



## Eficiência agrônômica de termofosfato de alumínio obtido a partir da mistura de fosfato de alumínio e escória de siderurgia <sup>(1)</sup>.

Edilson Carvalho Brasil <sup>(2)</sup>; Efraim Cekinski <sup>(3)</sup>; Dayane Gomes dos Santos <sup>(4)</sup>; Rubia Carla Ribeiro Dantas <sup>(5)</sup>; Letícia Cunha da Hungria <sup>(5)</sup>.

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos financeiros da Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas do Pará, Edital Fapespa/Vale. <sup>(2)</sup> Pesquisador; Embrapa Amazônia Oriental; Belém, PA; edilson.brasil@embrapa.br; <sup>(3)</sup> Professor; Instituto de Pesquisa Tecnológico de São Paulo, <sup>(4)</sup> Engenheira Agrônoma, bolsista DTI; Embrapa Amazônia Oriental; Belém, PA. <sup>(5)</sup> Graduanda do curso de Agronomia; Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA; Belém, PA.

**RESUMO:** O aproveitamento de fontes fosfatadas locais representa uma alternativa interessante para regiões longe dos centros produtores de fertilizantes fosfatados. Apesar de bons resultados, em termos de solubilidade, de um termofosfato obtido a partir da mistura de rocha fosfatada de alumínio originária do nordeste paraense e escória de siderurgia, não há informações a respeito da sua eficiência agrônômica ao nível de campo. Visando avaliar a eficiência agrônômica do termofosfato de alumínio, como fonte de P, um experimento foi conduzido em um Latossolo Amarelo distrófico, textura muito argilosa, em Paragominas-PA. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições em arranjo fatorial de 3x4 correspondendo a três fontes de P (Bayóvar, Superfosfato triplo-SFT, termofosfato de alumínio) e quatro doses de P (0, 50, 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Independentemente da dose aplicada, o maior crescimento em altura de planta foi obtido com aplicação de SFT. Dentre as fontes não solúveis avaliadas, o Bayóvar obteve melhores resultados em relação ao termofosfato de alumínio. A altura das plantas de milho apresentou um comportamento linear em resposta à aplicação de doses crescentes de fósforo. Nas menores doses de P, o Bayóvar apresentou maior IEA, em relação ao termofosfato de alumínio. No entanto, na maior dose aplicada, o termofosfato de alumínio apresentou índice semelhante ao Bayóvar.

**Termos de indexação:** fósforo, termofosfato de alumínio, eficiência agrônômica.

### INTRODUÇÃO

As limitações de caráter químico em solos do estado do Pará são muito expressivas, em que 90% das terras possuem deficiência de fósforo (P), uma vez que há predominância de solos envelhecidos e intemperizados, normalmente com baixos teores desse nutriente, requerendo, portanto, o suprimento de fertilizantes fosfatados (Gama et al. 2010).

A escolha da fonte de P está relacionada, tanto à eficiência do fertilizante em suprir as necessidades

das plantas, quanto ao custo do produto. Os fosfatos solúveis são os mais utilizados e têm apresentado bons resultados, embora possuam custo mais elevado, em relação às fontes reativas. Para contornar essa questão, vem sendo proposto o uso de fontes alternativas de fósforo, como os fosfatos parcialmente acidulados, os fosfatos de fusão (termofosfatos) e os fosfatos naturais (Goedert et al., 1990; Kliemann & Lima, 2001). Assim, o aproveitamento de fontes fosfatadas locais representa uma alternativa interessante para regiões longe dos centros produtores de fertilizantes fosfatados.

Neste contexto, no Nordeste do Pará e no Noroeste do Maranhão há ocorrência de diversos jazimentos de fosfato de alumínio de origem intempérico, associados à cobertura latériticas (Oliveira & Costa, 1984). Embora, a ocorrência dessas rochas seja conhecida desde a década de 60, não foram exploradas comercialmente até o momento, em decorrência de problemas ligados principalmente, a alta estabilidade química estrutural que impede sua utilização direta na agricultura, pela baixa disponibilidade de fósforo às plantas. O processo de calcinação permite a utilização desse fosfato de alumínio (Guardani, 1987), cuja tecnologia além de ser bastante simples, permitiria o fornecimento de fertilizante fosfatado a essa região sem custos elevados de frete que atualmente oneram substancialmente o preço final desses produtos.

