

**ADUBAÇÃO FOSFATADA NO PLANTIO DA CANA-DE AÇUCAR A  
PARTIR DE TORTA DE FILTRO ENRIQUECIDA COM FOSFATO  
SOLÚVEL**

**DIEGO HENRIQUES DOS SANTOS**

**ADUBAÇÃO FOSFATADA NO PLANTIO DA CANA-DE AÇUCAR A  
PARTIR DE TORTA DE FILTRO ENRIQUECIDA COM FOSFATO  
SOLÚVEL**

**DIEGO HENRIQUES DOS SANTOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Agronomia, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Sérgio Tiritan

633.611  
S237a

Santos, Diego Henrique dos.  
Adubação fosfatada no plantio da cana-de-  
açúcar a partir de torta de filtro enriquecida com  
fosfato solúvel / Diego Henrique dos Santos. –  
Presidente Prudente: [s.n.], 2009.  
35 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) –  
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE:  
Presidente Prudente – SP, 2009.

Bibliografia

1. *Saccharum* spp. 2. Adubação  
organomineral. 3. Fósforo orgânico I. Título.

**DIEGO HENRIQUES DOS SANTOS**

**ADUBAÇÃO FOSFATADA NO PLANTIO DA CANA-DE-AÇÚCAR A  
PARTIR DE TORTA DE FILTRO ENRIQUECIDA COM FOSFATO  
SOLÚVEL**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Agronomia, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Produção Vegetal.

Presidente Prudente, 28 de janeiro de 2009

---

Prof. Dr. Carlos Sérgio Tiritan  
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE  
Presidente Prudente - SP

---

Prof. Dr. José Eduardo Creste  
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE  
Presidente Prudente - SP

---

Prof. Dr. Carlos Alexandre Costa Crusciol  
Universidade Estadual Paulista – UNESP  
Botucatu - SP

## DEDICATÓRIA

*A Deus, pela minha saúde, família e oportunidades; aos meus pais, que se doaram inteiros e renunciaram aos seus sonhos para que muitas vezes pudessem realizar os meus; e aos Professores Dr. Carlos Sérgio Tiritan e Dr. José Salvador Simoneti Foloni, que serão sempre um símbolo e uma referência na minha vida profissional e pessoal.*

## AGRADECIMENTOS

*Por ser a educação constituída de várias etapas, são muitas as pessoas quem devo agradecer neste momento e embora tenha consciência da dificuldade em lembrar de todas elas, gostaria de agradecer a todos aqueles que me ajudaram durante o mestrado e principalmente, que contribuíram na elaboração deste trabalho.*

*Ao professor orientador, Dr. Carlos Sérgio Tiritan, e ao professor Dr. José Salvador Simoneti Foloni, pelo empenho na elaboração deste trabalho, pela amizade, conselhos valiosos e apoio em todos os momentos, os quais não foram poucos e demandaram bastante tempo de dedicação.*

*Aos professores Dr. Fábio Araújo, Dr. José Eduardo Creste e Dr. Carlos Alexandre Costa Crusciol pelas valiosas sugestões para a finalização deste trabalho.*

*Aos amigos Fábio Rafael Echer, Agnaldo Massao Sato, Luciana Fabris e Roberto Gargione Junqueira Filho, pelo companheirismo, os muitos momentos de alegria compartilhados, e as idéias e informações decisivas para a conclusão do trabalho.*

*Ao amigo Gladston Santos (Corózinho), companheiro nas maçantes atividades de campo e aos professores do Mestrado em Agronomia da Universidade do Oeste Paulista pela competência, ensinamentos, incentivos, e pelo respeito e consideração com os alunos, demonstrado em todos os momentos.*

*Aos funcionários da Faculdade de Agronomia, laboratórios e bibliotecas da Universidade do Oeste Paulista pelo valioso apoio*

*A minha futura esposa Danielle Aparecida Costa pela paciência e compreensão da ausência, e por fazer com que cada momento que estou ao seu lado seja bom o suficiente para ser inesquecível.*

*Aos meus pais que com tanto esforço conseguiram me dar apoio e muito carinho ao longo da minha vida como estudante e, principalmente, por me ensinar que o estudo é o melhor caminho para o sucesso.*

*“Quando existe a convicção de que está havendo um avanço diário, mesmo que de um passo apenas, pode-se sentir pela vida uma razão de viver iluminada pela esperança de vencer.”*

Massaharu Taniguchi

## RESUMO

### **Adubação fosfatada no plantio da cana-de-açúcar a partir de torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel**

O fósforo é considerado um elemento essencial para as plantas e se encontra em baixa quantidade nos solos brasileiros. A torta de filtro, resíduo composto da mistura de bagaço moído e lodo da decantação, apresenta altos teores de matéria orgânica, fósforo e cálcio. O fósforo existente na torta de filtro é orgânico, sendo que a liberação do mesmo e do nitrogênio se dá gradativamente por mineralização e por ataque de microorganismos no solo. O trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento vegetativo e a produtividade da cana em função da adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. O experimento foi conduzido a campo, em Presidente Prudente-SP. Cada parcela experimental constou de 5 linhas de 5 metros de comprimento, espaçadas de 1,50 m. Adotou-se o delineamento experimental em blocos completos ao acaso, no esquema fatorial 5 x 4, onde o primeiro fator constou de níveis de torta de filtro (0; 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 ton ha<sup>-1</sup>) e o segundo de níveis de fósforo (0, 50, 100, 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), com 4 repetições, totalizando 80 parcelas. Os parâmetros avaliados foram o número de perfilhos aos 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio, graus Brix e produtividade. A torta de filtro aplicada no solo elevou a produtividade, porém não alterou a qualidade do caldo da cana.

Palavras-chave: *Saccharum* spp., Adubação organomineral, Fósforo orgânico.



