



## Avaliação de níveis de fósforo no cultivo do milho no cerrado tocantinense

**Ricardo Lopes de Alencar<sup>(2)</sup>; Samuel de Deus da Silva<sup>(3)</sup>; Aliane Medeiros Carvalho<sup>(4)</sup>;  
Juliana Lima Matos<sup>(5)</sup>; Rayane Reis Sousa<sup>(6)</sup>; Samara Lorranny de Souza Garcia<sup>(7)</sup>.**

<sup>(1)</sup>Trabalho executado com recursos do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus* Araguatins - TO. <sup>(2)</sup> Técnico de Laboratório do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus* Araguatins - TO. Email: [ricardoalencar@ifto.edu.br](mailto:ricardoalencar@ifto.edu.br); <sup>(3)</sup> Professor do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus* Araguatins - TO. Email: [agrosamuel@gmail.com](mailto:agrosamuel@gmail.com); <sup>(4)</sup> Acadêmica do Curso Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus* Araguatins - TO. Email: [alianecarvalho@hotmail.com](mailto:alianecarvalho@hotmail.com); <sup>(5)</sup> Acadêmica do Curso Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus* Araguatins - TO. Email: [juliamattos17@hotmail.com](mailto:juliamattos17@hotmail.com); <sup>(6)</sup> Acadêmica do Curso Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus* Araguatins - TO. Email: [rayanereis\\_sousa@hotmail.com](mailto:rayanereis_sousa@hotmail.com); <sup>(7)</sup> Acadêmica do Curso Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus* Araguatins - TO. Email: [slorranny@hotmail.com](mailto:slorranny@hotmail.com);

**RESUMO:** A aplicação do fósforo (P) de forma inadequada pode promover reduzir a produtividade do milho. O objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento e a produtividade do milho, submetido a diferentes níveis de fósforo nas condições edafoclimáticas do Cerrado tocantinense. O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação do Tocantins (IFTO) – *Campus* Araguatins. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, sendo cinco tratamentos e quatro repetições. Os níveis de P foram: 0; 50; 100; 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, como fonte de fósforo utilizou-se o superfosfato triplo (43% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). As variáveis testadas foram altura da planta, peso de 100 grãos e a produtividade. O aumento nos níveis de P no solo promoveu incremento significativo na altura de plantas, peso de 100 grãos e produtividade.

**Termos de indexação:** Solo, Cerrado, Produtividade.

### INTRODUÇÃO

Devido ao grande crescimento da população, surge a necessidade de aumentar a produção de alimentos no mundo. No Brasil, uma das opções é a expansão da agricultura e o aumento da produtividade no bioma cerrado; porém nesta região os solos possuem limitações químicas para produção agrícola devido à baixa fertilidade natural. Um dos principais fatores nutricionais limitantes da produção nestes solos é a deficiência de P, aliada à alta capacidade de fixação deste nutriente no solo tornando indisponível para a planta (Fernandes & Takashi, 2002).

Nas regiões dos Cerrados o P merece muita atenção para a produção agrícola. A disponibilidade

desse elemento, em condições naturais é muito baixa, havendo a necessidade de adubação fosfatada como uma prática imprescindível para o desenvolvimento da agricultura. Nestes solos as quantidades de P a serem aplicadas para manter uma disponibilidade do nutriente adequada às plantas são efetivamente altas, sendo uns dos investimentos mais altos para a prática da agricultura (Sousa et al., 2004).

O milho (*Zea mays* L.) é cultivado em todo o Brasil, tanto na agricultura familiar quanto nas grandes empresas agropecuárias, estando presentes em todas as cadeias produtivas de animais. É uma cultura de grande e diversificada utilização na sociedade moderna, e um dos produtos agrícolas de mais ampla distribuição mundial, tanto na produção, quanto no consumo (Cantarella & Duarte, 2004).

O suprimento do P de forma inadequada nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura do milho acarreta redução no número de espigas por unidade de área e, conseqüentemente, redução na produção de grãos (Menge & Kirkby, 1987).

Como a disponibilidade P nos solos do cerrado em condições naturais é muito baixa, há necessidade de uso de fertilizantes fosfatados para correção e resposta das plantas, sendo uma prática imprescindível para o desenvolvimento da agricultura (Sousa et al., 2004).

