, resultando na formação de compostos de baixa solubilidade ligados a diferentes combinações com ferro (Fe), alumínio (Al) e cálcio (Ca) ou adsorvidos quimicamente na superfície dos colóides minerais; processos que, genericamente e de forma indistinta, são denominados de fixação de fósforo (MARQUES, 2016).

Nas adubações, o fósforo (P) é geralmente fornecido às plantas na forma de fertilizantes fosfatados solúveis por ocasião da semeadura, sendo necessárias altas doses para se obterem produções comerciais (SOUZA *et al.*, 2016).

Existem inúmeras fontes fosfatadas no mercado. As mais usadas são os fosfatos acidulados, por apresentarem maior solubilidade de P, aumentando a disponibilidade do elemento às plantas. No entanto, essa característica apresenta-se como uma desvantagem em solos tropicais, pois, aumentando-se o teor de P na solução do solo, aumenta-se, conseqüentemente, a adsorção, reduzindo-se as concentrações do elemento (RODRIGUES *et al.*, 2015).

A principal estratégia das indústrias para aumentar a eficiência dos fertilizantes é o advento de novas tecnologias, como os fertilizantes de eficiência aumentada ou os fertilizantes “inteligentes”, que podem ser divididos em fertilizantes com inibidores de reações bioquímicas (inibidores de enzimas de reações químicas-biológicas) e fertilizantes de liberação lenta ou controlada, que são caracterizados por grânulos revestidos com substâncias orgânicas (resinas, borracha) ou inorgânicas (polímeros sintéticos, enxofre ou minerais) (EMBRAPA, 2016).

Os fertilizantes de eficiência aumentada têm o objetivo de aumentar a eficiência de uso dos nutrientes, por reduzir perdas por lixiviação, volatilização, fixação e emissão de óxido nitroso ou por aumentar a absorção pelas plantas por meio do fornecimento gradual, de acordo com a demanda da planta (ALMEIDA, 2014).

Além disso, o uso de microrganismos que apresentam a capacidade de solubilizar P inorgânico e mineralizar P orgânico, deixando-o disponível para as plantas, consiste numa importante estratégia para melhorar a eficiência no aproveitamento desse nutriente no solo (EMBRAPA, 2016).

Os microrganismos podem interagir de diferentes formas com as plantas. O papel benéfico da comunidade microbiana na promoção do crescimento das plantas pode ocorrer de inúmeras formas: mobilização e transporte de nutrientes para a planta pela fixação de nitrogênio e solubilização/mineralização de fósforo, aumento da área de absorção das raízes, produção de fito-hormônios e de compostos orgânicos voláteis que estimulam o desenvolvimento vegetal e proteção das plantas contra patógenos (EMBRAPA, 2016).

O aumento da disponibilidade de P para as plantas, por meio da adubação com fontes alternativas de P e da inoculação com microrganismos, é complexo e exige um esforço concentrado de pesquisas. O ponto mais crítico será o estabelecimento destes microrganismos na rizosfera com as mais variadas situações edafoclimáticas (EMBRAPA, 2003).

Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência da adubação com fertilizante fosfatado revestido, na produtividade da cultura de soja.

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da empresa Terrena Agronegócios, localizada no município de Patos de Minas, em Minas Gerais. O local apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 18°40'22.3" de latitude Sul e 46°32'30.6" de longitude Oeste e 883 m de altitude.

Antes da implantação do experimento, foi realizada a amostragem de solo, na camada de 0 a 20 cm de profundidade (Tabela 1). A correção do solo e as adubações foram realizadas com base nos resultados da análise química do solo. O manejo de pragas, doenças e plantas daninhas da cultura foi realizado de acordo com padrão seguido pela fazenda.

Tabela 1: Características químicas do solo, na profundidade de 0 a 20 cm

pH	P-rem	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	t	T	V	m
água	mg L ⁻¹	dag kg ₁ ⁻¹	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³						%		
5,91	6,23	2,87	3,31	128	2,3 7	1,34	0,0 4	3,1	4,0 4	4,08	7,13	56,59	0,9 8

Fonte: Terrena Agronegócios LTDA.