## ABSTRACT

### **Fertilization in the planting of sugarcane from the filter cake enriched with soluble phosphate**

The phosphorus is considered an essential element for the plants and is in low amount in the Brazilian soils. The filter cake, mixture of sugarcane bagasse and sludge of decanter tanks, presents high organic matter, phosphorus and calcium content. The phosphorus existent in the filter cake is organic. The liberation of phosphorus and nitrogen happen gradual, for mineralization and for attack of microorganisms in the soil. The work had for objective to evaluate the vegetative growth and the productivity of the sugarcane in function of the manuring with filter cake enriched with soluble phosphate. The experiment, carried through in Presidente Prudente – SP, used a randomized complete block design, in the factorial outline 5 x 4, where the first factor consisted of doses of filter cake (0; 0,5; 1,0; 2,0 and 4,0 ton ha<sup>-1</sup>) and the second, doses of phosphorus fertilizer (0, 50, 100, 200 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), with 4 repetitions, totaling 80 plots. Each experimental plot consisted of 5 lines of 5 meters in length, spaced of 1,50 m. The experiment it evaluated the number tiller to the 30, 60, 90 and 120 days after the planting, Brix and productivity. The filter cake elevated the productivity, however it didn't alter the quality of the sugarcane broth.

Keywords: *Saccharum* spp., Fertilizers organomineral, Triple superphosphate.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	10
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	16
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	21
4 CONCLUSÃO .....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	31

## 1 INTRODUÇÃO

A grande importância da cana-de-açúcar no Brasil é devido a contribuição econômica, social e ambiental que desempenha para o país, caracterizando-se como a segunda cultura mais importante para o agronegócio brasileiro. Com aproximadamente 370 unidades sucroalcooleiras, gera emprego para cerca de 1,2 milhões de pessoas, movimentando no Brasil cerca de 16 bilhões de reais por ano, contribuindo com 2,5% do Produto Interno Bruto do país (SANTOS, 2006).

O fósforo é considerado um elemento essencial para as plantas e se encontra em baixa quantidade nos solos brasileiros, de maneira que, os solos por serem acentuadamente intemperizados, apresentam uma capacidade de troca catiônica (CTC) reduzida e uma adsorção aniônica alta. Essa condição proporciona uma redução na saturação de bases, com um aumento gradual na retenção de ânions, como o fosfato, o sulfato e o molibdato, entre outros. Em decorrência disto, os solos mudam gradualmente de fonte para dreno de Pi (NOVAIS; SMYTH, 1999).

O fósforo (P) é um importante macronutriente, componente estrutural de macromoléculas, como ácidos nucleicos e fosfolipídeos, e também da adenosina trifosfato (ATP), sendo um elemento chave de várias vias metabólicas e reações bioquímicas, tais como inúmeras etapas das vias C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub> do ciclo de Calvin e da glicólise. Embora a quantidade total de fósforo no solo possa ser relativamente alta, na maioria das vezes este não se encontra em sua forma lábil ou ao alcance da rizosfera. Nos diversos sistemas de produção agrícola, principalmente os tropicais, são necessárias aplicações de Pi no solo para garantir a produtividade. A recuperação do fósforo durante o ciclo de produção é drasticamente limitada. Cerca de 80% do total de Pi aplicado no solo torna-se indisponível, sendo imobilizado, adsorvido e/ou adquire forma orgânica (HOLFORS, 1997).

O fósforo fornecido para as plantas esta presente nos fertilizantes sob diferentes formas químicas, as quais apresentam diferentes comportamentos agrônômicos, exercendo influencia no crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar. Pesquisas de campo mostraram que a cultura apresentou melhor reação com

os fosfatos solúveis, com retorno econômico superior aos fosfatos de baixa solubilidade (ALBUQUERQUE et al., 1980; ALBUQUERQUE; MARINHO, 1980; LIMA et al., 1982; KORNDORFER et al., 1989; WEBER et al., 1993). Ao contrário das fontes solúveis, as fontes de baixa solubilidade não conseguem manter níveis adequados de fósforo para as plantas em virtude de sua baixa velocidade inicial de dissolução (GOEDERT, 1983; GOEDERT; LOBATO, 1984).

Um dos maiores entraves para a produção agrícola no mundo é a baixa disponibilidade de fósforo inorgânico (Pi) no solo, o qual se encontra em concentrações da ordem de  $2\mu\text{M}$ , enquanto que nos tecidos vegetais é de  $10\ \mu\text{M}$  (MIMURA et al., 1999). A presença do fósforo é necessária para a síntese de compostos fosforilados e a falta deste nutriente causa distúrbios imediatos no metabolismo e no desenvolvimento das plantas (CESAR et al., 1987).

Segundo avaliações realizadas por Loganathan e Fernando (1980) em casa de vegetação, quando se aplica uma fonte solúvel de fósforo em um determinado solo, mais de 90% do total aplicado já é adsorvido na primeira hora de contato com o solo. Novais et al. (1980), também relatam que o maior tempo de contato solo-fosfato causa sua maior solubilidade, ocasionando menor disponibilidade de fósforo para as plantas.

A deficiência de fósforo é problemática pois pode reduzir a absorção de N, como demonstrado em diversos trabalhos (LEE, 1982; SCHJORRING, 1996; RUFTY et al., 1993). Novais e Smyth (1999) relatam que Magalhães (1996) demonstrou que a omissão de P em solução nutritiva por dois dias, reduziu a absorção de nitrato em 63%. A partir do sexto dia de omissão de P, a absorção de nitrato caiu para zero, mesmo na presença de doses satisfatórias na solução nutritiva. A aplicação de P juntamente com N proporcionou a absorção duas vezes maior de Pi pelas raízes, enquanto que a aplicação de Pi separadamente de N proporcionou uma taxa 1,5 vezes menor na absorção de fósforo pelas plantas de milho (MILLER, 1974).

Além dos benefícios no campo, a adubação fosfatada também é de grande importância na qualidade da cana-de-açúcar, essencial nas unidades industriais produtoras de açúcar. Segundo Korndorfer (2004), a presença de fósforo no caldo da cana exerce papel fundamental no processo de clarificação. Caldos contendo baixos

teores de  $P_2O_5$ , inferior a 200 ppm, são de difícil floculação e, neste caso, a decantação das impurezas (bagacilho, argila, clorofila, etc.) é ruim. Caldo turvo e de coloração intensa implica na produção de açúcar de pior qualidade e, portanto, de menor valor comercial.

