



## Produtividade do milho em função da adubação com fontes de fósforo.

**Adilson Pelá<sup>(1)</sup>; Francis Demétrio Cano Gusson<sup>(2)</sup>; Robson Gratão Marques<sup>(3)</sup>; Marco Antônio Pereira Moreira<sup>(4)</sup>; Rafael Umbelino Bento<sup>(5)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Prof. Dr. Universidade Estadual de Goiás – Campus Ipameri;

<sup>(2)</sup> Eng. Agrônomo - Soma Produtos Agrícolas; <sup>(3)</sup> Eng. Agrônomo – Futura Agronegócios; <sup>(4)</sup> Eng. Agrônomo – Ampla Agronegócios; <sup>(5)</sup> Graduando em Agronomia UEG-Câmpus Ipameri.

**RESUMO:** Este estudo teve por objetivo correlacionar fontes e doses de adubos fosfatados revestidos por polímeros ou não, buscando melhores respostas na cultura do milho da safra de verão. O experimento foi conduzido na safra 2012/13, na UEG - Campus Ipameri. O delineamento experimental foi DIC, em fatorial 3x4 com quatro repetições. O primeiro fator correspondeu às fontes de fósforo, sendo duas revestidas por polímeros nas formulações N-P-K (12-52-00) e (9,4-48,6-00), e uma fonte convencional de N-P-K (05-25-15); e o segundo fator as quatro doses de  $P_2O_5$ , sendo aplicadas 0, 40, 80 e 120 kg  $ha^{-1}$  de  $P_2O_5$  com cada fonte no sulco de semeadura. Foi realizado o balanceamento para nitrogênio e potássio, aplicando-se 30 kg  $ha^{-1}$  de N e 80  $ha^{-1}$  de  $K_2O$  na semeadura, 140  $ha^{-1}$  de N em cobertura. A semeadura foi realizada, com híbrido simples DKB390, com transgenia Bt. Após a maturação fisiológica dos grãos, foram avaliados os seguintes parâmetros: massa seca de planta, número de grãos por fileira, número de fileiras por espiga, diâmetro e comprimento de espigas, massa seca de 1000 grãos e produtividade de grãos. Os resultados foram submetidos ao teste F para a análise de variância e quando significativo ao teste de Tukey para fontes e de regressão para as doses de P. A produtividade foi maior com MAP 9,4-48,6-00, que não diferiu significativamente do MAP 12-52-00. As fontes polimerizadas tiveram destaque na maioria dos parâmetros avaliados, principalmente na produtividade e entre as 3 fontes avaliadas o formulado 9,4-48,6-00 apresentou uma melhor eficiência que as demais.

**Termos de indexação:** *Zea mays*; MAP polimerizado, fixação de fósforo.

### INTRODUÇÃO

O milho representa um dos principais cereais cultivados em todo o mundo, é uma das culturas mais tradicionais, ocupa posições significativas quanto ao valor da produção agropecuária, área cultivada e volume produzido, especialmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil.

A produtividade média brasileira ainda é considerada baixa quando comparada a outros países produtores, média de 3600 kg  $ha^{-1}$ . O manejo

nutricional incorreto, sendo o fósforo um dos mais limitantes para a cultura do milho.

Em solos tropicais, principalmente os sob Cerrado, normalmente as doses de P recomendadas são elevadas, em função da baixa eficiência dos fertilizantes, que varia entre 20% e 35% de aproveitando desse nutriente pelas culturas (TRENKEL, 2010). Segundo NOVAIS et al. (2007) tal fato é decorrente da alta capacidade de fixação do P adicionada ao solo através de mecanismo de adsorção e precipitação, reduzindo sua disponibilidade para as plantas, ressaltando ainda que a demanda nutricional da cultura é um fator expressivo à tal problema. SOUSA & LOBATO (2004) salientam que plantas como o milho, que apresentam intenso desenvolvimento aliados a um ciclo curto, necessitam de maiores teores de P em solução e reposição mais rápida do P-adsorvido que as plantas de culturas perenes. 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.

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

De acordo com MELO et al. (2004), uma alternativa para potencializar a adubação fosfatada consiste na utilização de adubo revestido com polímeros, pois de acordo com ZAVASCHI (2010), os fertilizantes revestidos retardam a disponibilidade inicial dos nutrientes por meio de diferentes mecanismos, com a finalidade disponibilizar às culturas nutrientes por um maior período de tempo, otimizando absorção pelas plantas e consequentemente reduzindo perdas.

