

## Efeito de Fontes de Fertilizantes Fosfatados na Soqueira da Cana de açúcar na Região de Jaú - SP<sup>(1)</sup>.

**Elvio Brasil Pinotti<sup>(2)</sup>; Leandro José Grava de Godoy<sup>(3)</sup>; Daniel de Almeida Marques<sup>(4)</sup>; Sílvia Sakata<sup>(4)</sup>; Murilo Bassan<sup>(5)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho realizado com recursos da empresa Multifós Fosfatados.

<sup>(2)</sup> Professor Associado I; Fatec "Sunji Nishimura" – Pompeia – SP; elvio.pinotti@fatec.sp.gov.br; <sup>(3)</sup> Professor Assistente Doutor, Universidade Estadual Paulista Campus Experimental Registro, Registro, SP; legodoy@registro.unesp.br <sup>(3)</sup>; <sup>(4)</sup> Estudante; Fatec "Shunji Nishimura" – Pompeia – SP d.almeida@hotmail.com; s.sakata@hotmail.com <sup>(4)</sup> Engenheiro Agrônomo da Cosan Jaú – SP, murilobassan@uol.com.br.

**RESUMO:** A produção brasileira de fertilizantes fosfatados atendem a 50% da necessidade e o restante é suprido principalmente pelo ácido fosfórico importado. A fosforita parcialmente acidulada com ácido fosfórico e sulfúrico é uma fonte alternativa nacional e de interesse. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar alguns efeitos e a eficiência da fosforita parcialmente acidulada (FPA), na forma granulada na soqueira da cana de açúcar comparado ao superfosfato simples (SS). O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso com seis repetições e cinco tratamentos: 1 – controle sem aplicação de P; 2 – aplicação de 100 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de SS; 3 - aplicação de 200 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de SS; 4 – aplicação de 100 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de FPA; 5 – aplicação de 200 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de FPA, na soqueira. A fosforita parcialmente acidulada na forma granulada apresentou maior eficiência agrônômica que o superfosfato simples, independentemente da dose utilizada para a soqueira de cana de açúcar em solo de textura média.

**Termos de indexação:** *Saccharum spp.*, fósforo, adubação.

### INTRODUÇÃO

A produção brasileira de fertilizantes fosfatados atende a necessidade de demanda na ordem de 50%, sendo que o rest é suprido através de importação. Neste caso os principais países produtores de rochas fosfáticas que exportam para o Brasil são Estados Unidos a Rússia e o Marrocos, sendo estes dois últimos os principais parceiros comerciais na importação. O consumo de rochas fosfáticas no Brasil em 2008 é de 8 milhões de t, com consume per capta de 41 Kg/hab/ano. Segundo o SMB (2008), as reservas de rochas fosfáticas são da ordem de 319 milhões de t de contenido em P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sendo os estados de Minas Gerais (67%), Goiás (14%) e São Paulo (6%) os principais em termos de distribuição espacial das reservas. Em São Paulo destacam-se as jazidas em Cajati e Registro, cuja rocha fosfática possui origem

metamórfica. A jazida de fosforita localizada no município de Registro (SP), é fonte de fabricação de fertilizante fosfatado pela acidulação parcial da rocha com ácido sulfúrico e fosfórico. Devido as perdas provocadas pela fixação deste nutriente, o mesmo adquire grande importância no cultivo da soqueira da cana de açúcar, principalmente pela exigência na rebrota.

Objetivou-se com este experimento avaliar os efeitos nos componentes de produção e eficiência agrônômica da fosforita parcialmente acidulada (FPA) na forma granulada comparada com o superfosfato simples (SS) no cultivo da soqueira da cana de açúcar.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no município de Jaú – SP, em lavoura de cana soca com quatro anos de idade no mês de março de 2011, sendo que as temperaturas e a precipitação, até o mês de julho de 2012, foram adequadas ao desenvolvimento vegetativo. Na **figura 1**, são apresentados os dados de temperatura média do ar e a precipitação média mensal respectivamente para o município de Araraquara – SP, onde está localizada a estação meteorológica mais próxima da área do experimento.

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distroférico típico, de acordo com a Embrapa (2006). Foram retiradas amostras de 0 a 0,2m de profundidade para fins de fertilidade cujas características foram: pH(CaCl<sub>2</sub>) de 5,1; 4 g dm<sup>-3</sup> MOS; 12 mg dm<sup>-3</sup> P(resina); 4,8 mg dm<sup>-3</sup> (Mehlich-1); 18,7 mg dm<sup>-3</sup> P remanescente; 5 mg dm<sup>-3</sup>; S 1,8; 20; 9; 0; 46 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K, Ca, Mg, Al e CTC, respectivamente e saturação por bases de 67%.