Ainda segundo Korndorfer (2004), praticamente todo o fósforo contido no caldo esta na forma inorgânica ou livre e uma pequena parcela, em torno de 10%, encontra-se na forma orgânica. No processo de clarificação o fósforo livre reage com o cal  $[Ca(OH)_2]$  para a formação de fosfato tricálcico  $[Ca_3(PO_4)_2]$  o qual, ao flocular e sedimentar, realiza o arraste das impurezas que se depositam no fundo do decantador (lodo).

Segundo Korndorfer et al. (1989), o teor mínimo de  $P_2O_5$  necessário para uma boa floculação é de 200 ppm. Sempre que estes teores forem inferiores deve-se fazer a complementação através da adição de um fosfato solúvel ao caldo. O teor de P nativo do solo, de acordo com Korndorfer (1994), pode afetar a concentração de  $P_2O_5$  no caldo. Quanto maior o teor de P extraível do solo maior a quantidade de  $P_2O_5$  no caldo.

As indústrias sucroalcooleiras saíram na frente e lançaram mão de medidas que pudessem converter o que antes era desprezado como resíduo em matéria-prima para a geração de energia elétrica para a sua subsistência e negociação do excedente com as companhias distribuidoras de energia elétrica locais. Dessa forma, o que antes gerava problemas e custos para as empresas, começa agora a fazer parte do capital ativo da empresa, amenizando despesas e maximizando os lucros, além de auxiliar a melhorar a imagem da empresa perante os consumidores de seus produtos (BITTENCOURT et al., 2006).

A torta de filtro é um resíduo composto da mistura de bagaço moído e lodo da decantação sendo proveniente do processo de tratamento e clarificação do caldo da cana-de-açúcar. Para cada tonelada de cana moída são produzidos de 30 a 40 kg de torta. É um composto orgânico rico em cálcio, nitrogênio e potássio, além do fósforo, com composições variáveis dependendo da variedade da cana e da sua maturação. O modo de aplicação do produto é testado de diferentes formas nas unidades de produção, desde a aplicação da área total até nas entrelinhas ou nos sulcos de plantio

(CORTEZ et al., 1992). Santana e Souza (1984), por sua vez, definem a torta de filtro como resíduo industrial da purificação do caldo nas usinas de açúcar, também conhecido pelos nomes de lodo, bagacinho ou cachaça, sendo produzido na proporção de 1% a 4% do peso da cana moída.

Nunes Junior (2008), por sua vez, relata que a torta de filtro é um excelente produto orgânico para a recuperação de solos exauridos ou de baixa fertilidade, que sai da filtragem com 75% a 80% de umidade e que a composição química média apresenta altos teores de matéria orgânica e fósforo, sendo também rica em nitrogênio e cálcio, além de teores consideráveis de potássio, magnésio e micronutrientes. O fósforo existente na torta de filtro é orgânico, sendo que a liberação do mesmo e do nitrogênio se dá gradativamente por mineralização e por ataque de microorganismos no solo. O cálcio que aparece em grande quantidade é resultado da chamada caleação do caldo durante o processo de tratamento do mesmo para a fabricação do açúcar. Já o fósforo provem da adição de produtos auxiliares de floculação das impurezas do caldo.

Ferreira et al. (1986) apresentam a composição média da torta de filtro expressa em % da matéria seca sendo 77 a 85 de matéria orgânica; 1,1 a 1,4 de N; 1,04 a 2,55 de  $P_2O_5$ ; 0,3 a 0,96 de  $K_2O$ ; 4,07 a 5,46 de  $CaO$ ; 0,15 a 0,56 de  $MgO$  e 2,70 a 2,96 de S. Nunes Junior (2008) completa esta composição média apresentada mostrando que a torta de filtro também é rica em micronutrientes, sendo 0,8% a 1,2% de Ferro, 500 a 800 ppm de Manganês, 40 a 80 ppm de Cobre e 150 a 220 ppm de Zinco.

Segundo Korndorfer (2004), algumas destilarias autônomas tem introduzido o sistema de clarificação de caldo, obtendo assim a torta de filtro, fazendo com que este resíduo deixe de ser produzido exclusivamente por unidades produtoras de açúcar. O mesmo autor ainda relata que a torta de filtro é rica em fósforo, no entanto o teor de  $P_2O_5$  é variável, tendo a torta gerada pelas usinas o dobro de fósforo quando comparada com a torta gerada pelas destilarias (em média, 2% de  $P_2O_5$  na torta de usina e 1% nas de destilaria – base na matéria seca).

Uma das práticas aplicadas na cana-de-açúcar é o uso de torta de filtro, subproduto industrial considerado um excelente fertilizante, além de propiciar melhores

condições para a brotação da cana-de-açúcar. Muitas são as informações do valor da torta de filtro na nutrição da cana-de-açúcar, com aumento substancial na produção. Segundo Penso et al. (1982), uma das formas para seu aproveitamento é a possibilidade de aplicá-la na agricultura, misturada com fosfatos naturais, uma vez que a torta de filtro teria uma capacidade de melhorar a solubilidade destes compostos, disponibilizando mais rapidamente o fósforo, comparado com a sua aplicação sem a torta.

Segundo Korndorfer e Anderson (1997) a torta de filtro promove alterações significativas nos atributos químicos do solo, tais como o aumento na disponibilidade de fósforo, cálcio e nitrogênio, aumento nos teores de carbono orgânico e capacidade de troca de cátions, e ainda a diminuição nos teores de alumínio trocáveis.

Para aumentar a eficiência da adubação fosfatada em lavouras de cana-de-açúcar, com a conseqüente redução das doses empregadas, principalmente em áreas que vêm sendo cultivadas com a gramínea por um longo período, Bittencourt et al. (2006) recomendam utilizar um carregador orgânico, como a torta de filtro, para aumentar a massa e proteger o fósforo da fixação.

Segundo Nunes Junior (2008), a torta de filtro aplicada no sulco de plantio pode retardar a maturação, pois coloca a cana em vegetação por mais tempo. Porém, com o decorrer da safra e o aumento dos períodos seco e frio, a cana adubada com torta de filtro alcança aquela que não recebeu esta adubação.