A liberação gradual promovida pelo revestimento do nutriente pode reduzir o contato do P com os óxidos de Fe e Al e a argila, evitando a formação de compostos estáveis, que reduzem a disponibilidade para as plantas.

Segundo SHAVIV (2001), as principais vantagens dos fertilizantes de liberação gradual são: fornecimento regular e contínuo de nutrientes



na época necessária para a planta; menor frequência de aplicações; redução de perdas de nutriente por lixiviação, desnitrificação, fixação, e ainda volatilização; eliminação de danos causados às sementes e raízes devido à alta concentração de sais; maior praticidade de manuseio dos fertilizantes; redução da poluição ambiental por excessos; além da redução dos custos na produção. Porém, CHITOLINA (1994) frisa que a liberação destes nutrientes implica em fatores como temperatura do solo, disponibilidade de água e a atividade microbiana. Outro aspecto destacado por MALHI et al. (2001), é que o uso de fertilizantes fosfatados de liberação gradual poderá resultar em deficiências no início do desenvolvimento vegetativo de algumas culturas, e esta indisponibilidade poderia limitar severamente o seu potencial produtivo.

Este trabalho teve por objetivo correlacionar fontes e doses de adubos fosfatados revestidos por polímeros ou não, buscando melhores respostas na cultura do milho da safra de verão.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra de verão 2012/13, sendo instalado na Universidade Estadual de Goiás, Câmpus de Ipameri, situado no município de Ipameri-GO, onde está definido pelas seguintes coordenadas geográficas: 17°43'20" de latitude Sul e 48°09'44" de longitude Oeste e altitude de 791 m, com clima, segundo a classificação de Köppen, do tipo Aw, constando temperaturas elevadas com chuvas no verão e seca no inverno.

O solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (EMBRAPA, 2006). Anteriormente à instalação do experimento, havia vegetação composta por pastagem de *Brachiaria* sp., onde esta apresentava boa formação e estado nutricional. A análise física e química do solo coletado na camada de 0 a 20 cm de profundidade apresentou os seguintes resultados: teor de argila = 38,5 %; teor de silte = 13,3%; teor de areia = 48,2%; pH = 5,2; P = 6,5 mg dm<sup>-3</sup>; K = 128 mg dm<sup>-3</sup>; Al = 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 3,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 2,83 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H + Al = 3,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mn = 1,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Zn = 1,2 mg dm<sup>-3</sup>; B = 0,3 mg dm<sup>-3</sup>; Cu = 1,6 mg dm<sup>-3</sup>; Fe = 84,3 mg dm<sup>-3</sup>; Mo = 0,08 mg dm<sup>-3</sup>; CTC = 9,25 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Saturação de Bases = 66%; Matéria Orgânica = 51 g dm<sup>-3</sup>.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, arranjados em esquema fatorial 3x4 com quatro repetições. O primeiro fator correspondeu às fontes de fósforo, sendo duas revestidas por polímeros nas formulações N-P-K (12-52-00) e (9,4-48,6-00), e uma fonte convencional de N-P-K (05-25-15); e o segundo fator as quatro doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sendo aplicadas 0, 40, 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> com cada fonte no sulco de semeadura. Realizou-se o balanceamento

para o nitrogênio e o potássio na adubação de semeadura. Todos os tratamentos 30 kg ha<sup>-1</sup> de N e 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O aplicados no sulco de semeadura, e 140 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, esta realizada a lanço na linha de semeadura, quando a cultura apresentava-se no estágio fenológico V3 (três folhas totalmente expandidas).

A parcela experimental foi constituída de 4 linhas de 5 metros cada, espaçadas em 0,5 m, sendo a área útil as duas linhas centrais, descartando-se 0,5 metros das extremidades, perfazendo uma área de 4m<sup>2</sup>.

A semeadura foi realizada manualmente, no dia 25 de novembro de 2012, visando obter população de 64 mil plantas ha<sup>-1</sup> do híbrido simples DKB390, que possui transgenia *Bt* (*Bacillus thuringiensis*) para o ataque de lagartas.