A colheita da cana anterior foi realizada sem a queima prévia da palhada. A cultivar utilizada neste experimento foi SP 83-2847, sendo esta de grande uso comercial na região.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos e seis repetições.

### Tratamentos e amostragens

Os tratamentos aplicados foram os seguintes: Tratamento 1 – controle sem aplicação de fertilizante fosfatado; Tratamento 2 – aplicação de 100 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de superfosfato simples (SS); Tratamento 3 – aplicação de 200 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de superfosfato simples (SS); Tratamento 4 - aplicação de 100 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de fosforita parcialmente acidulada (FPA); Tratamento 5 - aplicação de 200 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de fosforita parcialmente acidulada (FPA), ao lado da soqueira a uma distância de 0,15m. Foram utilizados os fertilizantes superfosfato simples granulado com 180 g kg<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (citrate neutro de amônio + água) e a fosforita parcialmente acidulada na forma granulada com 16 g kg<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (CNA + água), 281 g kg<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (total), 150 g kg<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Ca, 15 g kg<sup>-1</sup> Mg, 87 g kg<sup>-1</sup> S. A dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicada para ambos os fertilizantes foram baseadas no teor de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel em CNA + água.

Para a aplicação dos tratamentos os fertilizantes foram distribuídos em dois filetes contínuos nos dois lados de cada linha nas doses recomendadas de acordo com os tratamentos.

Cada parcela experimental foi alocada com quatro linhas de 25 m de comprimento, respeitando-se o espaçamento de 2 m entre as parcelas, totalizando 150 m<sup>2</sup> de área total. As avaliações foram realizadas nas duas linhas centrais com 75 m<sup>2</sup> de área útil.

O espaçamento entre linhas adotado na cultura foi de 1,5 m, sendo que posteriormente a adubação foram realizados os tratos culturais e as aplicações de herbicidas adequados ao manejo de plantas daninhas. Os herbicidas pré emergentes utilizados foram, o Diuron e a Hexazinona na dose de 2,5 kg ha<sup>-1</sup> de produto comercial, e para a aplicação em pós emergência foram utilizados 2,4D + Ametrina na dose de 1,0 l ha<sup>-1</sup> e 5 kg ha<sup>-1</sup> de produto comercial, respectivamente.

Foram coletados folhas segundo a metodologia de Raij et al. (1997) para a determinação do teor de P segundo a metodologia de Malavolta et al. (1997).

Doze meses após o corte realizou-se o corte das linhas centrais da parcela para a avaliação da produtividade. Os colmos foram pesados com auxílio de uma carregadora e uma balança aferida com precisão de 50g. da porção colhida foram amostrados dez colmos da área útil da parcela experimental para a determinação das variáveis tecnológicas.

As amostras foram enviadas ao laboratório de

análise tecnológica da Associcana, sediada no município de Jaú, onde foram determinados o teor de sólidos totais (Brix, %); a polarização do caldo (Pol%) e a porcentagem de fibra (% Fibra), pelo método de regressão linear com o peso do bolo úmido (PBU), e os açúcares totais (ART), segundo metodologia do SPCTS (Sistema de Pagamento de Cana de açúcar pelo Teor de Sacarose), descritas por Fernandes (2003).

Obteve-se a produtividade em tonelada de sacarose por hectare (TPH) a produtividade em tonelada de ATR (TATR) por meio do produto entre a produtividade de colmos (TCH) e a concentração de sacarose (POL, em Kg t<sup>-1</sup>) e a concentração de açúcares redutores totais (ART, Kg t<sup>-1</sup>).

A eficiência da fosforita parcialmente acidulada foi avaliada pelo Índice de Eficiência Agronômica (IEA), índice conhecido e utilizado para comparação entre as fontes de P, comparada a uma fonte padrão, como o superfosfato simples ou triplo. A expressão para cálculo do IEA é descrita segundo Goedert et al. (1986).

$$IEA, \% = (Y_2 - Y_1 / Y_3 - Y_1) \times 100$$

Sendo que, Y<sub>1</sub>: Produção de fitomassa seca (FS) obtida pelas plantas do tratamento na qual não houve aplicação de fósforo; Y<sub>2</sub>: Produção do FS obtida pelas plantas submetidas ao tratamento testado, Y<sub>3</sub>: Produção de FS obtida pelas plantas submetidas a fonte padrão (SS) na mesma dose aplicada.

A eficiência de uso do P (EUP) foi calculada dividindo-se a produtividade de colmos em kg, dividindo-se pela quantidade de P acumulada pelos colmos, também em kg.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste de F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 1 e 5% de probabilidade, (P<0,01 e P<0,05), utilizando-se o programa SisVar v. 5.3 (Ferreira, 2007).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto ao teor de P presente nas folhas, não houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que os valores apresentados estão em nível considerado adequado, segundo Raij et al. (1997), para a cultura da cana (**Tabela 1**).