Vários estudos apontam a viabilidade técnica da utilização de termofosfatos, principalmente em solos que apresentam condições adversas ao emprego dos fertilizantes tradicionais (Yasuda, 1989; Morelli et al., 1991; Nunes, 1993). Souza Cruz et al. (1986) realizaram testes da eficiência agrônômica com fertilizante produzido a partir dos fosfatos aluminosos de depósitos do Maranhão e Pará, calcinados em fornos tipo mufla e obtiveram resultados satisfatórios, com rendimento superior ao do fertilizante produzido com fosfato de Araxá e em alguns casos próximo ao fosfato padrão.

Brasil et al. (2014) produziram ao nível de bancada um termofosfato a partir da mistura de rocha fosfatada de alumínio originária do nordeste



paraense e escória de siderurgia, que apresentou bons resultados em termos de solubilidade. Apesar desses resultados, não há informações a respeito da eficiência agrônômica desse termofertilizante ao nível de campo, para consolidar a sua possibilidade de utilização como insumo agropecuário.

O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência agrônômica em condições de campo, de um termofosfato de alumínio em Latossolo Amarelo distrófico representativo do nordeste paraense.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, no município de Paragominas (PA), em um Latossolo Amarelo distrófico, textura muito argilosa, com os seguintes atributos químicos na camada superficial (0-20 cm): pH (H<sub>2</sub>O) igual a 5,7; matéria orgânica igual a 18,49 g kg<sup>-1</sup>; P e K (Mehlich 1) iguais a 2 e 100 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente; Ca, Ca+Mg, Al e CTC iguais a 3,6; 4,9; 0,1 e 9,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente (Embrapa, 1997).

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições em arranjo fatorial de 3x4, correspondendo a três fontes de P (Bayóvar, superfosfato triplo (SFT), termofosfato de alumínio), quatro níveis de P (0, 50, 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). O termofosfato de alumínio utilizado foi obtido por processo de produção em bancada, envolvendo testes de calcinação de rocha originária do nordeste paraense, em mistura com escória de siderurgia, para a obtenção do termofosfato, o qual foi aplicado à lanço em fundação.

Foi realizada a correção da acidez do solo por meio da aplicação de calcário dolomítico em quantidade suficiente para elevar a saturação por bases para 60%.

Como planta teste foi utilizada a cultura do milho, procedendo-se a semeadura em parcelas contendo seis linhas de três metros de comprimento, espaçadas de 50 cm nas entrelinhas e com três sementes por metro linear. Todas as parcelas receberam adubação complementar com N, K e micronutrientes.

A avaliação da eficiência dos fertilizantes fosfatados foi realizada utilizando-se o índice de eficiência agrônômica – IEA (Goedert et al., 1986), considerando-se a relação percentual entre as alturas obtidas pelas fontes de P a serem testadas e as do tratamento sem adubação fosfatada, calculada pela fórmula: IEA (%) = [(Y2 – Y1) / (Y3 – Y1)] x 100.

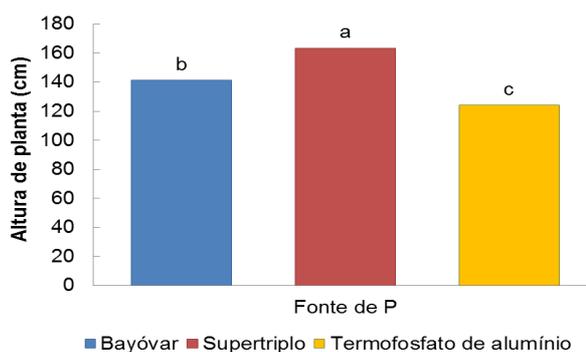
Os resultados dos tratamentos foram submetidos

