



## Acúmulo de fósforo e produtividade na cana-planta cultivada sob fontes de fósforo associadas à torta de filtro

**Leonardo Correia Costa<sup>(1)</sup>; Ricardo de Lima Vasconcelos<sup>(2)</sup>; Cid Naudi Silva Campos<sup>(1)</sup>; Hilário Júnior de Almeida<sup>(3)</sup>; Leandro Rossato Moda<sup>(1)</sup>; Renato de Mello Prado<sup>(4)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Pós-graduando Programa Agronomia (Ciência do Solo), Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – UNESP - Câmpus de Jaboticabal, Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14.884-900 Jaboticabal-SP; E-mail: leonardocorreia08@gmail.com; <sup>(2)</sup> Pós-graduando Programa Agronomia (Irrigação e Drenagem), Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – UNESP - Câmpus de Botucatu, Fazenda Lageado, Rua: José Barbosa de Barros, n° 1780, 18.610-370, Botucatu-SP; Email: ricardo-matao-sp@hotmail.com; <sup>(3)</sup> Pós-graduando Programa Agronomia (Produção Vegetal) da UNESP - Câmpus de Jaboticabal; <sup>(4)</sup> Professor, Doutor, UNESP - Câmpus de Jaboticabal, Depto. de Solos e Adubos.

**RESUMO:** A baixa disponibilidade de P limita a expansão da agricultura nas áreas tropicais, com destaque para a cultura da cana-de-açúcar, que ocupa grandes áreas de plantio. Objetivou-se avaliar o efeito de fontes de P associadas a torta de filtro no acúmulo de P na folha e na produtividade da cana-planta. O experimento foi instalado no período de junho de 2011 a maio de 2012 na Fazenda Santo Antônio, município de Itajobi-SP. A variedade de cana-de-açúcar utilizada foi a RB86 7515. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, textura média. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso com três repetições em esquema fatorial 3x4x2, tendo três fontes de P: superfosfato triplo (41% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em ácido cítrico), fosfato natural reativo Bayóvar (14% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel em ácido cítrico), e fosfato natural de Araxá (4% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em ácido cítrico); quatro doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel em ácido cítrico (0, 90, 180 e 360 kg ha<sup>-1</sup>), na ausência e na presença da torta de filtro (7,5 t ha<sup>-1</sup> em base seca). O superfosfato triplo associado com a torta de filtro propicia o maior acúmulo de P foliar. Em todas as fontes de fósforo o acúmulo de P na folha é superior na presença da torta de filtro. O uso de fonte de P associada a torta de filtro propicia a maior produção de colmos. A aplicação da maior dose de fosfato Bayóvar e de superfosfatos triplo propiciam os maiores incrementos na produção de colmos.

**Termos de indexação:** Cana-de-açúcar, fosfato natural reativo Bayóvar, solos tropicais.

### INTRODUÇÃO

A baixa disponibilidade de P no solo limita a expansão da agricultura nas áreas tropicais, com destaque para a cultura da cana-de-açúcar, que ocupa grandes áreas de plantio.

Uma alternativa seria o uso de fosfatos reativos, que tem apresentado resultados satisfatórios no aumento da disponibilidade de P especialmente

quando na associação com resíduos orgânicos (Houssain et al., 2001).

A torta de filtro apresenta papel importante no aumento da disponibilidade de P no solo para a cultura de cana-de-açúcar, pois libera ácidos orgânicos que competem pelos mesmos sítios de adsorção de P (Souza et al., 2006). A associação de fontes orgânicas e minerais pode proporcionar redução na dependência de fontes minerais de fósforo, incrementando a eficiência agrônômica da adubação fosfatada na cultura de cana-de-açúcar. No entanto, os trabalhos com esse tema são incipientes na literatura o que é motivo de preocupação quando objetiva conhecer o potencial do uso de um composto orgânico na cana-planta e se a complementação com fertilizantes fosfatados é necessária para atender a necessidade nutricional do primeiro ciclo da cana-de-açúcar.