Quanto ao parâmetro produtividade a FPA e o SS na dose 200 Kg ha<sup>-1</sup>, apresentaram as maiores



produtividades, diferindo dos tratamentos SS na dose 100 Kg ha<sup>-1</sup> e controle sem fertilizante fosfatado. No entanto o tratamento com a FPA na dose 100 Kg ha<sup>-1</sup>, não apresentou diferença estatística entre todos os outros dos tratamentos, o que favorece a sua recomendação de uso.

Quanto à exportação de P, os resultados obtidos foram superiores aos obtidos por Rosseto (2011). Ambos SS e FPA na dose 200 Kg ha<sup>-1</sup>, apresentaram maiores exportações que o SS na dose 100 Kg ha<sup>-1</sup> e controle. O tratamento com SS na dose 200 Kg ha<sup>-1</sup> não diferiu da FPA na dose 100 e 200 Kg ha<sup>-1</sup>. A exportação reflete o acúmulo do P nos colmos, podendo se inferir que a FPA em ambas as doses e o SS na dose 200 Kg ha<sup>-1</sup>, apresentaram maiores acúmulos o que pode ser justificado pela capacidade de fixação de P neste solo, bem como baixos teores apresentados no solo. O SS apresentou comportamento intermediário, não diferindo da FPA em ambas as doses e do SS na dose de 100 Kg ha<sup>-1</sup>.

O Índice de eficiência agrônômica da FPA foi acima de 1000% e acima de 100% respectivamente para a maior e menor dose, em relação ao SS. Para a maior dose de SS a eficiência Índice foi superior a menor dose em 256%. Tais resultados são reflexo da atuação dos fertilizantes mediante o potencial de fixação de P e do teor de P remanescente (18,7 mg dm<sup>-3</sup>) e textura média. Também este efeito pode ser atribuído a fração de P não solúvel em CNA + água (12 g kg<sup>-1</sup>), presente na FPA, que pode ter contribuído para a nutrição fosfatada da cana, permitindo uma disponibilização gradual de P durante o ciclo. O enxofre presente na FPA não contribuiu para maior eficiência visto que o S adicionado foi um pouco maior para o SS.

Quanto a eficiência de uso do P (EUP), a menor dose de P na forma de SS, apresentou maior eficiência de uso. Tal fato pode ser atribuído ao efeito de disponibilização de P mais rápido do SS, entretanto não houve vantagem no aumento da dose para as fontes estudadas neste tipo de solo.

Como observado por Santos et al. (2011), não houve diferença na POL e na ATR da cana, porém quando calculado o TPH e o TATRH, houve diferença, proporcionada pelas diferenças na produtividade (**Tabela 2**). O TPH para a FPA foi maior que o SS na dose de 100 kg ha<sup>-1</sup>, entretanto a FPA na dose de 100 kg ha<sup>-1</sup>, SS na dose 200 kg ha<sup>-1</sup> e controle não diferiram dos outros tratamentos.

O TATRH foi maior para a FPA e SS na dose 200 kg ha<sup>-1</sup> diferindo do SS dose 100 kg ha<sup>-1</sup> e controle, entretanto, a FPA na dose 100 kg ha<sup>-1</sup> não diferiu dos outros tratamentos.

## CONCLUSÕES

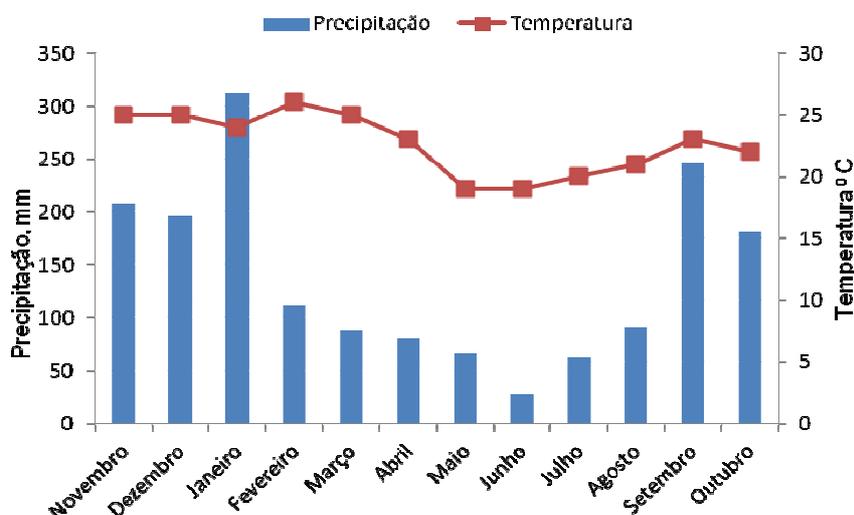
A fosforita parcialmente acidulada na forma granulada apresentou maior eficiência agrônômica que o superfosfato simples, independentemente da dose utilizada para a soqueira de cana de açúcar em solo de textura média.