A torta de filtro, quando incorporada ao solo em doses elevadas (até 268 ton ha<sup>-1</sup>), apresenta propriedades corretivas da acidez do solo, devido aos efeitos quelantes da matéria orgânica sobre o alumínio, sendo sua vantagem sobre o calcário a de provocar menor alteração no balanço catiônico do solo. Por ser um material orgânico, a torta de filtro por excelência, mostra elevada capacidade de retenção de água a baixas tensões, e esta propriedade contribui, tanto para aumentar a produtividade da cana-de-açúcar, especialmente em regime não irrigado, como para assegurar melhor brotação em plantios realizados em épocas desfavoráveis (ROSSETTO; DIAS, 2005).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento vegetativo e a produtividade da cana-de-açúcar em função da adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel (super fosfato triplo), no fundo do sulco de plantio. Devido as fontes de fósforo possuírem baixa eficiência em solos tropicais, a hipótese do trabalho é verificar se a mistura da torta de filtro com a fonte de fósforo irá melhorar o aproveitamento do fósforo, ou seja, utilizar uma fonte orgânica, a torta de filtro, para proteger o fósforo da fixação.



## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, em área experimental da Faculdade de Agronomia da Universidade do Oeste Paulista, UNOESTE, localizada nas coordenadas geográficas 51°26'00" de longitude, 22°07'30" de latitude, e 433 metros de altitude, no município de Presidente Prudente, oeste do estado de São Paulo, durante os meses de novembro de 2007 a dezembro de 2008.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, que significa ser tropical com estação chuvosa e quente bem definida entre os meses de setembro a março, e inverno seco com temperaturas amenas entre os meses de abril a setembro. Na Figura 1 estão apresentados os dados de precipitação pluvial, e temperaturas máximas e mínimas mensais ocorridas no decorrer do experimento, segundo dados da Estação Meteorológica da Universidade do Oeste Paulista – Unoeste.

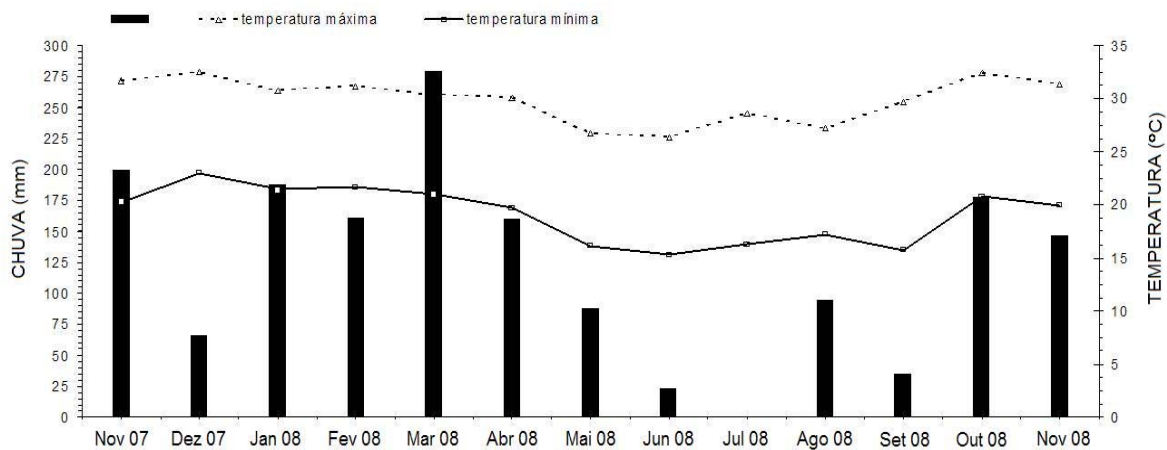


FIGURA 1 - Precipitação pluvial, e temperaturas máximas e mínimas mensais ocorridas durante os meses de Novembro de 2007 a Novembro de 2008, na área experimental

O solo foi caracterizado, segundo Embrapa (1999), como Argissolo Vermelho distroférico, com relevo suave, ondulado e boa drenagem. Foram coletadas amostras para caracterização de atributos químicos (Raij et al., 2001) e granulometria (Embrapa, 1997), na camada 0 – 20 cm, com os seguintes resultados: pH ( $\text{CaCl}_2$  1 mol  $\text{L}^{-1}$ ) 5,9; 18 g  $\text{dm}^{-3}$  de MO; 16 mg  $\text{dm}^{-3}$  de  $\text{P}_{\text{resina}}$ ; 27 mmol<sub>c</sub>  $\text{dm}^{-3}$  de H+Al; 1,2 mmol<sub>c</sub>  $\text{dm}^{-3}$  de K; 38 mmol<sub>c</sub>  $\text{dm}^{-3}$  de Ca; 12 mmol<sub>c</sub>  $\text{dm}^{-3}$  de Mg; 52 mmol<sub>c</sub>  $\text{dm}^{-3}$  de SB; 69 mmol<sub>c</sub>  $\text{dm}^{-3}$  de CTC; 74% de saturação por bases (V); 740 g  $\text{kg}^{-1}$  de areia; 80 g  $\text{kg}^{-1}$  de silte; 180 g  $\text{kg}^{-1}$  de argila.

A variedade de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) escolhida para a realização do experimento foi a RB86-7515, em função da recomendação regional.

A torta de filtro foi obtida junto a Destilaria Alvorada do Oeste, no município de Santo Anastácio - SP, região de Presidente Prudente, no dia 8 de novembro, com 34,85% de massa seca, segundo as análises de umidade realizadas pelo Laboratório de Tecidos Vegetais da Unoeste. Em seguida a torta de filtro foi secada ao ar livre, durante seis dias, até atingir 80% de massa seca, segundo as análises de umidade realizadas pela mesma instituição.