Os demais tratos culturais foram realizados de forma preventiva para o controle de plantas daninhas, pragas e doenças. Para o manejo de plantas daninhas foram utilizados herbicidas seletivos contendo os princípios ativos atrazine (500 g L<sup>-1</sup>) na dose de 3 L ha<sup>-1</sup> e tembotriona (420 g L<sup>-1</sup>) na dose de 0,24 L ha<sup>-1</sup>. Para o controle de doenças aplicou-se fungicidas à base de misturas de grupos químicos, triazóis e estribirulinas, em duas aplicações, a primeira com o milho em estágio fenológico VT (pré-pendoamento), aplicando-se a mistura à base de azoxystrobin (200 g L<sup>-1</sup>) + ciproconazole (80 g L<sup>-1</sup>), na dose de 0,3 L ha<sup>-1</sup> mais o óleo mineral a 0,5 L ha<sup>-1</sup>, e a segunda, com a mesma dose, no estágio fenológico R2 (grãos polinizados com aspecto branco). O volume de calda utilizado foi de 150L ha<sup>-1</sup>, feitas manualmente com um pulverizador costal de 20 L, sendo utilizado bico cônico.

A colheita do milho foi realizada manualmente, após a maturação fisiológica dos grãos, e foram avaliados os seguintes parâmetros: massa seca de planta, com média de duas plantas por parcela, que foram submetidas à secagem em estufa a 70°C até peso constante; a produtividade de grãos, determinado por pesagem dos grãos produzidos em cada parcela, corrigindo-se o teor de água para 13% na base seca; número de grãos por fileira, número de fileiras por espiga, o diâmetro e o comprimento de espigas, obtidos pela amostragem de 10 espigas representativas por parcela, e a massa seca de 1000 grãos, pela média de quatro amostras por parcela.

Os resultados foram submetidos ao teste F para a análise de variância e quando significativo ao teste de Tukey para a comparação das fontes de P, e de regressão para o efeito de doses.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de grãos por fileira foi maior com MAP 12-52-00, com 26,5 grãos superiores ao fósforo convencional, com 25,0 grãos por fileiras, não



diferindo, porém do MAP 9,4-48,6-00 (Tabela 1). A massa seca de 1000 grãos foi maior com o MAP 9,4-48,6-00. O número de fileiras por espigas não apresentou diferenças significativas entre as fontes, pois depende muito mais da genética que da nutrição.

A produtividade foi maior com MAP 9,4-48,6-00, com média de 7028 kg ha<sup>-1</sup>, que não diferiu significativamente do MAP 12-52-00, cuja média foi de 6774 kg ha<sup>-1</sup>, porém superior à fonte convencional cuja produtividade foi de 6389 kg ha<sup>-1</sup>. Isso provavelmente se deve à menor fixação do P pelos argilominerais pela proteção e liberação gradativa promovida pelos polímeros. Para a produtividade de massa seca de plantas observou-se interação significativa entre as doses e as fontes utilizadas. Os formulados N-P-K (05-25-15) e (9,4-48,6-00) apresentaram ajustes lineares, com incrementos de 47,18 kg ha<sup>-1</sup> e 64,63 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca, respectivamente, para cada quilograma de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicados. Já o formulado (12-52-00) propiciou ajuste quadrático, sendo a dose máxima estimada de 109,8 kg ha<sup>-1</sup> promovendo a produtividade de 6987,7 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca (Figura 1a).

Para produtividade de grãos, a fonte convencional, representada pelo fertilizante N-P-K (05-25-15) apresentou ajuste linear positivo, com incremento de 1880,8 kg ha<sup>-1</sup> a cada 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicados. Isso demonstra que com 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicados não foram suficientes para a cultura expressar seu máximo potencial produtivo. Quanto às fontes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> revestidas por polímeros, representadas pelos formulados N-P-K (12-52-00) e (9,4-48,6-00) apresentaram ajustes quadráticos, sendo que as doses estimadas de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de 85,18 kg ha<sup>-1</sup> e 128,09 kg ha<sup>-1</sup> propiciaram as produtividades máximas de grãos 7808,23 kg ha<sup>-1</sup> e 8465,40 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 1b). Verifica-se que a fonte (9,4-48,6-00) proporcionou menores perdas de P, uma vez que a dose para obtenção da máxima produtividade de 85,18 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> provavelmente pela maior camada de polímero, mas com a fonte (12-52-00), que possui uma camada mais fina, foi possível a obtenção de maior produtividade, embora necessitando de dose mais elevada.