## AGRADECIMENTOS

A empresa Multifós Fosfatados pelo auxílio financeiro na realização deste trabalho

## REFERÊNCIAS

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2<sup>a</sup> Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- FERNANDES, A. C. Cálculos na agroindústria da cana de açúcar. Piracicaba: STAB, 2003. 240p.
- GOEDERT, W. J.; SOUSA, D.M.G. & REIN, T.A. P. P. Princípios metodológicos para avaliação agrônômica de fontes de fósforo. Planaltina: Embrapa, 1986. 23p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 22), MINISTÉRIO DA FAZENDA – Secretaria de acompanhamento econômico. Panorama do mercado de fertilizantes. Disponível em: [http://www.seae.fazenda.gov.br/central\\_documentos/panoramassetoriais/i\\_fert\\_seae\\_2011\\_fertilizantesglauco.pdf/vi ewsearchterm=](http://www.seae.fazenda.gov.br/central_documentos/panoramassetoriais/i_fert_seae_2011_fertilizantesglauco.pdf/vi ewsearchterm=). Acesso em 17 de abril de 2013.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.
- RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/ Fundação IAC. 1997. 285p.;
- ROSSETO, R; CANTARELLA, H.; DIAS, F.L.F.; VITTI, A.C. & TAVARES, S. Cana de açúcar. In PROCHNOW, L. I; CASARIN, V. & STIPP, S. R. (Eds) Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: nutrientes. Piracicaba: IPNI, v.3, 2010. P. 162-230.
- SANTOS, D. H.; SILVA, M.A.; TIRITAN, C.S.; FOLONI, J.S.S. & ECHER, F.R. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental, v.15, n.15, p.443-449, 2011.



**Figura 1** - Temperatura média do ar e precipitação no município de Araraquara – SP, durante o período experimental (Jaú – SP, 2012).

**Tabela 1** - Médias e valor de F para as características, teor foliar de P, Produtividade de colmos, exportação de P, IEA, EUP do experimento de cana soca no município de Jaú – SP (2011/2012).

Tratamentos	Teor foliar de P g kg <sup>-1</sup>	Produtividade de colmos t ha <sup>-1</sup>	Exportação de P (Colmo) kg ha <sup>-1</sup>	IEA %	EUP kg kg <sup>-1</sup>
Controle sem fertilizante	1,80 a	92,7 b	29,3 c	-	3.163
Superfosfato simples 100 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>	1,78 a	92,2 b	32,5 bc	-	2.836
Superfosfato simples 200 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>	1,89 a	107,2 a	40,7 ab	356	2634
Fosforita parcialmente acidulada 100 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>	1,81 a	102,2 ab	43,8 a	453	2.333
Fosforita parcialmente acidulada 200 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>	1,89 a	107,8 a	45,1 a	1230	2390
F	1,73 ns	5,1 **	7,1 **	-	-
DMS	0,19	14,2	11,2	-	-
CV (%)	6,1	8,2	17	-	-

Médias seguidas pelas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1 e 5% de probabilidade. ns, não significativo, \* significativo a 5% de probabilidade, \*\* significativo a 1% de probabilidade. IEA – Índice de Eficiência Agrônômica com base na produtividade; EUP – eficiência de uso do fósforo

**Tabela 2** - Médias e valor de F para as características, POL, ATR, TPH, TATRH do experimento em cana soca em Jaú – SP (2011/2012).

Tratamentos	POL kg t <sup>-1</sup>	ATR kg t <sup>-1</sup>	TPH t ha <sup>-1</sup>	TATRH t ha <sup>-1</sup>
Controle sem fertilizante	16,7 a	133,8 a	1,6 ab	12,6 b
Superfosfato simples 100 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>	16,3 a	133,7 a	1,5 b	12,3 b
Superfosfato simples 200 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>	16,9 a	135,7 a	1,8 ab	14,7 a
Fosforita parcialmente acidulada 100 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>	16,8 a	136,5 a	1,7 ab	14,0 ab
Fosforita parcialmente acidulada 200 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>	17,1 a	139,2 a	1,9 a	15,0 a
F	0,56 ns	0,51 ns	4,1*	3,7*
DMS	1,71	13,4	0,32	2,6
CV (%)	5,9	5,7	10,9	11,1

Médias seguidas pelas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1 e 5% de probabilidade. ns, não significativo, \* significativo a 5% de probabilidade, \*\* significativo a 1% de probabilidade. TPH – toneladas de sacrose por hectare, TATRH – tonelada de açúcar recuperável por hectare.