Utilizou-se a cultivar de soja CZ 26B77 IPRO. A semeadura foi realizada no dia 30 de novembro de 2021, no espaçamento de 0,5 m entrelinhas, com densidade populacional de 72.000 plantas por hectare.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com 10 tratamentos e seis repetições (Tabela 2), totalizando 60 parcelas. As parcelas experimentais foram constituídas de cinco linhas de seis metros de comprimento e espaçadas 0,5 m. A área útil de cada parcela foi composta por três linhas centrais, descartando-se 0,5 m de cada extremidade inicial e final da parcela. As fontes fosfatadas, de acordo com cada tratamento, estão descritas na Tabela 2 e foram aplicadas na dose de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Tabela 2: Descrição dos tratamentos utilizados para avaliar a eficiência da adubação com fertilizante fosfatado revestido, na produtividade da cultura de soja. UNIPAM, Patos de Minas, MG

Tratamentos	Descrição
T1	MAP convencional
T2	MAP substância húmica
T3	MAP substância húmica + microrganismo A
T4	MAP microrganismo A
T5	MAP polímero
T6	MAP microrganismo B
T7	MAP microrganismo B
T8	MAP microrganismo C
T9	MAP microrganismo C
T10	Controle

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Estimou-se a porcentagem de cobertura verde. Por meio de uma câmera digital, foi tirada uma foto e posteriormente foram realizadas leituras com o auxílio do aplicativo Canopeo®, que permite o processamento de imagens, gerando valores em porcentagem referentes à cobertura vegetal, captando apenas a coloração verde (PATRIGNANI; OCHSNER, 2015).

Avaliou-se a massa de matéria seca no estágio vegetativo e reprodutivo. Para a determinação de massa de matéria seca, foram retiradas duas plantas das linhas centrais de cada parcela. Em seguida, o material vegetal colhido foi separado em raiz, folhas, hastes e vagens e colocado separadamente em sacos de papel. Posteriormente, foram mantidos em estufa de circulação de ar forçado, a 65°C, até atingir massa constante para a determinação da massa de matéria seca. As pesagens foram realizadas em balança com precisão de 0,001 grama, e o resultado dado em g planta⁻¹.

A colheita do experimento foi realizada no estágio R8 (maturação plena). A produtividade de grãos foi realizada por meio da colheita de três fileiras centrais, eliminando-se 0,5 m das bordas iniciais e finais de cada parcela. Após a colheita de cada parcela, foi realizada também a pesagem de 1000 grãos escolhidos aleatoriamente.

A análise estatística foi realizada com o auxílio do programa Statistica. Aplicou-se o teste de F ($p < 0,05$) para verificação de possíveis diferenças entre os tratamentos e aplicou-se o teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação das médias.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças estatísticas para a porcentagem de cobertura verde e para a massa de matéria seca avaliada nos estádios vegetativos e reprodutivos, com exceção da massa de matéria seca de raiz avaliada nos estádios iniciais, que foi menor no tratamento Controle e nos tratamentos em que foi utilizado o fertilizante revestido com polímero e revestido com o microrganismo B2. Maiores valores de massa de matéria seca de raiz foram obtidos em plantas de soja adubadas com o fertilizante convencional (Tabela 3).

Tabela 3: Porcentagem de cobertura verde, massa de matéria seca de parte aérea e raiz no estágio vegetativo e folha, haste e vagem no estágio reprodutivo de plantas de soja após a adubação com fertilizante revestido