Objetivou-se avaliar o efeito de fontes de P associadas a torta de filtro no acúmulo de P na folha e na produtividade da cana-planta.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no período de maio de 2011 a junho de 2012 na Fazenda Santo Antônio, município de Itajobi-SP. A variedade de cana-de-açúcar utilizada foi a RB86 7515. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, textura média (Embrapa, 2006).

Os tratamentos foram compostos por doses de P, empregando-se como referência a dose de 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> indicada para o Estado de São Paulo (Spironello et al., 1997). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso com três repetições em esquema fatorial 3x4x2, tendo três fontes de P: superfosfato triplo (41% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em ácido cítrico), fosfato natural reativo Bayóvar (14% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel em ácido cítrico), e fosfato natural de Araxá (4% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em ácido cítrico); quatro doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel em ácido cítrico (0, 90, 180 e 360 kg ha<sup>-1</sup>), na ausência e na presença da torta de filtro (7,5 t ha<sup>-1</sup> em base

seca).

A adubação básica de plantio e de cobertura utilizada foi a recomendada por Spironello et al. (1997), no plantio foi aplicado 112,5 m<sup>2</sup>, com cinco linhas distanciadas de 1,5 m, com 15 m de comprimento cada, utilizando-se apenas as três linhas centrais (área útil de 67,5 m<sup>2</sup>) para as avaliações.

A caracterização química da torta de filtro utilizada foi realizada conforme Alcarde (2009), obtendo-se: N(total): 3,4 g kg<sup>-1</sup>; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (total): 8,2 g kg<sup>-1</sup>; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (solúvel ácido cítrico 2%): 7,8 g kg<sup>-1</sup>; K<sub>2</sub>O: 2,2 g kg<sup>-1</sup>; CaO: 12,2 g kg<sup>-1</sup> e para o teor de matéria orgânica, utilizou-se metodologia de Walkley & Black (1934), obtendo-se: 304,7 g kg<sup>-1</sup>. Foi adicionado na torta de filtro, um aditivo (BioPack<sup>sc</sup>®), contendo ácidos orgânicos e microrganismos solubilizadores de P. Utilizou-se 800 mL do produto para compostagem de oito toneladas de torta de filtro.

Os tratamentos e a adubação básica de plantio foram adicionados e homogeneizados, após a sulcação permanecendo os fertilizantes na profundidade de 0,30 m.

Realizou-se aos oito meses após o plantio, a coleta de 15 folhas +1 retirando-se a nervura central e utilizando somente o terço médio de cada folha amostrada em cada parcela (Raij & Cantarella, 1997). Em seguida, as amostras foram secas em estufa a 65° C até atingirem peso constante, foram moídas em moinho tipo Willey. As determinações de P no tecido vegetal seguiram o método descrito por Bataglia et al. (1983), e no momento da colheita, aos 12 meses, realizou-se o cálculo do acúmulo de P na folhas obtido a partir da multiplicação da matéria seca e do teor do nutriente da parte aérea.

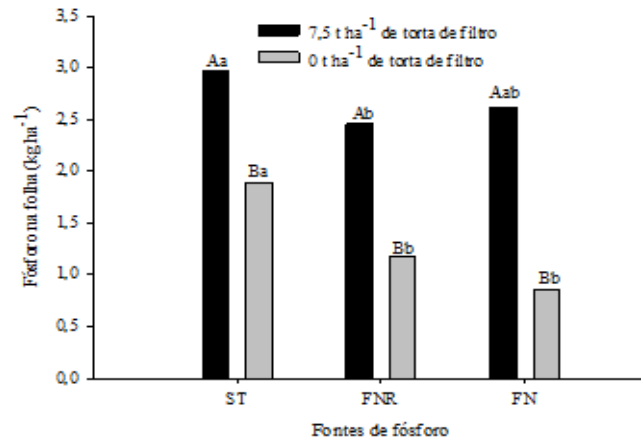
Na colheita coletaram-se as plantas nos três sulcos centrais de plantio de cada parcela, separando-se os colmos das folhas. Em seguida, procedeu-se a pesagem dos colmos correspondente a cada parcela e realizou-se o cálculo das médias de produtividade de colmos.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, para os efeitos significativos, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05), para fonte de variação qualitativa e análise de regressão polinomial para fonte de variação quantitativa, utilizando-se o programa estatístico AgroEstat (Barbosa & Maldonado Júnior, 2012).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

