

Efeito do fertilizante fosfatado revestido no crescimento radicular inicial de milho

Effect of coated phosphate fertilizer on initial corn root growth

LAYS CRISTINA OLIVEIRA FONSECA

Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)

E-mail: laysfonseca@unipam.edu.br

KARLA VILAÇA MARTINS

Professora orientadora (UNIPAM)

E-mail: karlavm@unipam.edu.br

Resumo: Este trabalho teve por intuito avaliar diferentes revestimentos no fertilizante MAP no crescimento radicular inicial de milho. O experimento foi realizado entre maio e junho de 2022, no Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM) e em casa de vegetação da empresa NOAA Ciência e Tecnologia Agrícola, ambos localizados em Patos de Minas (MG). Foi utilizado delineamento em blocos casualizados constituído por sete tratamentos (controle, MAP convencional, MAP revestido por substância húmica, MAP revestido por polímero, MAP revestido por microrganismo A, MAP revestido por microrganismo N e MAP revestido por microrganismo B) e cinco repetições. Cada vaso foi dividido por uma placa de isopor; o fertilizante foi aplicado em volume total na dosagem de 300 mg dm⁻¹ de P₂O₅; em uma divisória, foi aplicado MAP convencional e na outra o MAP revestido. As sementes de milho foram germinadas em areia e transplantadas para os vasos 11 dias após a semeadura. Foram realizadas avaliações de comprimento de raízes, massa de matéria seca de parte aérea e raiz. Foi realizada a análise estatística utilizando o teste Tukey e o teste Fisher. Nos parâmetros avaliativos comprimento de raízes e massa de matéria seca de parte aérea, o tratamento MAP revestido com microrganismo B se mostrou superior aos demais; já para massa seca de raiz, os tratamentos MAP revestido por microrganismo A, MAP revestido por microrganismo N e MAP revestido por microrganismo B foram mais eficientes. Concluiu-se que adubação utilizando fertilizante revestido com microrganismo B aumentou o crescimento inicial de raízes, bem como o de plantas de milho.

Palavras-chaves: biofertilizantes; fósforo; microrganismos.

Abstract: This work aimed to evaluate different coatings on MAP fertilizer in the initial root growth of corn. The experiment was carried out between May and June 2022, at the University Center of Patos de Minas and in a greenhouse of the company NOAA Science and Agricultural Technology, both located in Patos de Minas (MG). A randomized block design was used, consisting of seven treatments (control, conventional MAP, humic substance coated MAP, polymer coated MAP, microorganism A coated MAP, microorganism N coated MAP, and microorganism B coated MAP) and five replications. Each pot was divided by a polystyrene plate; the fertilizer was applied in a total volume of 300 mg dm⁻¹ of P₂O₅; conventional MAP was applied in one partition, and coated MAP was applied in the other. Corn seeds were germinated in sand and transplanted to the pots 11 days after sowing. Evaluations of root length, shoot dry matter,

and root dry matter were performed. Statistical analysis was performed using Tukey and Fisher tests. In the evaluative parameters of root length and shoot dry matter, the microorganism B coated MAP treatment showed superiority over the others; for root dry matter, the microorganism A, microorganism N, and microorganism B coated MAP treatments were more efficient. It was concluded that fertilization using microorganism B coated MAP increased initial root growth, as well as that of corn plants.

Keywords: biofertilizers; phosphorus; microorganisms.

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea pertencente à família *Poaceae*. É um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos em todo o mundo. Isso se deve ao seu alto potencial produtivo, à sua adaptabilidade a diferentes climas, à sua composição química e ao seu valor nutricional (SOARES, 2010).

O Brasil é o terceiro maior produtor do grão no mundo, com uma produção de 116 milhões de toneladas na safra 2021/2022, ficando atrás somente da China, com uma produção de 272,6 milhões de toneladas e dos Estados Unidos com 383,9 milhões de toneladas produzidas (FIESP, 2022). O estado brasileiro que mais se destaca na produção de milho é o Mato Grosso (MT). A sua produção é superior, inclusive, à das demais regiões do país, se consideradas isoladamente (COÊLHO, 2022).

