



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

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

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus* Araguatins - TO. ⁽²⁾ Técnico de Laboratório do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus* Araguatins - TO. Email: ricardoalencar@ifto.edu.br; ⁽³⁾ Professor do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus* Araguatins - TO. Email: agrosamuel@gmail.com; ⁽⁴⁾ Acadêmica do Curso Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus* Araguatins - TO. Email: alianecarvalho@hotmail.com; ⁽⁵⁾ Acadêmica do Curso Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus* Araguatins - TO. Email: juliamattos17@hotmail.com; ⁽⁶⁾ Acadêmica do Curso Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus* Araguatins - TO. Email: rayanereis_sousa@hotmail.com; ⁽⁷⁾ Acadêmica do Curso Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus* Araguatins - TO. Email: 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⁻¹ de P₂O₅, como fonte de fósforo utilizou-se o superfosfato triplo (43% P₂O₅). 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⁻¹ de uréia no plantio e 50 kg ha⁻¹ 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⁻¹ de P₂O₅). A fonte de P utilizada foi superfosfato triplo (43% P₂O₅).

Tabela 1 - Análise de solo.

P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	T	V
mg dm ⁻³		----- cmol _c dm ⁻³ -----				%	
4	161	13,9	10	0	4,5	28,87	74,07
M.O.	pH CaCl ₂	Argila	Areia	Silte			
g dm ⁻³		0,01 mol L ⁻¹		----- % -----			
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⁻¹.

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⁻¹), 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.

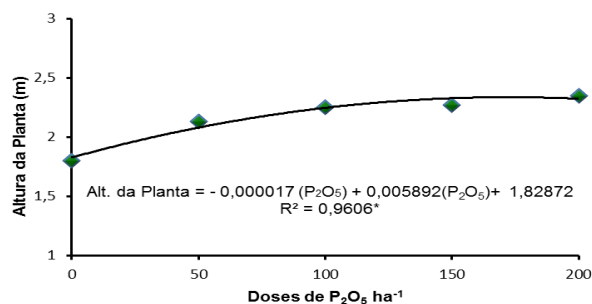


Figura 1 – Análise de regressão da altura das plantas.

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.

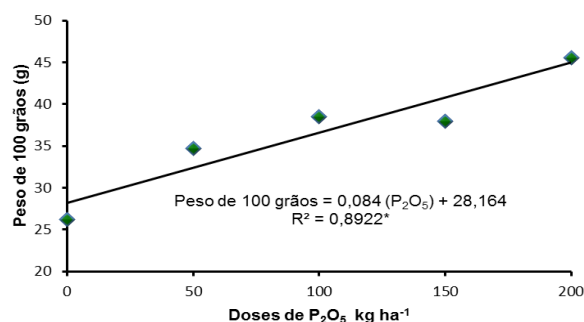


Figura 2 - Análise de regressão para a variável peso de 100 grãos.

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⁻¹ P₂O₅. 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 kg ha^{-1} , para uma aplicação de $155,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de P_2O_5 .

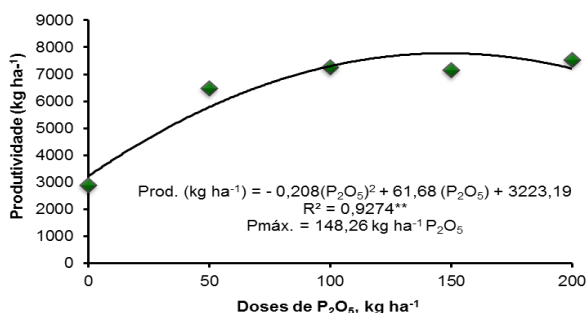


Figura 3 – Análise de regressão da produtividade do milho.

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.