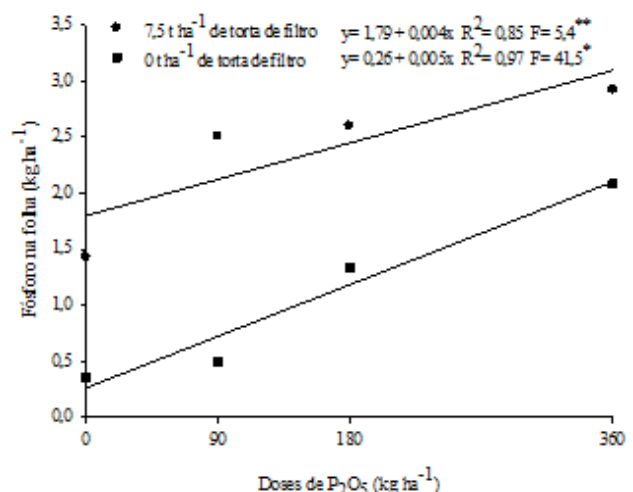
A torta de filtro combinada com o superfosfato triplo foi responsável pelo maior acúmulo de P na folha, com 2,99 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 1). No entanto, apenas com o uso exclusivo de superfosfato triplo, foi obtido 1,9 kg ha<sup>-1</sup> de P na folha, valor é inferior ao verificado por Franco et al. (2008) em um cultivo com variedade SP81 3250 que utilizaram a mesma fonte do nutriente aplicada em um Latossolo

Vermelho Distrófico (4 kg ha<sup>-1</sup> de P), mas próximo deste valor (2 kg ha<sup>-1</sup>) em um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico. Essa diferença no acúmulo de P possivelmente, devem-se as condições distintas de cultivo, variando com o tipo de solo e também as cultivares de cana-de-açúcar estudada.



**Figura 1** - Acúmulo de fósforo na folha da cana-de-açúcar, em função de fontes de P na ausência e presença da torta de filtro (média de doses de P). Letras maiúsculas referem-se à ausência e presença da torta de filtro dentro das fontes de P e letras minúsculas referem-se às fontes de fósforo dentro da torta de filtro, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As doses de fósforo (média de três fontes de P) elevaram linearmente o acúmulo de P na folha, atingindo maiores valores do nutriente na presença da torta de filtro em relação a sua ausência (Figura 2).

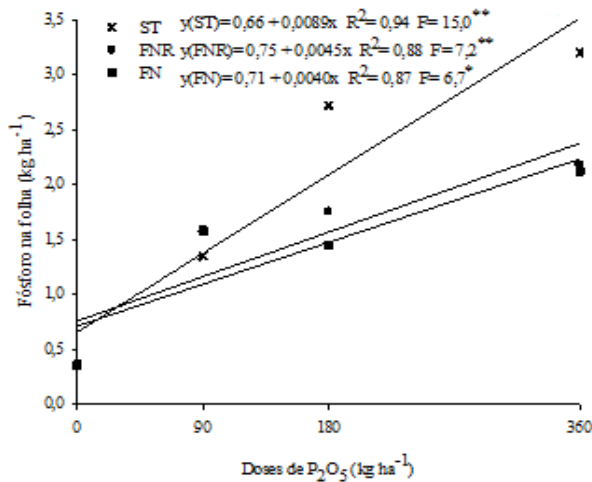


**Figura 2** - Acúmulo de fósforo na folha da cana-de-açúcar, em função de doses de P na ausência e na presença de torta de filtro (média de três fontes de P). \*\* e \* - Significativo pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade.