à análise de variância (teste F) e a resposta das doses de fósforo foi avaliada por meio de análise de regressão, enquanto que as fontes foram comparadas, pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

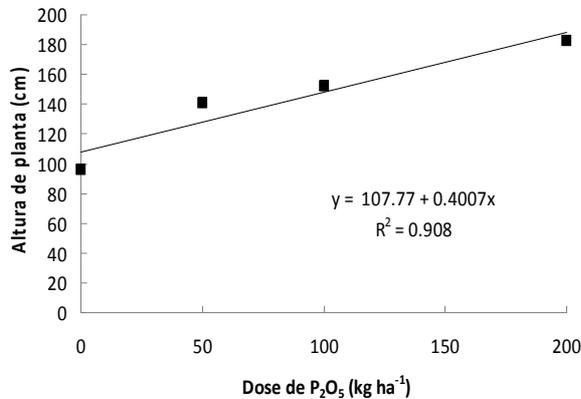
De acordo com a análise de variância, os resultados de altura de plantas de milho foram influenciados significativamente pelas fontes e doses de P, isoladamente. Independentemente da dose aplicada, o maior crescimento em altura de planta foi obtido com aplicação de superfosfato triplo (Figura 1). Segundo Nascimento et al. (2014) tais resultados são decorrentes da diferença de solubilidade das fontes de testadas, já que o superfosfato triplo possui alta solubilidade e elevada capacidade para liberar fósforo ao solo. No entanto, essas características não podem ser atribuídas aos fosfatos naturais, que são fontes de baixa solubilidade.

Dentre as fontes pouco solúveis avaliadas, o Bayóvar obteve melhores resultados em relação ao termofosfato de alumínio. Em um estudo realizado no mesmo tipo de solo, Dantas et al. (2014) obtiveram resultados semelhantes com a utilização de um termofosfato produzido com a mesma rocha fosfatada alumínica, porém calcinado a 900°C.



**Figura 1** - Altura de plantas de milho (cm) em resposta à aplicação de fontes de P em Latossolo Amarelo distrófico, no município de Paragominas-PA. Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

As plantas de milho apresentaram um crescimento linear, em resposta à aplicação de doses crescentes de P, independentemente da fonte utilizada (Figura 2), Tiritan et al. (2010) obtiveram resultado semelhante em que a altura do milho aumentou em função das doses de P, independente do adubo fosfatado utilizado.



**Figura 2** – Altura de plantas de milho (cm) em resposta a diferentes doses de P em Latossolo Amarelo distrófico, no município de Paragominas-PA.

Os Índices de eficiência agrônômica (IEA) dos fosfatos, obtidos a partir da altura de plantas variaram em função das fontes utilizadas e doses de P. Todas as fontes apresentaram IEA inferiores ao fosfato padrão (SFT), independentemente da dose aplicada. Nas menores doses de P (50 Kg ha<sup>-1</sup> e 100 Kg ha<sup>-1</sup>), o Bayóvar apresentou maior IEA, em relação ao termofosfato de alumínio. No entanto, na maior dose aplicada (200 kg ha<sup>-1</sup>), o termofosfato de alumínio apresentou índice semelhante ao Bayóvar, indicando o potencial de utilização do termofosfato na cultura do milho, quando aplicado em doses mais elevadas.

**Tabela 1** – Índice de eficiência agrônômica de fosfatos aplicados em três doses de P, em um Latossolo Amarelo distrófico, no município de Paragominas-PA.

Dose P kg/ha P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Índice Eficiência Agrônômica (%)	
	Bayóvar	Termofosfato Alumínio
50	25	20
100	54	35
200	71	66

## CONCLUSÕES

O incremento de doses de fósforo aumenta a altura de plantas de milho, independentemente da fonte de P.