Para que patamares produtivos altos como os citados anteriormente sejam atingidos, é necessário entendimento sobre a nutrição de plantas e o manejo dos nutrientes. Por meio da adubação, oferecem-se às plantas os nutrientes necessários para seu desenvolvimento, seu estabelecimento e sua produtividade.

Um dos nutrientes requeridos pela cultura do milho é o fósforo. Normalmente é aplicado em grandes quantidades devido às particularidades de sua dinâmica, principalmente em solos de regiões tropicais, como o Brasil. Genericamente, o P pode ser dividido em duas frações no solo: lábil (disponível) e o não lábil. Em condições tropicais, a quantidade do P-não lábil é notoriamente maior (BATISTA *et al.*, 2018).

A tecnologia de revestimento de fertilizantes com liberação gradual vem se mostrando como uma alternativa promissora contra a questão da adsorção do fósforo. O revestimento de fertilizantes pode ser feito com polímeros, que tem por intenção a liberação gradual de nutrientes para a planta, podendo ser controlada pela umidade e temperatura do solo, por exemplo.

A crescente demanda por alta produtividade exige desenvolvimento e aprimoramento das técnicas de manejo utilizadas nas lavouras, por exemplo, o uso de fertilizantes revestidos. O presente trabalho teve por intenção avaliar a influência de diferentes revestimentos no fertilizante fosfato monoamônico (MAP) no crescimento radicular inicial de milho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A semeadura do milho híbrido foi realizada em casa de vegetação localizada nas dependências do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). As sementes

foram semeadas em bandejas de plástico retangular (442 x 280 x 75 mm), sendo o substrato areia lavada.

No décimo primeiro dia da semeadura, as plântulas de milho foram transferidas para vasos de polietileno com volume de 5 L. Os vasos haviam sido anteriormente divididos ao meio por uma folha de isopor. Cada uma das partes dos vasos foi preenchida com 2 kg de solo. O solo utilizado é classificado como latossolo vermelho argiloso. Foi coletado na camada de 0 a 20 cm de profundidade na Fazenda Sapis, no município de Patos de Minas (MG). Antes da implantação do experimento, foi realizada a amostragem desse solo e, em seguida, as amostras foram encaminhadas ao laboratório de solos da Terrena Agronegócios para análise química (Tabela 1).

Tabela 1: Características químicas do solo, na profundidade de 0 a 20 cm, Patos de Minas (MG), 2022

pH	P-rem	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	t	T	
água	mg L ⁻¹	dag kg ⁻¹	mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³						
5,59	4,46	2,30	1,49	37	1,13	0,37	0,04	3,05	1,59	1,63	4,66	
V	M	Cu	Fe	Mn	Zn	S						
%		mg dm ⁻³										
31,24	2,45	2,00	33,2	9,60	0,80	9,83						

Fonte: Terrena Agronegócios Ltda.

No mesmo dia do transplântio das plântulas de milho, foi realizada a adubação referente aos tratamentos a serem avaliados. A adubação foi realizada em todo o volume de solo na dose de 300 mg dm⁻³ de P₂O₅. Em uma das partes de todos os vasos, utilizou-se o fertilizante fosfatado convencional. Na outra metade do vaso, a adubação foi realizada de acordo com os tratamentos, descritos na Tabela 2.

Em seguida, realizou-se o transplântio das plântulas de milho, e as raízes foram divididas igualmente entre cada uma das partes do vaso. O ensaio foi conduzido em casa de vegetação da empresa NOAA Ciência e Tecnologia Agrícola, localizada na rodovia BR 365 - km 428, Zona Rural do município de Patos de Minas, Minas Gerais, Brasil.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC), composto por sete tratamentos com cinco repetições cada, totalizando 35 parcelas. Os tratamentos estão descritos na Tabela 2. Cada parcela experimental foi composta por um vaso de polietileno com volume de 5 L.