As doses de fósforo incrementaram com ajuste linear o acúmulo de P na folha, com destaque para o

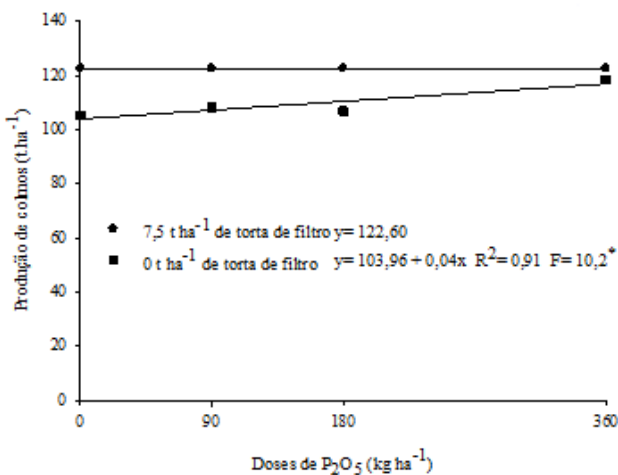


superfosfato triplo em relação às demais fontes fosfatadas (Figuras 3).



**Figura 3** - Acúmulo de fósforo na folha da cana-de-açúcar, em função de doses de P na forma de superfosfato triplo - ST, fosfato natural reativo Bayóvar - FNR e fosfato natural de Araxá - FN (média da ausência e presença de torta de filtro). \*\* e \* - Significativo pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade.

A produção de colmos também foi influenciada pela interação de torta de filtro e doses de fósforo, de fontes e doses de fósforo. Nas doses de fósforo (média de três fontes de P) houve incremento na produção de colmos com ajuste linear apenas na ausência da torta de filtro (Figura 4).



**Figura 4** - Produção de colmos da cana-de-açúcar, em função de doses de P na ausência e na presença da torta de filtro (média de três fontes de P). \*\* e \* - Significativo pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade.

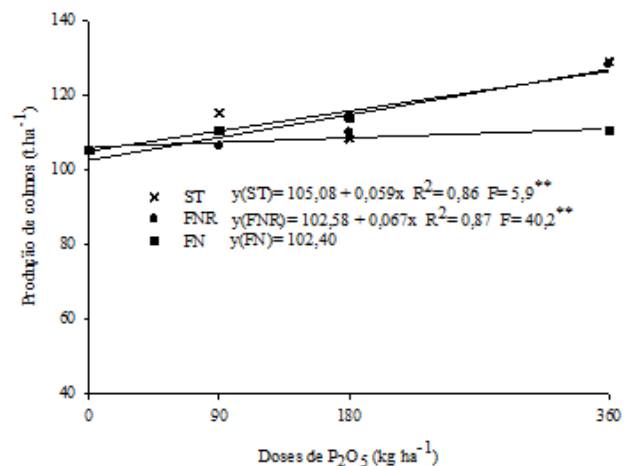
O uso de 360 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na ausência de torta de filtro propiciou produção de 118 t ha<sup>-1</sup> (P≤0,05), no entanto, sem efeito das doses de fósforo na presença da torta de filtro que teve

produção de 123 t ha<sup>-1</sup> de colmos. A obtenção da maior produção de colmos por este tratamento ocorre devido ao fato de que a torta de filtro é fonte de P, com a dose aplicada houve o fornecimento de 59 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para a planta, além disso, têm-se o P orgânico do solo, que compreende de 20 a 80% do P total (Steffens et al., 2010).

O uso da torta de filtro promoveu maior incremento no acúmulo de P na folha (Figuras 2). Ressalta-se que, a maior produção de colmos, obtida com o uso exclusivo de torta de filtro no presente experimento foi observada no sistema de cana-planta (colheita aos 12 meses), sendo, portanto necessárias avaliações nas soqueiras.