Nas menores doses de P, o Bayóvar apresenta maior eficiência agrônômica, do que o termofosfato de alumínio. No entanto, na maior dose o

termofosfato de alumínio apresentou eficiência semelhante ao Bayóvar, indicando o potencial de utilização do termofosfato.

## REFERÊNCIAS

BRASIL, C.B.; CEKINSKI, E.; FREDERICCI, C.; COSTA M.L.; HUNGRIA, L.C.; DANTAS, R.C.R. Thermophosphates obtained of the combination of aluminum phosphate and slag. 16th World Fertilizer Congress of CIEC, Rio de Janeiro, 2014.

DANTAS, R.C.R.; BRASIL, C.B.; HUNGRIA, L.C.; Índices de saturação por bases do solo na eficiência de fosfatos reativos associada à produção de milho. FERTBIO 2014, Minas Gerais, 2014.

GAMA, J.R.N.F.; CARVALHO, E.J.M.; RODRIGUES, T.E.; VALENTE, M.A. Solos do estado do Pará. In: CRAVO, M. da S.; VIÉGAS, I.J.M.; BRASIL, E.C. Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Pará. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010, p.19-30.

GUARDANI, R. Transformação térmica e solubilidade de fosfatos de alumínio dos estados do Pará e Maranhão. Fertilizantes, v. 9, p.6-10, 1987.

GOEDERT, W.J.; REIN, T.A.; SOUSA, D.M.G. Eficiência agrônômica de fosfatos naturais, fosfatos parcialmente acidulados e termofosfatos em solos de Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 25 (4): 521-530 1990.

GOEDERT, W. J; REIN, T. A.; SOUSA, D. M. G. Eficiência agrônômica de fertilizantes fosfatados não tradicionais: (Documentos, 24). Brasília: EMBRAPACAPAC, 1986. 21 p.

KLIEMANN, H.J.; LIMA, D.V. Eficiência agrônômica de fosfatos naturais e sua influência no fósforo disponível em dois solos de cerrado. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 31, n. 2, p. 111-119, 2001.

MORELLI, J.L.; NELLI, E.J.; BAPTISTELLA J.R & DEMATÉ, J.L.I. Termofosfato na produtividade da cana-de-açúcar e nas propriedades químicas de um solo arenoso de baixa fertilidade. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 15:57-51, 1991.

NASCIMENTO, B.L.M.; LIMA, I.M.A.; IWATA, B.F.; AQUINO, B.F. Altura e diâmetro do milho cultivado em função de diferentes doses de fertilizantes fosfatados. Scientia Plena, Fortaleza, v.10, 2014.

NUNES, M.R. Eficiência de cinco fosfatos aplicados a lanço e no sulco de plantio, em solo de cerrado. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 24, 1993. Goiânia resumos. Goiânia, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 1993. P. 213-214.



OLIVEIRA, N.P.; COSTA, M.L. Os fosfatos aluminosos do Pará e do Maranhão: estágio atual de conhecimentos e estratégia para o aproveitamento econômico. *Ciência da Terra*, n.10, p.16-19, 1984.

SOUZA CRUZ, E.W.A. et al. Eficiência agronômica de fosfatos naturais da Amazônia Oriental. SIMPOSIO DO TRÓPICO UMIDO, I, Belém, 1984. Anais do...Belém: Embrapa-CPATU, 1986, v. 1, p. 224-235.

TIRITAN, C. S. et al. Produção de Matéria seca de milho em função da adubação fosfatada mineral e organomineral. *Colloquium Agrarian, Presidente Prudente*, v. 6, n. 1, p. 01-07, Jan. /jun. 2010.

YASUDA, M. Comportamento de fosfatos silicatados em solo do cerrado. Piracicaba, 1989. 62p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1989.

**XXXV Congresso  
Brasileiro de  
Ciência do Solo**

CENTRO DE CONVENÇÕES - NATAL / RN



**O SOLO E SUAS  
MÚLTIPLAS FUNÇÕES**  
02 a 07 DE AGOSTO DE 2015