Tratamentos	Canopeo	Parte aérea	Raiz	MSF	MSC	MSV
	%	g planta ⁻¹				
MAP convencional	36 ^{ns}	3,56 ^{ns}	0,99 ^a	16,29 ^{ns}	26,16 ^{ns}	71,37 ^{ns}
MAP substância húmica	37	3,73	0,86 ^{ab}	14,74	24,50	66,84
MAP substância húmica + microrganismo A	36	3,27	0,86 ^{ab}	13,29	26,71	73,41
MAP microrganismo A	31	3,64	0,83 ^{ab}	11,80	26,13	70,20
MAP polímero	33	3,18	0,68 ^b	10,98	24,07	66,07
MAP microrganismo B	36	3,71	0,76 ^{ab}	11,65	26,35	71,20
MAP microrganismo B2	36	3,20	0,69 ^b	12,58	25,77	69,72
MAP microrganismo C	37	3,41	0,84 ^{ab}	12,54	25,27	63,21
MAP microrganismo C2	34	3,43	0,80 ^{ab}	9,93	25,05	70,29
Controle	30	3,01	0,69 ^b	14,27	24,60	67,85
CV (%)	12	15	17	32	11	10

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

A produtividade da cultura da soja foi maior quando a adubação de semeadura foi realizada aplicando-se o fertilizante revestido com microrganismo C. Neste tratamento, a produtividade foi de 3850 kg ha⁻¹ (64 sacas ha⁻¹). No tratamento Controle, sem adubação de semeadura, e no tratamento adubado com o fertilizante convencional, a produtividade foi, respectivamente, 3450 (58 sacas ha⁻¹) e 3806 kg ha⁻¹ (63 sacas ha⁻¹) (Tabela 4).

Tabela 4: Produtividade da cultura de soja após a adubação com fertilizante revestido

Tratamentos	Produtividade	
	kg ha ⁻¹	sacas ha ⁻¹
MAP convencional	3806 ^{ab}	63
MAP substância húmica	3747 ^{ab}	62
MAP substância húmica + microrganismo A	3514 ^{ab}	59
MAP microrganismo A	3272 ^b	55
MAP polímero	3586 ^{ab}	60
MAP microrganismo B	3494 ^{ab}	58
MAP microrganismo B2	3611 ^{ab}	60
MAP microrganismo C	3850 ^a	64
MAP microrganismo C2	3627 ^{ab}	60
Controle	3450 ^{ab}	58
CV (%)	11	11

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Fisher a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Há uma crescente busca por tecnologias, visando a aumentar a eficiência dos fertilizantes fosfatados. Tem-se sugerido que o revestimento de grânulos de fertilizantes fosfatados por camadas de materiais orgânicos ou sintéticos poderia aumentar a disponibilidade do P aplicado, resultando em maior absorção e eficiência no uso do P em comparação com o fertilizante convencional (GORDON; TINDALL, 2006).

Na literatura, encontram-se resultados positivos ao revestimento do fertilizante com polímeros (SARKAR *et al.*, 2020; SANDERS *et al.*, 2012; NOOR *et al.*, 2017), principalmente em solos ácidos (FIGUEIREDO *et al.*, 2012). Mas experimentos sem resposta ao revestimento do fertilizante também foram observados (CHAGAS *et al.*, 2016; ZAVASCHI *et al.*, 2020).

Alguns autores relatam que o potencial dos fosfatos revestidos com polímero e ácido húmico como ferramentas para aumentar a eficiência do uso de P é baixo, uma vez que a disponibilidade de P no solo depende das características do solo, principalmente da capacidade de adsorção de P do solo e do manejo adotado na lavoura (ROSOLEM; VOLF, 2020).

O revestimento do fertilizante com microrganismos se apresenta como uma tecnologia para aumentar a eficiência da adubação. A interação das plantas com os microrganismos pode ser benéfica para a planta hospedeira, auxiliando no seu desenvolvimento. A promoção do crescimento das plantas pela ação dos microrganismos pode ocorrer de inúmeras formas, atuando na mobilização e transporte de nutrientes para a planta, no aumento da área de absorção das raízes, na produção de fito-hormônios que estimulam o desenvolvimento vegetal e na proteção das plantas contra patógenos (EMBRAPA, 2016).