Os resultados de análise de fertilizante orgânico realizado pelo Laboratório de Solos da Unoeste para a torta de filtro utilizada no experimento apresentou os seguintes valores, expressos na matéria seca: pH ( $\text{CaCl}_2$  1 mol  $\text{L}^{-1}$ ) 5,4; umidade perdida a 65°C de 70,7%; 57,25 % de MO; 9,5 g  $\text{kg}^{-1}$  de N; 3,3 g  $\text{kg}^{-1}$  de P; 4,6 g  $\text{kg}^{-1}$  de K; 9,1 g  $\text{kg}^{-1}$  de Ca; 2,5 g  $\text{kg}^{-1}$  de Mg; 7,2 g  $\text{kg}^{-1}$  de S; 124 mg  $\text{kg}^{-1}$  de Cu; 758 mg  $\text{kg}^{-1}$  de Mn; 282 mg  $\text{kg}^{-1}$  de Zn e 23808 mg  $\text{kg}^{-1}$  de Fe.

Foi realizado o preparo convencional do solo com aragem e gradagem antes do plantio. A adubação de plantio foi realizada de acordo com Raij et al. (1997), sendo 30 kg  $\text{ha}^{-1}$  de N (66,7 kg  $\text{ha}^{-1}$  de uréia), 100 kg  $\text{ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  (166 kg  $\text{ha}^{-1}$  de cloreto de potássio), variando apenas as doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e torta de filtro segundo o delineamento experimental.

Cada parcela experimental constou de 5 linhas de 5 metros de comprimento, espaçadas de 1,50 m. Adotou-se o delineamento experimental em blocos completos ao acaso, no esquema fatorial 5 x 4, onde o primeiro fator constou de níveis

de torta de filtro (0; 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 ton ha<sup>-1</sup>) e o segundo de níveis de fósforo (0, 50, 100, 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), com 4 repetições, totalizando 80 parcelas.

No dia 14/11/2007 promoveu-se a sulcação da área experimental à profundidade de 25 – 30 cm. Dois dias após a sulcação fez-se as misturas dos adubos com a torta de filtro com 80% de matéria seca, segundo o delineamento experimental, com o auxílio de uma betoneira. Em seguida realizou-se a distribuição uniforme das misturas nos cinco sulcos de cada parcela.

No dia 16/11/2007 realizou-se o plantio, de forma convencional, adotando o sistema de “cana-de-ano” ou cana de 12 meses. Na distribuição das mudas utilizou-se a densidade média de 15 gemas por metro de sulco, mediante distribuição de colmos “pé com ponta” e em seguida efetuou-se o corte manual dos colmos em toletes de 3 gemas, sendo posteriormente cobertos com uma camada de solo.

No dia 19/11/2007 realizou-se a aplicação do herbicida pré-emergente Tebuthiuron 500 g l<sup>-1</sup> (concentração do ingrediente ativo), herbicida seletivo, na dose de 2,0 l ha<sup>-1</sup> do produto comercial (Combine 500 SC<sup>®</sup>), segundo recomendação de Rodrigues & Almeida (2005).

Para o combate as formigas cortadeiras, realizou-se no dia 14/12/2007 a aplicação do inseticida granulado Fipronil, 800 g kg<sup>-1</sup> (Regente WG<sup>®</sup>), de forma localizada.

No dia 16/12/2007 realizou-se a aplicação do herbicida pós emergente Sodium hydrogen methylarsonate (MSMA) 790 g l<sup>-1</sup> (concentração do ingrediente ativo), do grupo químico organoarsênico, na dose de 1,0 l ha<sup>-1</sup> do produto comercial (Volcane<sup>®</sup>), misturado com o herbicida pré-emergente Tebuthiuron 500 g l<sup>-1</sup> (concentração do ingrediente ativo), na dose de 1,0 l ha<sup>-1</sup> do produto comercial (Combine 500 SC<sup>®</sup>) e ainda o produto comercial Velpar K WG<sup>®</sup>, diuron (468 g kg<sup>-1</sup>) e hexazinona (132 g kg<sup>-1</sup>), herbicida sistêmico dos grupos químicos uréias substituídas e triazinonas, na dose de 300 g ha<sup>-1</sup>, segundo recomendação de Rodrigues & Almeida (2005).

No dia 11/01/2008 realizou-se cobertura nitrogenada com uréia, na dose de 45 kg ha<sup>-1</sup>, segundo recomendação de Raij et al. (1997).

Em maio de 2008 realizou-se a diagnose foliar, com a coleta das folhas seguindo a recomendação de Rajj et al. (1997). Coletou-se 30 folhas por parcela experimental, sendo estas a folha +1, a primeira com o colarinho visível. As pontas da lâmina foram cortadas, deixando-se apenas os 20 cm centrais e a nervura central foi retirada. As amostras foram enviadas ao Laboratório de Tecido Vegetal da Universidade do Oeste Paulista para determinação das concentrações de N, P, K, Ca, Mg, S e micronutrientes, segundo metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

Nos dias 9 e 10 de junho de 2008 realizou-se capina manual e posteriormente a aplicação do herbicida pré-emergente Tebuthiuron 500 g l<sup>-1</sup> (concentração do ingrediente ativo), na dose de 2,0 l ha<sup>-1</sup> do produto comercial (Combine 500 SC<sup>®</sup>), segundo recomendação de Rodrigues e Almeida (2005).

As avaliações de produtividade foram realizadas nas 3 linhas centrais de cada parcela experimental. O primeiro parâmetro avaliado foi o número de perfilhos. Para isso, em 4 metros de cada linha central de plantio foi contado o número de perfilhos, aos 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio. A contagem do número de perfilhos foi realizada até os 120 dias, pois é neste período que a cana-de-açúcar se encontra em fase de perfilhamento, caracterizada por crescimento e emissão intensa de ramificações. A partir desta etapa a competição entre os perfilhos pelos fatores de crescimento (luz, água, nutrientes, espaço) acentua-se, de modo que se constata a diminuição e paralisação deste processo (SEGATO et al., 2006), além da morte dos perfilhos mais jovens (CASTRO, 2000). Os colmos que sobrevivem a forte competição da fase de perfilhamento intenso continuam seus processos de crescimento e desenvolvimento, acumulando cada vez mais sacarose em seus internódios, a medida que estes vão amadurecendo (CÂMARA, 1993).