Nestes solos as quantidades de P a serem aplicadas para manter uma disponibilidade adequada às plantas são efetivamente altas, sendo uns dos investimentos mais altos para a prática de cultivo do milho. Também, o P no solo para a fabricação de fertilizantes constitui um recurso natural não renovável, tendo de existir um uso consciente desse nutriente para garantir a sustentabilidade da agricultura (Sousa et al., 2004).



O estudo é relevante, pois pode servir de referência para recomendação de P nestas condições. O uso racional deste nutriente nas condições de cerrado, frente ao elevado custo, baixas reservas naturais nos solos do cerrado, e esgotamento crescente das reservas naturais não renováveis, justificam a definição de doses a serem aplicadas.

O objetivo deste estudo foi de avaliar o crescimento e a produtividade do milho, submetida a diferentes níveis de P nas condições edafoclimáticas do cerrado tocantinense.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) - *Campus Araguatins*, com a localização geográfica apresentando as seguintes coordenadas geográficas (5° 39' 04,64" S, 48° 04' 29,24" W), e altitude de 103m.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, sendo cinco tratamentos com quatro repetições, totalizando 20 parcelas experimentais, com dimensões de 4m x 4,5m. Cada parcela tinha 5 fileiras de plantio, sendo avaliado somente a fileira central.

De acordo com a análise de solo (tabela 1), realizou-se as recomendações de adubação, sendo aplicado 100 kg ha<sup>-1</sup> de uréia no plantio e 50 kg ha<sup>-1</sup> uréia em cobertura. Não foi necessário fazer a calagem e aplicação de potássio. As recomendações foram baseadas no Boletim de Recomendação de Adubação e Calagem para o Estado de Minas Gerais (Ribeiro et al., 1999).

Os níveis de P no solo estavam muito baixo para o cultivo do milho, sendo que os tratamentos foram compostos das seguintes doses (0; 50; 100; 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). A fonte de P utilizada foi superfosfato triplo (43% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

**Tabela 1** - Análise de solo.

P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	T	V
mg dm <sup>-3</sup>		----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				%	
4	161	13,9	10	0	4,5	28,87	74,07
M.O.	pH CaCl <sub>2</sub>	Argila	Areia	Silte			
g dm <sup>-3</sup>	0,01 mol L <sup>-1</sup>	----- % -----					
33	5,5	50	40	10			

O preparo do solo consistiu do uso de subsolador e gradagem a profundidade de 20cm. Os sulcos

foram abertos manualmente com enxada. No plantio, semeou-se a cultivar de milho AL Piratininga, com espaçamento de 0,9m entre linhas e 0,2m entre plantas.

Foram plantadas três sementes por cova, e após sete dias da germinação realizou-se o desbaste, mantendo apenas uma planta por cova. Desta forma, o espaçamento ficou equidistante entre plantas, mantidas cinco plantas por metro linear, com vistas em obter uma população final aproximada de 55.500 plantas ha<sup>-1</sup>.

Realizou-se apenas uma capina manual, feita aos 22 dias após o plantio (DAP).

As variáveis analisadas foram a altura de plantas, a produtividade e peso de 100 grãos.

Na estimativa da produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), coletou-se espigas de 5 plantas na fileira central, sendo corrigido o teor de umidade da semente para 13%, que é o teor de água recomendado para o armazenamento do milho. A umidade dos grãos foi determinada pelo método tradicional no Brasil, onde pesa-se 10g de grãos de milho em um recipiente, e, secagem em estufa (desidratação) por 24h a 105°C.

Na mensuração da altura das plantas (m): em cada parcela mediu-se com fita métrica a altura de 5 plantas da fileira central, desde a base, rente ao solo até o ponto mais alto da planta.

Para determinar o peso de 100 grãos (g), foram pesados em balança analítica, com limite máximo de 5,200g Bel com precisão de 0,01g, o peso de 100 grãos de milho, proveniente da mistura de grãos, de cinco plantas de cada parcela.