Tabela 2: Descrição dos tratamentos utilizados no experimento, Patos de Minas (MG), 2022

Tratamentos	Descrição
T ₁	Controle
T ₂	MAP convencional
T ₃	MAP revestido com substância húmica
T ₄	MAP revestido com polímero
T ₅	MAP revestido com microrganismo A
T ₆	MAP revestido com microrganismo N
T ₇	MAP revestido com microrganismo B

MAP = Monoamônio fosfato, 10% de nitrogênio e 46 a 50% de pentóxido de difósforo (P₂O₅).

Aos 33 dias após o transplante, avaliou-se a massa de matéria seca de parte aérea e raiz, sendo avaliada separadamente a raiz de cada parte dos vasos. As raízes foram lavadas com água corrente e secas com papel-toalha. O material vegetal foi seco em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até atingir peso constante. Após a secagem, foram realizadas avaliações de massa de matéria seca de parte aérea e raízes, utilizando-se de uma balança de precisão de 0,001 g.

Foram analisados os resultados referentes a parte do vaso onde foi aplicado o fertilizante revestido. Foram realizados o teste de Fisher para massa de matéria seca de parte aérea e comprimento de raízes e o teste de Tukey para massa de matéria seca de raízes, utilizando o software Statistica™.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

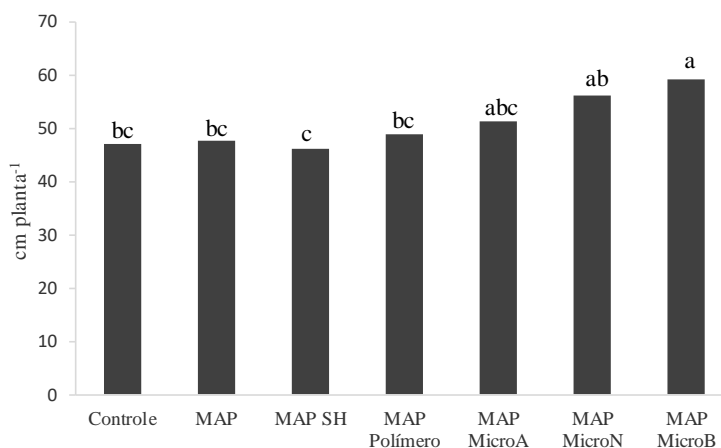
Para o parâmetro avaliativo comprimento de raízes, o tratamento 7, onde o fertilizante MAP foi revestido com microrganismo B, mostrou-se com médias superiores aos demais tratamentos, como mostrado no Gráfico 1.

Conforme Malavolta (1980), o fósforo é um elemento primordial ao metabolismo das plantas, pois desempenha funções estruturais, como armazenamento e transferência de energia nas células, e participa ativamente nos processos de respiração e fotossíntese.

Segundo Vilela e Anghinoni (1984), a grande concentração de P induz a formação de um sistema radicular mais longo e com raízes mais finas, as quais seriam mais eficazes na absorção de nutrientes do solo. O contato do maior volume radicular possível com fósforo é uma premissa para maior crescimento do milho, como afirma Novais *et al.* (1985).

De acordo com Abhilash *et al.* (2016), o uso de microrganismos associados às plantas podem trazer diversos benefícios para o crescimento e o desenvolvimento. Na literatura, esses microrganismos são referidos como promotores de crescimento. O fertilizante com revestimento à base de microrganismos demonstrou melhor desempenho nos três parâmetros avaliativos deste trabalho.

Gráfico 1: Comprimento radicular de milho adubado com fertilizante MAP em diferentes revestimentos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Fisher ($p>0,05$), Patos de Minas (MG), 2022