Para a determinação do grau Brix foi utilizado um refratômetro de campo (marca TOKYO, modelo 032), que fornece diretamente a porcentagem de sólidos solúveis do caldo da cana-de-açúcar. O grau Brix do meio do colmo foi determinado tomando-se 5 colmos por parcela, e os valores são apresentados como média aritmética dos 5 perfilhos avaliados, segundo metodologia proposta por Landell et al. (2005).

No dia 04/11/2008, realizou-se o corte manual para avaliação dos componentes de produção determinantes para o potencial agrícola, sendo eles a altura média do colmo, medido da base a inserção da folha +3, amostrando-se cinco colmos seguidos em cada linha; o diâmetro médio dos colmos, estimado nos mesmos cinco colmos, mensurado no meio do internódio na altura dada por um terço do comprimento do colmo; o peso dos colmos despontados; e o número de colmos, estimado com a contagem dos colmos de todas as linhas da parcela, segundo metodologia proposta por Landell et al. (2005). Segundo os mesmo autores, considerando-se a densidade do colmo igual a 1, o valor da produção de cana por hectare (TCH) pode ser estimada pela seguinte fórmula:  $TCH = (d^2 \times C \times h \times 0,007854) \div E$ , onde “d” é o diâmetro médio dos colmos (cm), “C” é o número de perfilhos por metro linear, “h” é a altura média dos colmos (cm) e “E” é o espaçamento entre os sulcos, neste caso, 1,5 metros.

Os dados foram submetidos a análise de variância e análise de regressão pelo teste F, conforme recomenda Santos et al. (2003).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se os valores de F calculados por meio de análises de variância e regressão para a produtividade de colmos, graus Brix do caldo na colheita e perfilhamento da lavoura de cana aos 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio, em razão de misturas de doses de fosfato solúvel com doses de torta de filtro, aplicadas nos sulcos de plantio. Os resultados da análise de variância apresentados na Tabela 1 revelaram que, quanto à produtividade de colmos (TCH), houve significância ( $P < 0,05$ ) de doses de torta de filtro aplicadas no fundo do sulco de plantio, ou seja, a produtividade de colmos foi influenciado significativamente pelas doses de torta de filtro aplicadas no solo. Segundo Rossetto et al. (2008), o uso desse resíduo nos canaviais eleva a produtividade da cultura por fornecer matéria orgânica, fósforo, cálcio entre outros nutrientes. Completam ainda que o uso mais eficiente da torta de filtro é aplicá-la no sulco de plantio, onde o teor de água contido na torta favorece a brotação da cana e onde o fósforo, ao ser mineralizado, está próximo das raízes. Observou-se ainda significância a 1% de probabilidade pelo teste F para a variável doses de fosfato quando avaliou-se a produtividade de colmos (TCH). Para este mesmo fator avaliado, não foi observado efeito significativo da interação Torta x Fosfato.

Analisando os valores de graus Brix do caldo na colheita (Tabela 1), observou-se que houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) das doses de torta de filtro para os valores de graus Brix. Já em relação as doses de fosfato e a interação Torta x Fosfato, não observou-se efeitos significativos, ou seja, o enriquecimento da torta de filtro com o superfosfato triplo não altera a qualidade do caldo da cana.

Quanto ao perfilhamento, observou-se efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F para as variáveis doses de torta e dias após o plantio, e efeito significativo a 5% de probabilidade para a variável doses de fosfato. Para as variáveis Torta x Fosfato, Torta x Dias, Fosfato x Dias e Torta x Fosfato x Dias não foram encontrados efeitos significativos (Tabela 1).

TABELA 1 - Valores de F calculados por meio de análises de variância e regressão para a produtividade de colmos (TCH), graus Brix do caldo na colheita e perfilhamento da lavoura de cana aos 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio (DAP), em razão de misturas de doses de fosfato solúvel com doses de torta de filtro, aplicadas nos sulcos de plantio

Causa da variação	TCH		Brix		Perfilhamento			
Doses de Torta	2,72*		2,86*		18,94**			
Doses de Fosfato	9,23**		0,42 ns		2,79*			
Dias após o plantio	-		-		539,10**			
Torta x Fosfato	1,59 ns		1,11 ns		1,37 ns			
Torta x Dias	-		-		1,29 ns			
Fosfato x Dias	-		-		0,31 ns			
Torta x Fosf x Dias	-		-		0,24 ns			
CV (%)	16,86		3,06		19,62			
Análise de regressão		TCH		Brix				
Torta (t ha <sup>-1</sup> )	Linear <sup>(1)</sup>	Quadrática	Linear	Quadrática				
0,0	5,27*	13,28**	0,83 ns	2,71 ns				
0,5	4,45*	0,15 ns	0,79 ns	0,32 ns				
1,0	11,34 **	0,03 ns	0,30 ns	0,64 ns				
2,0	0,01 ns	0,48 ns	1,27 ns	0,50 ns				
4,0	9,02 **	0,48 ns	3,53 ns	0,01 ns				
Fosfato (kg ha <sup>-1</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Perfilhamento							
	30 DAP		60 DAP		90 DAP		120 DAP	
	Linear <sup>(2)</sup>	Quadrática	Linear	Quadrática	Linear	Quadrática	Linear	Quadrática
0	1,02 ns	0,17 ns	6,09*	0,03 ns	10,74**	0,62 ns	11,61**	1,30 ns
50	0,15 ns	0,48 ns	10,68**	1,48 ns	6,83**	3,22 ns	8,37**	2,64 ns
100	1,02 ns	0,13 ns	4,01*	0,05 ns	5,36*	0,13 ns	6,12*	0,04 ns
200	0,58 ns	0,22 ns	1,16 ns	0,03 ns	1,90 ns	3,74*	2,51 ns	4,51*

\* e \*\* significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. ns: não significativo. <sup>(1)</sup> Equações lineares e quadráticas calculadas para o desdobramento de doses de fosfato solúvel dentro de cada dose de torta-de-filtro. <sup>(2)</sup> Equações lineares e quadráticas calculadas para o desdobramento de doses de torta-de-filtro dentro de cada nível de interação entre doses de fosfato solúvel e dias após o plantio.

