



## Produção de grãos pelo milho em função da aplicação de doses e fontes de fósforo em Latossolo Amarelo Distrófico no Oeste Paraense

**Carlos Alberto Costa Veloso<sup>(1)</sup>; Arystides Resende Silva<sup>(1)</sup>; Eduardo Jorge Maklouf Carvalho<sup>(1)</sup>; Agust Sales<sup>(2)</sup>; Carla Topázio Gomes das Chagas<sup>(3)</sup>**

<sup>(1)</sup> Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n, Bairro Marco, Caixa Postal, 48, CEP 66095-100 Belém (PA). E-mail: [carlos.veloso@embrapa.br](mailto:carlos.veloso@embrapa.br); <sup>(2)</sup> Estudante de Graduação em Floresta - Universidade do Estado do Pará, Rodovia PA-125, s/n, Bairro Angelim, CEP 68625-000, Paragominas (PA). E-mail: [agustsales@hotmail.com](mailto:agustsales@hotmail.com); <sup>(3)</sup> Estudante de Graduação em Agronomia - Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Paragominas, Caixa Postal 284, Paragominas, PA, CEP: 68628-451.

**RESUMO:** No Estado do Pará, a maioria dos solos onde se cultiva milho, o fósforo é um dos nutrientes que mais limita a produtividade dessa cultura. Objetivou-se avaliar a resposta do milho, cultivado em Latossolo Amarelo distrófico em sistema de plantio direto na região do Oeste Paraense, a doses de fertilizantes fosfatados. O experimento foi conduzido no campo, em Latossolo Amarelo distrófico textura muito argilosa, no município de Belterra, Pará, seguindo o delineamento em blocos ao acaso com três repetições, em esquema fatorial 3x5, correspondendo a três fontes de adubos fosfatados, sendo superfosfato simples, superfosfato triplo e fosfato natural reativo de Bayóvar e cinco doses de P (0, 80, 160, 240 e 320 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). O milho foi colhido aos 120 dias após o plantio para avaliação da produtividade de grãos. A avaliação dos resultados foi verificada que a aplicação da adubação fosfatada no sulco de plantio, promoveu aumento na produtividade de grãos com a aplicação de SFT em comparação ao SFS e Bayóvar. Os maiores teores de nutrientes na folha do milho foram obtidos nos tratamentos com SFT em relação ao SFS e Bayóvar. A cultura do milho respondeu em produtividade à adubação fosfatada, independentemente da fonte de P e do método de aplicação do fertilizante. A dose mais adequada para as fontes de adubos fosfatados foi 160 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

**Termos de indexação:** Zea mays, fertilizante, adubação fosfatada.

### INTRODUÇÃO

O milho é um dos componentes agrícola mais cultivado no mundo. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial com 7,5% de participação, ficando atrás apenas da China e Estados Unidos (Embrapa, 2013). A produção do milho se destaca no Brasil como o segundo cereal mais cultivado, estima-se 15,2 milhões de hectares e 78,9 milhões de toneladas de produção e produtividade média de 5,2 t.ha<sup>-1</sup> (Conab, 2015). Possui grande importância na formação da renda agrícola, é matéria prima na

indústria e devido a sua composição nutricional contribui na alimentação humana e animal entrando como componente básico (Santos et al., 2010).

No Estado do Pará, a maioria dos solos, com predominância de Latossolos e Argissolos, onde se cultiva milho, o P é um dos nutrientes que mais limita a produtividade dessa cultura. As exigências do milho em fósforo são em quantidades bem menores, quando comparadas às de nitrogênio e potássio, porém normalmente são recomendadas doses mais altas, em razão da baixa eficiência de aproveitamento desse nutriente pelas plantas, decorrente da alta capacidade de adsorção do fósforo adicionado ao solo, diminuindo sua disponibilidade às culturas (Bastos et al., 2010).

Associando-se isso aos fatores externos à lavoura, como a alta nos preços dos fertilizantes visto nos últimos anos (Anda, 2014), bem como as estimativas de duração das reservas de rochas fosfáticas no mundo (Usgs, 2014), conclui-se que a busca por sistemas de produção e manejo da adubação fosfatada que permitam maior eficiência de uso do fósforo do fertilizante aplicado ao solo torna-se necessário para sobrevivência econômica da lavoura.

