

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento **83**

ISSN 1983-0483
Dezembro, 2012

Resposta do Milho à Adubação Fosfatada em um Latossolo Amarelo do Estado do Pará



ISSN 1983-0483

Dezembro, 2012

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 83

Resposta do Milho à Adubação Fosfatada em um Latossolo Amarelo do Estado do Pará

*Carlos Alberto Costa Veloso
Vinícius Ide Franzini
Alysson Roberto Baizi e Silva
Arystides Resende Silva*

Embrapa Amazônia Oriental
Belém, PA
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Oriental

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n.
Caixa Postal 48. CEP 66095-100 - Belém, PA.
Fone: (91) 3204-1000
Fax: (91) 3276-9845
www.cpatu.embrapa.br
cpatu.sac@embrapa.br

Comitê Local de Publicação

Presidente: *Michell Olívio Xavier da Costa*
Secretário-Executivo: *Moacyr B. Dias-Filho*
Membros: *Orlando dos Santos Watrin*
Márcia Mascarenhas Grise
José Edmar Urano de Carvalho
Regina Alves Rodrigues
Rosana Cavalcante de Oliveira

Revisão técnica:

Adilson Oliveira Junior – Embrapa Soja
Antônio Marcos Coelho – Embrapa Milho e Sorgo
Isabelle Pereira Andrade – Ufra

Supervisão editorial: *Luciane Chedid Melo Borges*

Revisão de texto: *Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana*

Normalização bibliográfica: *Luiza de Marillac P. Braga Gonçalves*

Tratamento de Ilustrações: *Vitor Trindade Lôbo*

Editoração eletrônica: *Euclides Pereira dos Santos Filho*

Foto da capa: *Carlos Alberto Costa Veloso*

1ª edição

Versão eletrônica (2012)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Amazônia Oriental

Resposta do milho à adubação fosfatada em um latossolo amarelo do Estado do Pará / Carlos Alberto Costa Veloso... [et. al.].

– Belém, PA : Embrapa Amazônia Oriental, 2012.

15 p. il. - (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0483 ; 83).

1. Milho – Adubação. 2. *Zea mays*. 3. Milho – Solo. 4. Milho – Pará. I. Veloso, Carlos Alberto Costa. II. Série.

CDD 633.15098115

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	8
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	10
Conclusões	13
Agradecimento	13
Referências	14

Resposta do Milho à Adubação Fosfatada em um Latossolo Amarelo do Estado do Pará

Carlos Alberto Costa Veloso¹

Vinícius Ide Franzini²

Alysson Roberto Baizi e Silva³

Arystides Resende Silva⁴

Resumo

Objetivou-se avaliar a resposta do milho, cultivado na região do Oeste Paraense, à aplicação de doses, fontes e métodos de aplicação do fertilizante fosfatado no solo. O experimento foi desenvolvido no Município de Belterra, PA, em um Latossolo Amarelo distrófico de textura argilosa. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial 2 x 2 x 4, correspondendo a duas fontes de P [fosfato natural reativo de Arad (FNR) e superfosfato triplo (TSP)], duas formas de aplicação (a lanço em área total e incorporado ao solo e no sulco de semeadura) e quatro doses de P (0, 90, 180, 270 kg ha⁻¹ de P₂O₅). A cultura do milho respondeu em produtividade à adubação fosfatada, independente da fonte de P e do método de aplicação do fertilizante. Com relação à avaliação da produtividade de milho, o TSP reagiu de forma superior

¹Engenheiro-agrônomo, doutor em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, pesquisador na Embrapa Amazônia Oriental, carlos.veloso@embrapa.br

²Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências (Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas), pesquisador A na Embrapa Amazônia Oriental, vinicius.franzini@embrapa.br

³Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia (Produção Vegetal), pesquisador A na Embrapa Amazônia Oriental, alysson.silva@embrapa.br

⁴Engenheiro-florestal, doutor em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), pesquisador A na Embrapa Amazônia Oriental, arystides.silva@embrapa.br

ao FNR. Quando aplicado no sulco de semeadura, a produtividade de milho foi superior com o TSP em comparação ao FNR. Em relação ao FNR, a produtividade foi superior quando essa fonte de P foi aplicada a lanço e incorporada, em relação à sua aplicação localizada no sulco de semeadura.

Termos para indexação: fósforo, fertilizante, Latossolo, *Zea mays* L.