O efeito benéfico da aplicação do fósforo em um Latossolo Vermelho na forma de superfosfato triplo associado com torta de filtro (4 t ha<sup>-1</sup> base seca) foi também constatado por Santos et al. (2010) atingindo a maior produção de colmos (155 t ha<sup>-1</sup>) na dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

As doses de fósforo (média da ausência e presença da torta de filtro) incrementaram a produção de colmos com ajuste linear, destacando-se as fontes fosfato Bayóvar e o superfosfato triplo em relação ao fosfato de Araxá (Figura 5). A aplicação da maior dose de fosfato Bayóvar e de superfosfato triplo propiciaram produção de 127 e 126 t ha<sup>-1</sup> (P≤0,01), respectivamente, contudo, não houve efeito com uso do fosfato de Araxá.



**Figura 5** - Produção de colmos da cana-de-açúcar, em função de doses de P na forma de superfosfato triplo - ST, fosfato natural reativo Bayóvar - FNR e fosfato natural de Araxá - FN (média da ausência e presença de torta de filtro). \*\* e \* - Significativo pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade.

O efeito das doses de fósforo no aumento no acúmulo de P folha da planta destaca-se na presença da torta em relação a sua ausência. No entanto, o uso da torta sem a adubação fosfatada foi suficiente para propiciar a maior produção de colmos da cana-planta.



## CONCLUSÕES

1. O superfosfato triplo associado com a torta de filtro propicia o maior acúmulo de P foliar.
2. Em todas as fontes de fósforo o acúmulo de P na folha é superior na presença da torta de filtro.
3. O uso de fonte de P associada a torta de filtro propicia a maior produção de colmos.
4. A aplicação da maior dose de fosfato Bayóvar e de superfosfatos triplo propiciam os maiores incrementos na produção de colmos.

## REFERÊNCIAS

- ALCARDE, J. C. Manual de análise de fertilizantes. FEALQ, 2009. 279p.
- BARBOSA, J. C. & MALDONADO JÚNIOR, W. 2012 AgroEstat: Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agronômicos. Jaboticabal, FCAV/UNESP.
- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F. et al. Métodos de análise química de plantas. IAC, Campinas, 1983. 48 p.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 412p.
- FRANCO, H. C. J., CANTARELLA, H., TRIVELIN, P. C. et al. Acúmulo de nutrientes pela cana-planta. STAB Açúcar, Álcool Subprodutos 26, 2008. p.47-51.
- HOUSSAIN, A. A.; ABO GHALIA, H. H.; ABDALLAH, S. A. Rock phosphate solubilization by Aspergilli species grown on olive-cake waste and its application in plant growth improvement. Egyptian Journal of Biology, 3:89-86, 2001.
- SANTOS, D. H.; TIRITAN, C. S.; FOLONI, J. S. S. et al. Produtividade de cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. Pesquisa Agropecuária Tropical, 40:454-46, 2010.
- SOUZA, R. F.; FAQUIN, V.; TORRES, P. R. F. et al. Calagem e adubação orgânica: Influência na adsorção de fósforo em solos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 30:975-983, 2006.
- SPIRONELLO, A.; RAIJ, B.; PENATTI, C. P. et al. Cana-de-açúcar. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. et al. (Eds.), Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Instituto Agronômico e Fundação IAC, Campinas, 1997. p.237-239. (Boletim Técnico, 100).
- STEFFENS, D.; LEPPIN, T.; LUSCHIN-EBENGREUTH, N. et al. Organic soil phosphorus considerably contributes to plant nutrition but is neglected by routine soil-testing methods. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 173:765-771, 2010.
- RAIJ, B. & CANTARELLA, H. Outras culturas industriais. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. et al. (Ed). Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. IAC, Campinas, 1997. p. 233-243.
- WALKLEY, A. & BLACK, I. A. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, 37:29-37, 1934