Os dados foram submetidos à análise variância, e posterior análise de regressão considerando o nível de 5% de probabilidade. Nessa etapa, utilizou-se o programa estatístico Sisvar v. 4.3 (Ferreira, 2000). Os dados médios foram plotados na forma de gráficos utilizando os recursos do excel versão 2007.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para doses de P apresentou efeito significativo nas variáveis, altura de plantas, peso médio de 100 grãos e produtividade (tabelas 02, 03 e 04 respectivamente).

Na análise de variância para a variável altura das plantas ocorreu efeito significativo pelo teste F tanto a 5% quanto a 1% de probabilidade.

Durante a condução do experimento foi observado que as plantas apresentaram fase de crescimento em altura diferenciados, principalmente quando comparada a testemunha. As plantas que receberam P via adubação, em observação a

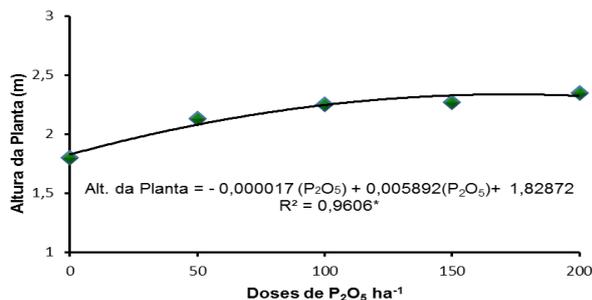


campo, atingiram mais rapidamente o período ou fase reprodutiva em comparação com a testemunha. Dados observados por Fidelis et al. (2009) em que plantas de milho que recebeu doses maiores de P, apresentaram florescimento feminino mais rápido em relação as que receberam doses menores.

**Tabela 2** - Análise de variância da altura das plantas.

F. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	Fc	Pr>Fc
Doses	4	0,750	0,187	10,433	0,000
Blocos	3	0,321	0,010	1,761	0,630
Erro	12	0,215	0,017		
C. V. (%) =	Média Geral:	Número de observações:			
6,2	2,162	20			

A figura 1 mostra que quanto maior a dose de P aplicada no solo, maior foi a altura das plantas. Dado constatado por Fidelis et al. (2009) no qual o ambiente em que foi empregado o maior nível de P, proporcionou maior altura de planta em relação ao ambiente com menor nível. Taiz & Zeiger (2004) constataram que plantas submetidas à deficiência de P, principalmente quando jovens, têm seu crescimento reduzido, com consequente comprometimento da produção.



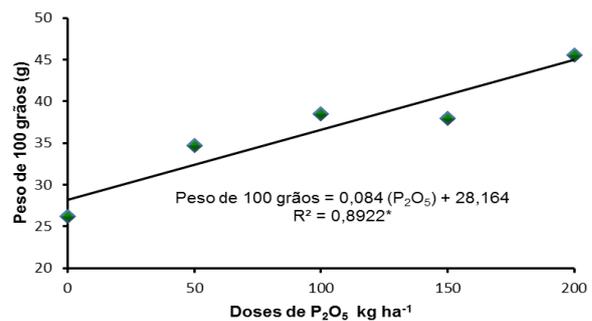
**Figura 1** – Análise de regressão da altura das plantas.

O teste F, identificou diferença significativa em relação ao peso de 100 grãos (Tabela 2). O aumento nos níveis de P no solo promoveram diferenças ou incrementos no peso de grãos do milho, o que é favorável em termos de rendimento em produção e produtividade.

**Tabela 3** – Análise de variância do peso de 100 grãos.

F. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	Fc	Pr>Fc
Doses	4	791,453	197,863	3,483	0,041
Blocos	3	128,542	42,847	0,754	0,0540
Erro	12	681,603	56,800		
C. V. (%) =	Média Geral:	Número de observações:			
20,61	36,568	20			

Observa-se que de acordo com a análise de regressão (figura 2), quanto maior as doses de P no solo via adubação, maior foi o peso de 100 grãos, mostrando que os níveis de P, influenciam no acúmulo de matéria seca dos grãos, por consequência promovendo incrementos significativos. Para explicar este efeito, o modelo que mais se ajustou aos dados foi o linear.



**Figura 2** - Análise de regressão para a variável peso de 100 grãos.

Observa-se que a produtividade foi influenciada de forma significativa pelos níveis de P, indicando assim, que a aplicação deste nutriente no solo de forma solúvel, apresentou maior rendimento na produção de grãos de milho (Tabela 4).