Response of Corn Cultivated in the Western Pará State Region to Phosphorus Fertilization

Abstract

The objective of this work was to evaluate corn response to phosphorus (P) rates, P sources and application methods of P fertilizer. A field experiment was carried out on clayey Oxisol in Belterra municipality, Pará state. The experimental design was a randomized block design with three replicates. The treatments consisted of 2 x 2 x 4 factorial arrangement, corresponding to two phosphorus sources [Arad reactive phosphate rock (PR) and triple superphosphate (TSP)], two application methods (broadcast with incorporation and in-furrow) and four P rates (0, 90, 180, 270 kg ha⁻¹ of P₂O₅). Assessment of corn yield to phosphorus fertilization regardless of phosphorus source and application method. In-furrow application, corn yield was higher in triple superphosphate than in PR. For PR, yield was higher in broadcast than in-furrow.

Index terms: phosphorus, fertilizer, Oxisol, Zea mays L.

Introdução

A obtenção de altas produtividades de milho no Cerrado somente foi possível com o desenvolvimento de manejo de correção da fertilidade química dos solos da região. Dentre as principais limitações químicas desses solos, destacam-se a elevada acidez e baixos teores de fósforo (P) associados a elevado poder de fixação desse nutriente.

No Estado do Pará, há predominância de Latossolos e Argissolos, onde se cultiva milho, e o P é um dos nutrientes que mais limita a produtividade dessa cultura. Na safra 2008/2009, a área cultivada com o milho no Estado do Pará foi de 245.200 ha, com produtividade média de 2.305 kg ha⁻¹ (CONAB, 2011). No Pará, recomenda-se a aplicação de doses de até 90 kg P₂O₅ ha⁻¹ para atingir produtividades de 3,0 a 6,0 t ha⁻¹ de grãos de milho (CRAVO et al., 2010).

O uso eficiente de fertilizantes fosfatados engloba a adoção de conjunto de boas práticas que afetam diretamente a disponibilidade de P no solo e seu uso pelas culturas (SOUSA et al., 2010). Segundo Coelho e Alves (2004), existem duas estratégias básicas de manejo da adubação fosfatada para o milho. A primeira objetiva aumentar a disponibilidade de P no solo pela adubação de correção e a segunda visa manter a fertilidade do solo pela adubação de manutenção.

A maioria dos estudos com adubação fosfatada, em condições de campo e em solos com alto poder de fixação de P, foi desenvolvida nas regiões Sudeste e Centro-Oeste (VIÉGAS, 1955; KORNDÖRFER et al., 1999; RESENDE et al., 2006a, 2006b; CARNEIRO et al., 2008). Na literatura são raros os estudos, com a cultura do milho, relacionados à adubação fosfatada na região do Oeste Paraense.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de doses e fontes de P, assim como do método de aplicação dos fertilizantes fosfatados, na produtividade do milho cultivado em Latossolo Amarelo distrófico, no Oeste Paraense.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em área do Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, no Município de Belterra, PA, localizado no Oeste Paraense, em um Latossolo Amarelo distrófico textura muito argilosa. O solo apresentou as seguintes características químicas na profundidade de 0-20 cm: pH (H_2O) = 5,3; MO = 24,5 g kg⁻¹; P = 1,2 mg dm⁻³ (Mehlich-1); K = 23 mg dm⁻³; Ca = 3,0 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,65 cmol_c dm⁻³; Al = 0,3 cmol_c dm⁻³; H + Al = 4,79 cmol_c dm⁻³ e CTC = 8,50 cmol_c dm⁻³. O solo também apresentou 27 g kg⁻¹ de areia grossa, 12 g kg⁻¹ de areia fina, 261 g kg⁻¹ de silte e 700 g kg⁻¹ de argila (CLASSEN, 1997).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial 2x2x4, correspondendo a duas fontes de adubos fosfatados, sendo fosfato natural reativo de Arad (FNR, 33% P₂O₅) e superfosfato triplo (TSP, 46% P₂O₅), duas formas de aplicação (a lanço em área total e incorporado e em sulco de semeadura) e quatro doses de P (0, 90, 180 e 270 kg ha⁻¹ de P₂O₅), calculadas com base nos teores de P₂O₅ total. No preparo de área, inicialmente realizou-se a retirada da vegetação herbácea, utilizando-se a roçadeira. Posteriormente, realizou-se uma aração e duas gradagens, sendo a primeira com grade aradora e a segunda com grade niveladora.