A análise de regressão revelou que a dose de 2,0 ton ha<sup>-1</sup> de torta de filtro associada com os diferentes níveis de fosfato não influencia a produtividade de colmos (Figura 2a), ou seja, não possui efeito significativo. Neste caso, a aplicação do fosfato não ocasionou aumentos no rendimento de colmos (TCH), pois, como pode ser observado na Figura 2a, ao omitir a aplicação do fosfato, a média dos rendimentos foi estatisticamente igual quando da sua aplicação, em diferentes doses. Já os fatores 0; 0,5; 1,0 e 4,0 ton ha<sup>-1</sup> de torta de filtro apresentaram comportamento linear positivo, sendo as doses correspondentes a 1,0 e 4,0 ton ha<sup>-1</sup> significativas a 1% e as doses 0 e 0,5 significativas a 5% de probabilidade.

Estes resultados positivos em relação a produção de colmos são porque a matéria orgânica da torta de filtro tem um importante papel na melhoria da fertilidade do solo e nas suas propriedades físicas. Segundo Alleoni e Beauclair (1995), a matéria orgânica de torta de filtro aumenta a capacidade de retenção de água, pois é higroscópica, chegando a reter água em até seis vezes o seu próprio peso, promove a redução da densidade aparente do solo e o aumento da porosidade total do solo, forma agregados capazes de reduzir a erosão e aumentar a capacidade de absorção do solo, aumenta a capacidade de troca catiônica pela ação de micelas húmicas coloidais com atividade superior às argilas. Aumenta ainda os teores de nitrogênio, fósforo e enxofre a partir da decomposição e da mineralização da matéria orgânica, promove a redução da fixação do fósforo pelos óxidos de ferro e alumínio, bloqueando os sítios de fixação com os radicais orgânicos. Forma ainda quelatos solúveis de ferro, manganês, zinco e cobre, disponibilizando-os às raízes e favorece a atividade microbológica e adição de novos microorganismos, diversificando a flora e a microflora do solo. Tudo isso reagindo no solo forma húmus, que proporciona um excelente ambiente radicular, mesmo em solos mais pobres, o que aumenta a absorção de nutrientes pelas plantas.



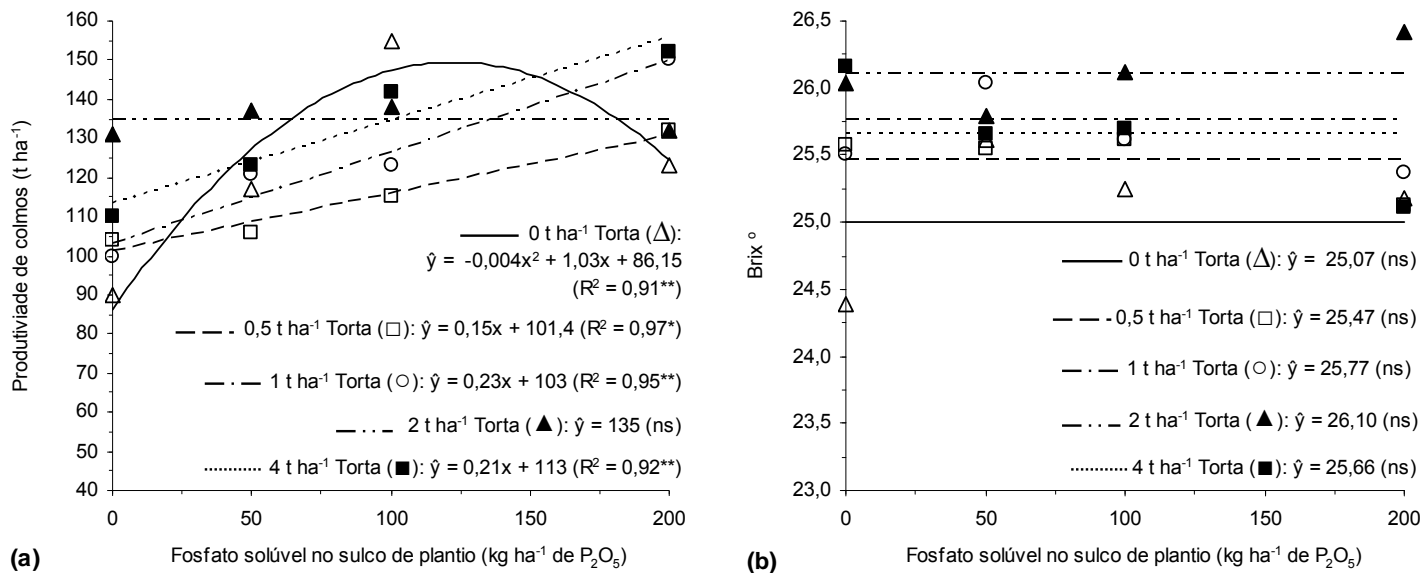


FIGURA 02 - Produtividade de colmos de cana (a) e graus Brix (b) do caldo na colheita, em razão de doses de fosfato solúvel misturadas com 0 (Δ), 0,5 (□), 1,0 (○), 2,0 (▲) e 4,0 (■) t ha<sup>-1</sup> de torta de filtro (base seca), aplicadas nos sulcos de plantio. \* e \*\* significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. ns: não significativo

No caso em que a dose de 2,0 ton ha<sup>-1</sup> de torta de filtro associada com os diferentes níveis de fosfato não influenciou a produtividade de colmos (Figura 2a) é preciso destacar que mesmo na ausência de fosfato a produtividade foi estatisticamente igual a dose máxima de fosfato testada, sendo uma produtividade elevada, de aproximadamente 135 ton cana.ha<sup>-1</sup>. Portanto, pode-se inferir que, embora o fósforo seja um elemento essencial e classificado como macronutriente, ao se aplicarem doses além da demanda da planta, pode haver consumo excessivo pela planta, mas que não irá refletir em aumentos no índice de produtividade. Estes resultados estão de acordo com os estudos realizados por Garcia (2005), que testou fonte orgânica de adubo isoladamente e associado a doses de fósforo solúvel. Os resultados deste autor mostram que as fontes orgânicas de fósforo, aplicadas isoladamente, proporcionou média semelhante de rendimento quando associado ao adubo mineral, e ainda quando da aplicação do adubo mineral isoladamente.