4 CONCLUSÃO

O uso de fertilizante fosfatado revestido não refletiu em maior massa de matéria seca de plantas de soja. A adubação com o fertilizante revestido com microrganismo aumentou a produtividade da cultura de soja.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. E. M. **Fertilização nitrogenada no consórcio milho-braquiária em solos de clima tropical úmido no sistema de integração lavoura-pecuária**. 2014. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.
- CHAGAS, W. F. T.; GUELFY, D. R.; EMRICH, E. B.; SILVA, A. L.; FAQUIM, V. Agronomic efficiency of polymer-coated triple superphosphate in onion cultivated in contrasting texture soils. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 47, p. 439-446, 2016.
- GORDON, B.; TINDALL, T. Fluid P performance improved with polymers. **Fluid Journal**, v. 14, p. 12-13, 2006.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Solos. 2018.

EMBRAPA. **Fertilizantes de eficiência aumentada**: uso de ureia de liberação controlada ou com inibidores em sistemas agrícolas sustentáveis. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura. 2016.

EMBRAPA. **Microrganismos Promotores do Crescimento de Plantas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016. (Documentos 208).

EMBRAPA. **Microrganismos e disponibilidade de fósforo nos solos**: uma análise crítica. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003. (Documentos 85).

FIGUEIREDO, C. C.; BARBOSA, D. V.; OLIVEIRA, S. A.; FAGIOLI, M.; SATO, J. H. Adubo fosfatado revestido com polímero e calagem na produção e parâmetros morfológicos de milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, p. 446-452, 2012.

MARQUES, J. S. **Adsorção de fósforo em latossolo e argissolo misturado com carbono pirolisado**. 2016. 54 p. Dissertação (Mestre em Agronomia) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2016.

NOOR, S.; YASEEN, M.; NAVEED, M.; AHMAD, R. Use of controlled release phosphatic fertilizer to improve growth, yield and phosphorus use efficiency of wheat crop Pakistan. **Journal of Agricultural Research**, v. 54, p. 541-547, 2017.

PATRIGNANI, A.; OCHSNER, T. E. Canopeo: a powerful new tool for measuring fractional green canopy cover. **Agronomy Journal**, v. 107, n. 2312-2320, 2015.

RODRIGUES, M.; PAVINATO, P. S.; WITHERS, P. J. A.; TELES, A. P. B.; HERRERA, W. F. B. Fegacy phosphorus and no tillage agriculture in tropical oxisols of the Brazilian savanna. **Science of the Total Environment**, v. 542, p. 1050-1061, 2015.

ROSOLEM, C. A.; VOLF, M. R. Soil P Diffusion and Availability Modified by Controlled-Release P Fertilizers. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, 2020.

SARKAR, A.; BISWAS, D. R.; DATTA, S. C.; ROY, T.; BISWAS, S. S.; GHOSH, A.; SAHA, M.; MOHARANA, P.C.; BHATTACHARYYA, R. Synthesis of poly (vinyl alcohol) and liquid paraffin-based controlled release nitrogenphosphorus formulations for improving phosphorus use efficiency in wheat. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 36, p. 1-15, 2020.

SANDERS, J. L.; MURPHY, L. S.; NOBLEC, A.; MELGARD, R. J.; PERKINS, J. Improving phosphorus use efficiency with polymer technology. **Procedia Engineering**, v. 46, p. 178-184, 2012.

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO COM FERTILIZANTE FOSFATADO REVESTIDO,
NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DE SOJA

SOUSA, D. M. G.; NUNES, R. S.; REIN, T. A.; SANTOS JUNIOR, J. D. G. Manejo do fósforo na região do Cerrado. *In*: FLORES, R. A.; CUNHA, P. P. (Ed.). **Práticas de manejo do solo para adequada nutrição de plantas no Cerrado**. Goiânia: UFG, 2016. p. 291-358.

ZAVASCHI, E.; FARIA, L. A.; FERRAZ-ALMEIDA, R.; NASCIMENTO, C. A. C.; PAVINATO, O. S.; OTTO, R.; VITTI, A. C.; VITTI, G. C. Dynamic of P flux in tropical acid soils fertilized with humic acid-complexed phosphate. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, 2020.