A calagem foi realizada para a correção da acidez do solo, aplicando-se uma dose de calcário (PRNT 90%), com alto teor de Mg, para elevar a saturação por bases do solo a 60%. O corretivo foi incorporado, por ocasião do preparo de solo, sendo metade da dose de calcário aplicada antes da aração e o restante antes da gradagem.

Os fertilizantes fosfatados foram aplicados a lanço em área total e incorporados com a gradagem junto com a segunda aplicação de calcário ou no sulco de semeadura. Todas as parcelas receberam o equivalente a 90 kg ha⁻¹ de N e 100 kg ha⁻¹ de K₂O como ureia e cloreto de potássio, aplicado em sulco ao lado das linhas de semeadura.

A aplicação de potássio foi parcelada em duas vezes, sendo 1/3 na ocasião da sementeira e os 2/3 restantes em cobertura nas entrelinhas, juntamente com a segunda aplicação do nitrogênio.

Com relação à cultivar de milho, utilizou-se o híbrido BRS 1030, sendo efetuada a sementeira em parcelas experimentais com dimensões de 5,6 m x 8,0 m, com oito linhas e espaçamento de 0,70 m, com cinco plantas por metro linear. Aos 120 dias após a sementeira, realizou-se a colheita do milho, obtendo-se a produtividade de grãos, com umidade de grãos a 13%.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, conforme a significância, as médias dos métodos de aplicação foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, e as doses de P foram submetidas à análise de regressão.

Resultados e Discussão

A produtividade de grãos de milho foi influenciada positivamente ($P < 0,01$) à aplicação das doses de P. Na Figura 1, podemos verificar a avaliação da produtividade de grãos, onde a aplicação do TSP no sulco de sementeira respondeu melhor ao modelo linear. Entretanto, para a aplicação de TSP a lanço e incorporado e do FNR em área total ou no sulco de sementeira, os dados apresentaram resposta ao ajuste quadrático com incremento na dose de P_2O_5 .

Com relação à adubação fosfatada realizada no sulco de sementeira, o fosfato natural reativo de Arad apresentou menor produção de grãos que o TSP. No entanto, observou-se interação das fontes em função do modo de aplicação de P_2O_5 (Tabela 1). Igualmente, Resende et al. (2006b), avaliando três cultivos consecutivos de milho, não observaram diferença na produção de grãos entre os métodos de aplicações de FNR.

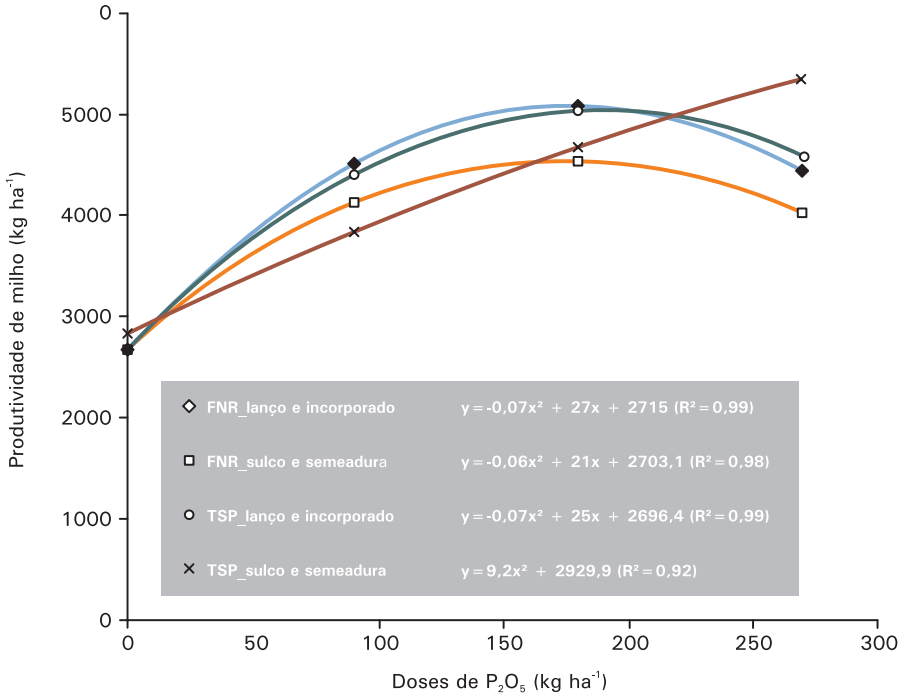


Figura 1. Produtividade do milho em função de doses de fósforo (P) aplicadas como superfosfato triplo (TSP) ou fosfato natural reativo de Arad (FNR), a lanço em área total e incorporado ou no sulco de semeadura, na região do Oeste Paraense.