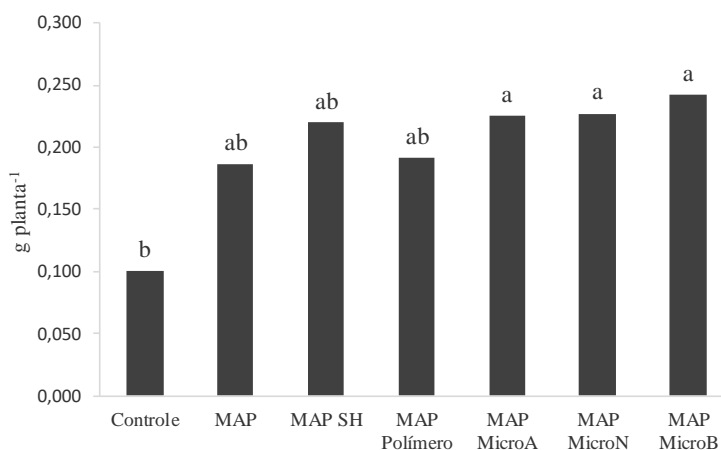
Para massa de matéria seca de raiz (MSR), as médias superiores foram observadas nos tratamentos 5, 6 e 7, nos quais o fertilizante MAP foi revestido com produtos de origem biológica (Gráfico 2).

Segundo Lima *et al.* (2011), o fósforo favorece o aumento na capacidade fotossintética e a absorção de água e nutrientes. A adição do fertilizante fosfatado ao solo acarretou maior desenvolvimento nos parâmetros comprimento de raízes, MSR e MSPA.

Segundo Vejan *et al.* (2016), os microrganismos multifuncionais podem viabilizar o crescimento das plantas direta ou indiretamente. De maneira direta, elevando a absorção e o acúmulo de nutrientes cruciais nas plantas (SCHLAEPPI; BULGARELLI, 2015) e na produção de fitormônios (GONZÁLEZ *et al.*, 2011).

Araújo *et al.* (2010) observaram efeito significativo na altura, na massa seca de parte aérea e no sistema radicular em mudas de bananeira micropropagadas, tratadas com microrganismos multifuncionais.

Figura 2: Massa seca de raiz de milho adubado com fertilizante MAP em diferentes revestimentos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$), Patos de Minas (MG), 2022

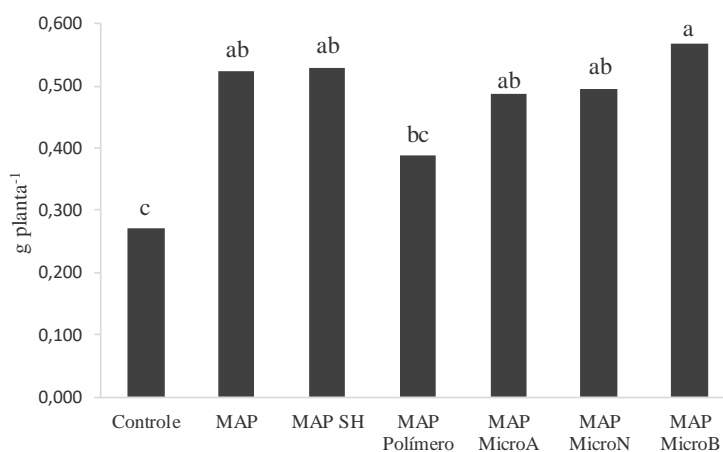


No critério avaliativo de massa de matéria seca de parte aérea, o tratamento 7 (MAP revestido com microrganismo B) apresentou médias superiores aos demais tratamentos, como exposto no Gráfico 3.

Segundo Yamada e Abdalla (2004), devido ao fato de o P estar associado a variados processos metabólicos, é um elemento móvel na planta e se concentra em áreas mais ativas de crescimento.

De acordo com trabalho desenvolvido por Almeida *et al.* (2016), o uso de fertilizantes fosfatados revestidos demonstrou melhores resultados em comparação ao uso de fertilizantes convencionais em relação à matéria seca de milho e à produtividade de grãos. Já segundo Silva *et al.* (2012), o uso de MAP com ou sem revestimento se mostrou eficaz no crescimento inicial da cultura do milho, não havendo diferença estatística no parâmetro MSPA.