Acredita-se que o adequado estudo da eficiência de uso do fósforo de fertilizantes fosfatados envolve a avaliação do balanço entre entradas e saídas de fósforo no sistema, em função da fonte e modo de aplicação do fertilizante e do sistema de manejo do solo.

Na literatura são raros os estudos, com a cultura do milho, relacionados à adubação fosfatada na região do oeste paraense. Sendo assim, o objetivo deste trabalho avaliar a resposta do milho, cultivado em Latossolo Amarelo distrófico em sistema de plantio direto na região do Oeste Paraense, a doses de fertilizantes fosfatados.

### 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, a uma altitude de 152 metros a 2°38'11" S



de latitude e 54°56'13" W de longitude, o clima é classificado como Am, segundo classificação de Koppen, precipitação média em torno de 1743 mm, o solo é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico textura muito argilosa (Embrapa, 2006).

O solo apresentou as seguintes características químicas na profundidade de 0-20 cm: pH (H<sub>2</sub>O) = 5,3; MO = 24,5 g.kg<sup>-1</sup>; P = 1,2 mg.dm<sup>-3</sup> (Mehlich<sup>-1</sup>); K = 23 mg.dm<sup>-3</sup>; Ca = 3,0 cmolc.dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,65 cmolc.dm<sup>-3</sup>; Al = 0,3 cmolc.dm<sup>-3</sup>; H + Al = 4,79 cmolc.dm<sup>-3</sup> e CTC = 8,50 cmolc.dm<sup>-3</sup>. O solo também apresentou 27 g.kg<sup>-1</sup> de areia grossa, 12 g.kg<sup>-1</sup> de areia fina, 261 g.kg<sup>-1</sup> de silte e 700 g.kg<sup>-1</sup> de argila (Embrapa, 1997).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial 3x5, correspondendo a três fontes de adubos fosfatados, sendo superfosfato simples (SS, 18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), superfosfato triplo (ST, 42% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e fosfato natural reativo de Bayóvar (BAY, 29% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e cinco doses de P (0, 80, 160, 240 e 320 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), calculadas com base nos teores de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 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 que metade da dose de calcário foi 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 e no sulco de semeadura. Todas as parcelas receberam o equivalente a 90 kg.ha<sup>-1</sup> de N e 100 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O 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 semeadura e o restante 2/3 em cobertura nas entrelinhas, juntamente com a segunda aplicação do nitrogênio.

Com relação a cultivar de milho, utilizou-se o híbrido BRS 1030, sendo efetuada a semeadura 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 semeadura, realizou-se a colheita do milho, obtendo-se estande de plantas e produtividade, com umidade de grãos a 13% de umidade.

A amostragem de folhas foi efetuada na época da inflorescência feminina, foi coletada a folha oposta e abaixo da espiga, retirando-se o terço central (30 cm). As análises químicas de macro e

micronutrientes foram realizadas segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1989).

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 fosforo foram submetidas à análise de regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados permitem inferir que dentre os adubos fosfatados aplicados na cultura do milho, o superfosfato triplo proporcionou maior produção de grãos, em relação ao superfosfato simples fosfato natural reativo Bayóvar, independentemente da dose aplicada e da forma de aplicação (Figura 1). Isso provavelmente se deve à maior solubilidade do superfosfato.

O superfosfato fosfato triplo nas doses 160 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, apresentou melhores resultados na produção de grãos de milho, em comparação ao superfosfato simples e o fosfato natural reativo Bayóvar, sendo que a dose mais adequada para as fontes de adubos fosfatados foi 160 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Tabela 1).

Com relação à produção de milho, independentemente da dose de fósforo, os tratamentos que receberam a aplicação de superfosfato triplo apresentaram maior produção, do que os tratamentos com superfosfato simples e o fosfato natural reativo Bayóvar (Tabela 1). O que pode estar ligado ao caráter menos reativo desse último fertilizante, em decorrência da baixa solubilização no período de condução do experimento e, em consequência, menor absorção de fósforo, já esse adubo precisa de um maior tempo para solubilizar.