No entanto, na avaliação do P_2O_5 aplicado na área total com incorporação não se observou diferença na produção (Tabela1).

Com relação ao TSP, não foi observada diferença na produção de milho entre as aplicações a lanço em área total e no sulco, enquanto para o FNR houve maior resposta em produção de grãos de milho para a aplicação a lanço e incorporada (Tabela 1).

Tabela 1. Produtividade de grãos (kg ha^{-1}) em função de fontes e método de aplicação de fósforo na forma de P_2O_5 na cultura do milho.

Método de aplicação da fonte de P_2O_5	Produtividade de grãos	
	TSP	FNR
	kg ha^{-1}	
A lança e incorporado ao solo	4.657,7 Aa	4.682,5 Aa
Sulco de semeadura	4.662,6 Aa	4.226,1 Bb

TSP: superfosfato triplo; FNR: fosfato natural reativo de Arad. Médias seguidas de letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

As produtividades máximas obtidas, de aproximadamente 5 mil kg ha^{-1} (Figura 1), nesse estudo são condizentes com aquelas obtidas pelos produtores rurais nas condições regionais de clima e solo onde foi desenvolvido o experimento. Observou-se também que as produtividades máximas foram obtidas com doses de P_2O_5 superiores a 150 $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ (Figura 1), que são maiores que a dose máxima de 90 $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ recomendada por Cravo et al. (2010) para atingir produtividades de 3,0 a 6,0 t ha^{-1} .

Conclusões

O milho cultivado no Oeste Paraense responde à adubação fosfatada, independente da fonte de P e do método de aplicação do fertilizante fosfatado.

A produtividade de milho é superior com a aplicação de TSP em comparação ao FNR, quando a aplicação de P_2O_5 é localizada no sulco de semeadura.

A aplicação de FNR resultou em maior produtividade de milho quando essa fonte de P_2O_5 foi aplicada a lanço e incorporada ao solo, em relação à sua aplicação no sulco de semeadura.

Agradecimento

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio financeiro (CNPq - projeto 575027/2008-8).

Referências

CARNEIRO, L. F.; FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V.de; CURI, N.; SANTOS, J. Z. L.; LAGO, F. J. do. Fontes, doses, e modos de aplicação de fósforo na interação fósforo-zinco em milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n.4, p. 1133-1141, 2008.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPq, 1997. 212 p. il. (EMBRAPA-CNPq. Documentos, 1).

COELHO, A. M.; ALVES, V. M. C. Adubação fosfatada na cultura do milho. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba, Potafos, 2004. p.243-283.

CONAB. **Série histórica** : milho. Disponível em: < www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/MilhoTotalSerieHist.xls >. Acesso em: 05 maio 2011.

CRAVO, M. da S.; SILVEIRA FILHO, A.; RODRIGUES, J. E. L.; VELOSO, C. A. C. Milho. In: CRAVO, M. da S.; VIÉGAS, I. de J. M.; BRASIL, E. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. 262 p. p. 153-155.

KORNDÖRFER, G. H.; LARA-CABEZAS, W. A.; HOROWITZ, N. Eficiência agronômica de fosfatos naturais reativos na cultura do milho. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 2, p. 391-396, 1999.

RESENDE, A. V. de; FURTINI NETO, A. E.; ALVES, V. M. C; MUNIZ, J. A.; CURI, N.; FAQUIN, V., KIMPARA, D. I.; SANTOS, J. Z. L.; CARNEIRO, L. F. Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da região do Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 3, p. 453-466, 2006a.

RESENDE, A. V. de; FURTINI NETO, A. E.; ALVES, V. M. C; MUNIZ, J. A.; CURI, N.; LAGO, F. J. do. Resposta do milho a fontes e modos de aplicação de fósforo durante três cultivos sucessivos em solo da região do cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n.2, p. 458-466, 2006b.

SOUSA, D. M. G. de; REIN, T. A.; GOEDERT, W. J.; NUNES, R. de S. Fósforo. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (Ed.). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**. Piracicaba: IPNI, 2010. v.2, p.67-134.

VIEGAS, G. P.; CATANI, R. A. Adubação do milho. III - Adubação mineral quantitativa. **Bragantia**, v. 14, único, p. 149-170, 1955.

Embrapa

Amazônia Oriental

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

G O V E R N O F E D E R A L
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

CGPE 10259