### CONCLUSÕES

As fontes polimerizadas proporcionaram maiores produtividades de milho com menores doses de fósforo que a fonte convencional.

### AGRADECIMENTOS

À FAPEG, pelo apoio na apresentação deste trabalho através da concessão do auxílio evento (Chamada Pública n.01/2015).

### REFERÊNCIAS

- CHITOLINA, J.C. **Fertilizantes de lenta liberação de N**: conceitos; uréia coberta com enxofre. Piracicaba: ESALQ/USP, 1994a. 16p.
- MALHI, S.S.; GRANT, C.A.; JOHNSTON, A.M.; GILL, K.S. Nitrogen fertilization management for no-till cereal production in the Canadian Great Plains: a review. **Soil & Tillage Research**, 60:101-122, 2001.
- MELO G. W.; MEURER, E. J.; PINTO, L. F. S. Fontes de potássio em solos distroférricos cauliniticos originados de basalto no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 4, p. 597 – 603, 2004.
- NOVAIS, R.F. et al. Fósforo. In: NOVAIS et al. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. p.471-537.
- REZENDE, A. V. de, **Aspectos relacionados com a adubação fosfatada nos cerrados**. Planaltina - DF: EMBRAPA Cerrados, 2007. 32p. (Documentos Embrapa Cerrados,195).
- SHAVIV, A. Advances in controlled-release fertilizers. **Advances in Agronomy**, v.71, p.1-49, 2001.
- SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.
- TRENKEL, M. E. Slow and controlled-release and stabilized fertilizers: an option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture. **Paris International Fertilizer Industry Association**, 2010, 167 p.
- ZAVASCHI, E. **Volatilização de amônia e produtividade do milho em função da aplicação de ureia revestida com polímeros**. 2010. 92 f. Dissertação (Mestrado em Solos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2010.

Tabela 1. Número de fileira/espiga, número de grãos/fileira, massa seca de 1000 grãos e produtividade de milho adubado com diferentes fontes de P.

Fontes	Fileira/espiga	Grão/fileira	M.S. 1000 grão	Produtividade
	unidade	unidade	g	kg ha <sup>-1</sup>
Convencional 5-25-15	13,4	25,0 b	296 b	6389 b
9,4-48,6-00 polímero	13,3	26,2 a	312 a	7028 a
12-52-00 polímero	13,2	26,5 a	301 b	6774 ab
CV%	3,8	5,6	3,6	7,5

CV% = coeficiente de variação. As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

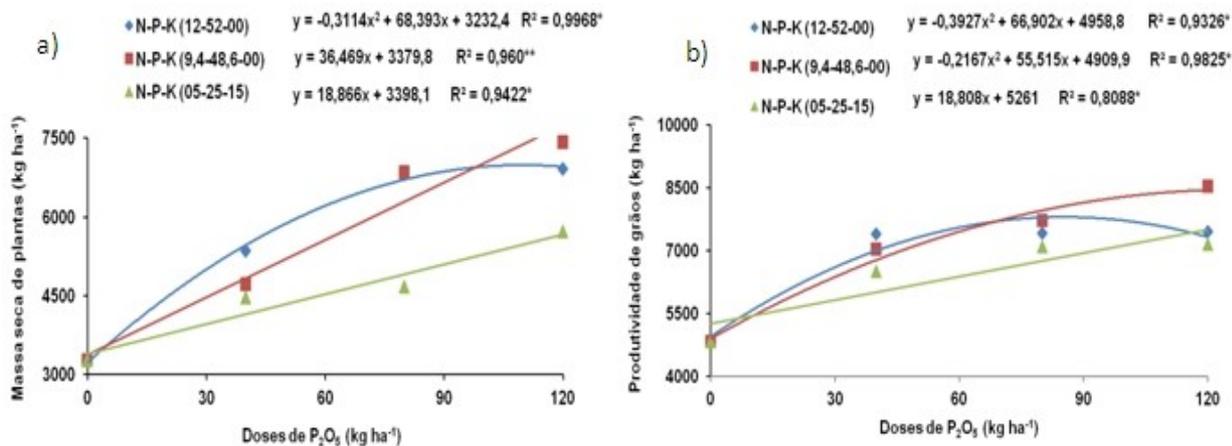


Figura 1. Desdobramento das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em função das fontes utilizadas em a) massa seca de plantas; e b) produtividade de grãos de milho.