Figura 3: Massa seca de parte aérea de milho adubado com fertilizante MAP em diferentes revestimentos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Fisher ($p>0,05$), Patos de Minas (MG), 2022



4 CONCLUSÃO

A adubação utilizando o fertilizante revestido com microrganismo B aumentou o crescimento inicial de raízes, bem como o de plantas de milho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, toda honra e glória a Ele. Aos meus pais Wandelcy e Carla; aos meus avós Waldir e Maria (*in memoriam*); aos meus familiares pelo apoio e aos meus amigos, especialmente Lucas e Marina, por estarem presentes em toda a trajetória. À empresa NOOA Ciência e Tecnologia Agrícola pela disponibilidade. Aos colegas de graduação Gustavo e Rafael pela colaboração. A minha orientadora Karla pelo incentivo e aos membros da banca avaliadora.

REFERÊNCIAS

- ABHILASH, P. C.; SINGH, H. B.; DUBEY, R. K.; GUPTA, V. K.; TRIPATHI, V. Plant growth-promoting microorganisms for environmental sustainability. **Trends in Biotechnology**, [S. l.], v. 34, n. 11, p. 847-850, 2016.
- ALMEIDA, T.; NESI, C. N.; POCOJESKI, E.; OLIVEIRA, J. P. M.; SILVA, L. S. Eficiência de fertilizante fosfatado protegido na cultura do milho. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 17, n. 1, p. 29-35, 2016.
- ARAUJO, K. S.; CARDOSO, K. G. V.; PEIXOTO, C. C.; RAMOS, E.; SILVA, H. S. A.; TRINDADE, A. V. Promoção do crescimento em mudas micropropagadas de bananeira por rizobactérias. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Frutas: saúde, inovação e responsabilidade: anais**. Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010.
- BATISTA, M. A.; INOUE, T. T.; NETO, M. E.; MUNIZ, A. S. Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral. *In*: BRANDÃO-FILHO, J. U. T.; FREITAS, P. S. L.; BERIAN, L. O. S.; GOTO, R. **Hortaliças-fruto**. Maringá: EDUEM, p. 113-161, 2018.
- COÊLHO, J. D. **Milho: produção e mercados**. Fortaleza: BNB, ano 7, n. 220, abr. 2022. (Caderno Setorial Etene).
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. Brasília, v. 9, safra 2021/22, n. 11, décimo primeiro levantamento, ago. 2022.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Safra Mundial de Milho 2022/23**. Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/attachment/file-20220516182757-boletimmilhomai2022/>.
- GONZÁLEZ, R. C.; AGUILAR, L. M.; TRUJILLO, A, R.; SANTOS, P. E.; MELLADO, J. C. High diversity of culturable Burkholderia species associated with sugarcane. **Plant and Soil**, [S. l.], v. 345, n. 1, p. 155-169, 2011.
- LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; GHEYI, H. R.; SOFIATTI, V.; ARRIEL, N. H. C. Efeito da adubação fosfatada sobre o crescimento e teor de macronutrientes de mudas de pinhão manso. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 950-956, 2011.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, 1980. 215 p.

NOVAIS, R. F.; FERREIRA, R. P.; LIMA NEVES, J. C.; DE BARROS, N. F. Absorção de fósforo e crescimento do milho com sistema radicular parcialmente exposto a fonte de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 7, p. 749-754, 1985.

SCHLAEPPI, K.; BULGARELLI, D. The plant microbiome at work. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, [S. l.], v. 28, n. 3, p. 212-217, 2015.

SILVA, A. A.; SILVA, T. S.; VASCONCELOS, A. C. P.; LANA, R. M. Q. Influência da aplicação de diferentes fontes de MAP revestido com polímeros de liberação gradual na cultura do milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 240-250, 2012.

SOARES, F. C. **Análise de viabilidade da irrigação de precisão na cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 2010. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

VEJAN, P.; ABDULLAH, R.; KHADIRAN, T.; ISMAIL, S.; BOYCE, A. N. Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability: a review. **Molecules**, [S. l.], v. 21, n. 5, p. 573, 2016.

VILELA, L.; ANGHINONI, I. Morfologia do sistema radicular e cinética da absorção de fósforo em cultivares de soja afetados pela interação alumínio-fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 8, n. 1, p. 91-96, 1984.

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 2004.