As produções de grãos foram influenciadas pela interação forma de aplicação e fonte do fertilizante fosfatado (Tabela 2). Para essas variáveis, o superfosfato triplo apresentou maiores produtividades de milho, quando aplicado em linha ou em fundação, na correção do solo.

Observou-se também que as produtividades máximas foram obtidas com doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> superiores a 160 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (Tabela 1), que são maiores que a dose máxima de 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> recomendada por Cravo et al. (2010) para atingir produtividades de 3.000 a 6.000 kg.ha<sup>-1</sup>, refletindo maior produtividade de grãos.

As produtividades máximas obtidas nesse estudo (Tabela 1) são condizentes às obtidas pelos produtores rurais nas condições regionais de clima e solo onde foi desenvolvido o experimento, corroborando com os resultados obtidos por Lana et al. (2014).



Coelho et al. (2012), avaliando a produtividade do milho cultivado em função de diferentes doses de fósforo no Nordeste Paraense, obteve produtividade de grãos na maior dosagem aplicada (180 kg.ha<sup>-1</sup>).

Para a produção de grãos, os tratamentos que receberam a adubação em fundação foram superiores aos adubados em linha, para ambas as fontes de fósforo (Tabela 2). Esse resultado mostra que devido à adubação em fundação ter promovido uma melhor distribuição do fósforo e consequentemente das raízes no perfil do solo, aumentando a absorção não só do fósforo como de outros nutrientes. À medida que aumenta a proporção de solo fertilizado com fósforo, a absorção total aumenta porque um maior volume de raízes entrou em contato com o fósforo fertilizante.

A produção de grãos obtida com a adubação do fosfato natural reativo Bayóvar foi maior quando a aplicação foi realizada a lanço em fundação, do que quando aplicada na linha de plantio. Entretanto, não houve diferença significativa entre a forma de aplicação, quando utilizou-se o superfosfato simples (Tabela 2).

Em termos nutricionais, observou-se que os tratamentos que receberam aplicação de SFT, SFS apresentaram os maiores teores de P, Ca e Mn na folha do milho, do que nos tratamentos com Bayóvar (Tabela 2).

## CONCLUSÕES

A aplicação da adubação fosfatada no sulco de plantio, promoveu aumento na produtividade de grãos com a aplicação de SFT em comparação ao SFS e Bayóvar.

Os maiores teores de nutrientes na folha do milho foram obtidos nos tratamentos com SFT em relação ao SFS e Bayóvar.

O milho responde à adubação fosfatada, independentemente da fonte de P e do modo de aplicação. A dose mais adequada para as fontes de adubos fosfatados foi 160 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS (ANDA). Principais indicadores do setor de fertilizantes. São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.anda.org.br/index.php?mpg=03.01.00&ver=po>. Acesso em: 31 de março de 2014.

BASTOS, A. L.; COSTA, J. P. V.; SILVA, I. F. et al. Resposta do milho a doses de fósforo. Revista Brasileira

de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.14, n.5, p.485–491, 2010.

COELHO, C. C. R.; COUTINHO, P. W. R.; CONCEIÇÃO, A. G. C.; BEZERRA, M. G. Á.; LIMA, S. V.; PINHEIRO, G. F. C.; LIMA, J. V.; SALDANHA, E. C. M. Resposta do milho à adubação fosfatada no Nordeste do Pará. In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. Anais. Águas de Lindóia, 2012. p. 1399-1405.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). Monitoramento Agrícola - Cultivos de Verão e de 2ª safra – SAFRA 2014/15. 2015. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>>> Acesso em: 05 abr. 2015.

CRAVO, M. S.; SILVEIRA FILHO, A.; RODRIGUES, J. E. L.; VELOSO, C. A. C. Milho. In: CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C. Manual de Recomendação de Adubação para o Estado do Pará, p. 153-155, 2010.

EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. Reunião Técnica Anual de Milho (58: 2013: Pelotas, RS). LVIII Reunião Técnica Anual de Milho e XLI Reunião Técnica Anual de Sorgo: indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul safras 2013/2014 e 2014/2015 / editores técnicos, Beatriz Marti Emygdio, Ana Paula Schneid Afonso da Rosa e Mauro César Celaro Teixeira. – Brasília, DF: Embrapa, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Manual de métodos de análises do solo. Centro Nacional de pesquisa em solos. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 2º ed. 212 p. 1997.

LANA, M. C.; RAMPIM, L.; VARGAS, G. Adubação fosfatada no milho com fertilizante organomineral em Latossolo Vermelho Eutroférico. Global Scientia and Technology. Rio Verde, v. 07, n. 01, p. 26 – 36, jan/abr. 2014.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS. 201p. 1989.

SANTOS, R. D. Características agrônômicas de variedades de milho para produção de silagem. Acta Scientiarum. Animal Sciences, v. 32, n. 4, p. 367-373, 2010.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY - USGS. Mineral commodity summaries. Reston: USGS, 196p. 2014.

**Tabela 1.** Efeito de diferentes fontes e doses de adubos fosfatados na produção de grãos de milho (kg/ha).

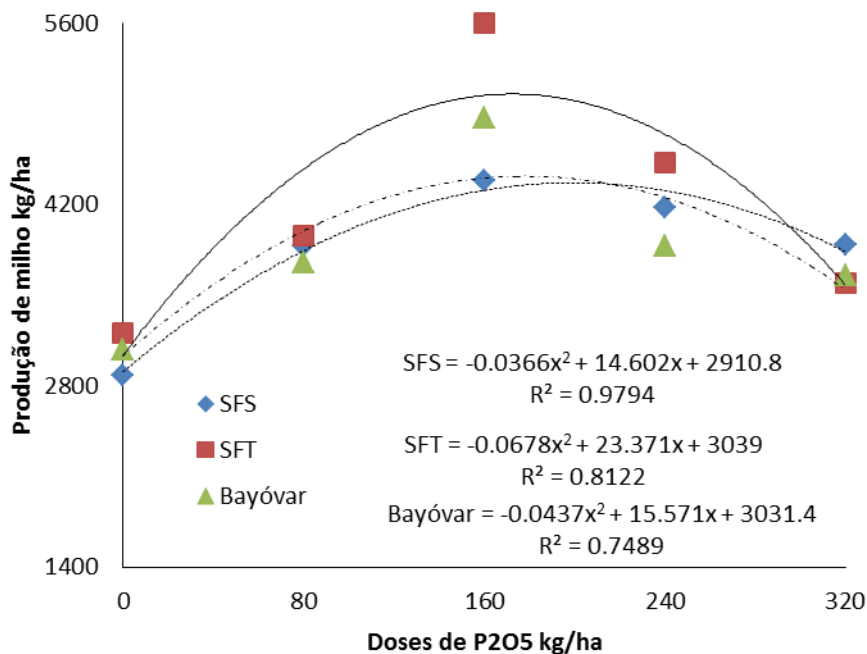
Fontes de P	Doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	80	160	240	320
SFS	(1) 3.077aC	3.754 aB	4.865 bA	3.884 aB	3.650 aB
SFT	3.204 aC	3.960 aB	5.598 aA	4.519 aB	3.597 aB
Bayóvar	2.880 aC	3.883 aB	4.380 cA	4.176 aA	3.890 aB

(1) Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não apresentam diferença significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey

**Tabela 2.** Efeito de Fontes de adubação fosfatada nos teores de P, Ca e Mn na folha do milho na inflorescência.

Fontes de P	Teores de nutrientes na folha		
	P	Ca	Mn
	..... g kg <sup>-1</sup> .....		..... mg g <sup>-1</sup> .....
SFS	(1) 2,04 A	7,15 A	29,35 A
SFT	2,55 A	8,75 A	32,45 A
Bayóvar	1,96 B	6,35 B	22,60 B

(1) Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas não apresentam diferença significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey



**Figura1.** Efeito de doses e fontes de fósforo na produção do milho.