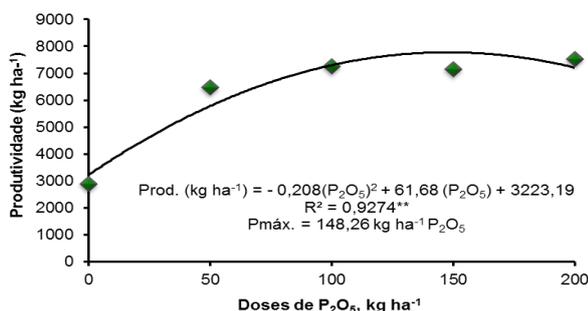
**Tabela 4** - Análise de variância da produtividade.

F. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	Fc	Pr>Fc
Doses	4	59203684,29	14800921,07	54,53	0,00
Blocos	3	1433487,96	477829,321	1,761	0,20
Erro	12	3256654,73	2713387,894		
C. V. (%) =	Média Geral:	Número de observações:			
8,32	6258,480	20			

A análise de regressão apresentou efeito quadrático de ajuste para os níveis de P aplicados no solo (figura 3), sendo a dose de máxima eficiência agrônômica equivalente a 148,26 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Desta forma, destaca-se a resposta do milho na adubação utilizando uma fonte solúvel que é superfosfato triplo, por se tratar de solo do Cerrado,



com baixa reserva natural deste nutriente. Assim, nestas condições edafoclimáticas a dose de máxima pode ser recomendada para a cultivar AL Piratininga, expressando respostas em ganhos de produtividade. Barreto & Fernandes (2002) verificaram uma produtividade com resposta quadrática para a cultura do milho adubada com P em sistemas de sulcos de  $3.620 \text{ kg ha}^{-1}$ , para uma aplicação de  $155,0 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .



**Figura 3** – Análise de regressão da produtividade do milho.

Observou-se que as plantas da parcela sem P oriundo da adubação apresentaram crescimento reduzido, com plantas raquíticas, indicando deficiências nutricionais, neste caso específico o solo estava com boa fertilidade entre os macro e micronutrientes sendo corrigido quando necessário de acordo com o Boletim de Recomendação de Adubação e Calagem para o Estado de Minas Gerais (Ribeiro et al., 1999).

Este fato evidencia a lei de Liebig onde o rendimento de uma colheita é limitada pela ausência de qualquer um dos nutrientes essenciais, mesmo que todos os demais estejam presentes em quantidades adequadas, ou seja, a produção das culturas é limitada pelo nutriente mineral menos disponível para as plantas (Gama, 2004).

Os resultados deste trabalho reforçaram a tese de que uma das prováveis causas da produtividade limitada do milho no cerrado esteja associada ao estresse nutricional, decorrente da fertilização fosfatada.

## CONCLUSÕES

A aplicação de doses crescentes de P no solo promove incremento na produção de milho, altura das plantas e no peso médio de 100 grãos.

A dose de máxima eficiência agrônômica referente à produtividade é equivalente a  $148,26 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ .

## REFERÊNCIAS

BARRETO A. C.; FERNANDES M. F. Produtividade e absorção de fósforo por plantas de milho em função de doses e modos de aplicação de adubo fosfatado em solo de tabuleiro costeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 26:151-156, 2002

CANTARELLA, H.; DUARTE, A.P. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V., ed. *Tecnologias de produção de milho*. Viçosa: Editora UFV, 2004. p.139-182.

FERNANDES, C; TAKASHI, M. Absorção de fósforo por híbridos de milho cultivados em solo de cerrado. *Scientia Agricola*, 59:781-787, 2002.

FERREIRA, D. F. Sisvar: computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, 6:1039-1042, 2011.

FIDELIS, R. R.; MIRANDA, G. V. e ERASMO, E. A. L. Seleção de populações base de milho sob alta e baixa dose de fósforo em solo de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia*, 4:285-293, 2009.

GAMA, J. R. N. F. Solos: manejo e interpretação. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. 183p.

MENGEL K.; KIRKBY E. A. Principles of plant nutrition. 4. ed. Bern, International Potash Institute, 1987, 687p.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999.

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*. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2004. p.147-168.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.