Interações significativas com N e P no aumento da produção levaram Prasad (1976) a concluir ser desnecessário o uso de P quando se aplica torta de filtro no sulco de plantio, porém este autor trabalhou com altas doses de torta de filtro, sendo estes resultados citados obtidos nos tratamentos que receberam doses iguais ou superiores a 20 ton ha<sup>-1</sup>.

Porém a hipótese do trabalho não é substituir a adubação fosfatada e sim melhorar sua eficiência. As fontes de fósforo solúvel, quando adicionadas no solo, tem sua eficiência diminuída ao longo do tempo devido o processo de adsorção ou fixação desse elemento pelo solo (KONDORFER et al., 1989). A torta de filtro, fonte orgânica, tem a função de aumentar a eficiência da fonte solúvel em longo prazo, tornando seu efeito residual maior.

Para garantir a produtividade, altas dosagens de fontes inorgânicas de fósforo são aplicadas no solo, já que grande parte será complexada. Por outro lado, o uso de fontes orgânicas de fósforo tem um papel fundamental para a vida de microrganismos, aumentam a capacidade de troca catiônica (CTC) e a mobilidade do fósforo no solo (NOVAIS; SMYTH, 1999).

Atualmente a alta dos preços dos fertilizantes é motivo de preocupação para o setor sucroalcooleiro pela importância que tem para o desenvolvimento da cana, pois os solos tropicais são muito intemperizados e normalmente apresentam regular ou baixa fertilidade, não suprimindo a cultura com a quantidade necessária de nutrientes. O uso de torta de filtro no solo representa grande reciclagem de nutrientes e de matéria orgânica. Neste momento de alta no preço dos fertilizantes, a utilização deste resíduo significa melhor aproveitamento e economia no uso do fósforo.

Em relação aos valores de graus Brix, a Figura 2b revela que as doses de torta de filtro não apresentam efeito significativo sobre o Brix, independente dos níveis de fosfato associados a estas doses de torta. Este resultado esta de acordo com Cantarella et.al (2002), que ao avaliarem misturas em diferentes proporções de fosfato natural reativo e fosfato solúvel em água para a cana-de-açúcar, concluíram não haver efeitos no acúmulo de açúcar pela planta. Já Vijav e Verma (2001), ao estudarem o efeito isolado ou combinado de adubos orgânicos e minerais, notaram que a adubação mineral associada com a orgânica promoveu aumentos significativos no teor de açúcar

presente no caldo da cana. Os resultados obtidos por Nema et al. (1995) na Índia, que trabalharam com torta de filtro associada com a adubação mineral, apresentam diminuição no teor de açúcar presente no caldo da cana quando da aplicação da adubação mineral isolada e aumentos nos valores quando foram usadas adubações orgânicas associadas ou não a adubação química. Embora as condições edafoclimáticas da Índia sejam diferentes das condições encontradas no Brasil, torna-se interessante comparar os resultados a fim de enriquecer a discussão.

A Figura 3 apresenta o gráfico de regressão do perfilhamento da cana-de-açúcar aos 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio da lavoura (DAP), em razão de doses de torta de filtro aplicadas nos sulcos de plantio em misturas com 0 (a), 50 (b), 100 (c) e 200 (d) kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel. Observou-se, pela análise de regressão, que a dose 0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> não apresentou efeito significativo no perfilhamento da cana nos primeiros 30 dias. Já aos 60, 90 e 120 dias após o plantio (DAP) as variáveis apresentaram comportamento linear positivo, apontando que houve efeito significativo, a 5% aos 60 DAP e 1% aos 90 e 120 DAP. O mesmo comportamento foi observado para as doses de 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, aos 30 DAP não foi observado efeito significativo, e aos 60, 90 e 120 DAP observou-se efeito significativo a 1%. Em relação as doses de 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, tem-se o mesmo comportamento, sem efeito significativo no perfilhamento aos 30 DAP e com efeito significativo a 5% aos 60, 90 e 120 DAP. Já para as doses de 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, não foi observado efeito significativo aos 30 e 60 DAP. Já aos 90 e 120 DAP as variáveis apresentaram comportamento quadrático, com diferença estatística entre os tratamentos de menores e maiores doses de torta de filtro, estando os melhores resultados associados às maiores doses até o nível de 2,0 ton ha<sup>-1</sup>, iniciando posteriormente um decréscimo, sendo que os tratamentos que receberam doses de torta de filtro equivalente a 4,0 ton ha<sup>-1</sup> não apresentaram maior perfilhamento quando comparados aos que receberam 2,0 ton ha<sup>-1</sup>.

A cana-de-açúcar estava em fase de perfilhamento até os 120 dias, fase que se caracteriza por crescimento e emissão intensa de perfilhos. Segundo Segato et al. (2006), a partir desta etapa, a competição entre os perfilhos pelos fatores de crescimento acentua-se, de modo que se constata a diminuição e paralisação deste

processo. Por este motivo a contagem do número de perfilhos não continuou após os 120 dias posteriores ao plantio.

Vale lembrar que a liberação do fósforo presente na torta de filtro para o solo é gradativa, proporcionando um residual médio de 2 a 3 cortes, dependendo do clima da localidade. Segundo Nunes Junior (2008), nos climas tropicais, a torta de filtro apresenta residual por 2 anos e nos climas mais amenos, como o dos Estados de São Paulo e Paraná, a torta de filtro pode agir por 3 anos.

Os resultados positivos de produtividade já eram esperados uma vez que a utilização da torta de filtro, associada ao fertilizante fosfatado, vem sendo adotada como prática em algumas usinas, pois a presença de radicais orgânicos na torta de filtro em decomposição pode ocupar sítios de fixação de fósforo (Rossetto et al., 2008), protegendo este nutriente da reação com os minerais de argila e óxidos de ferro.

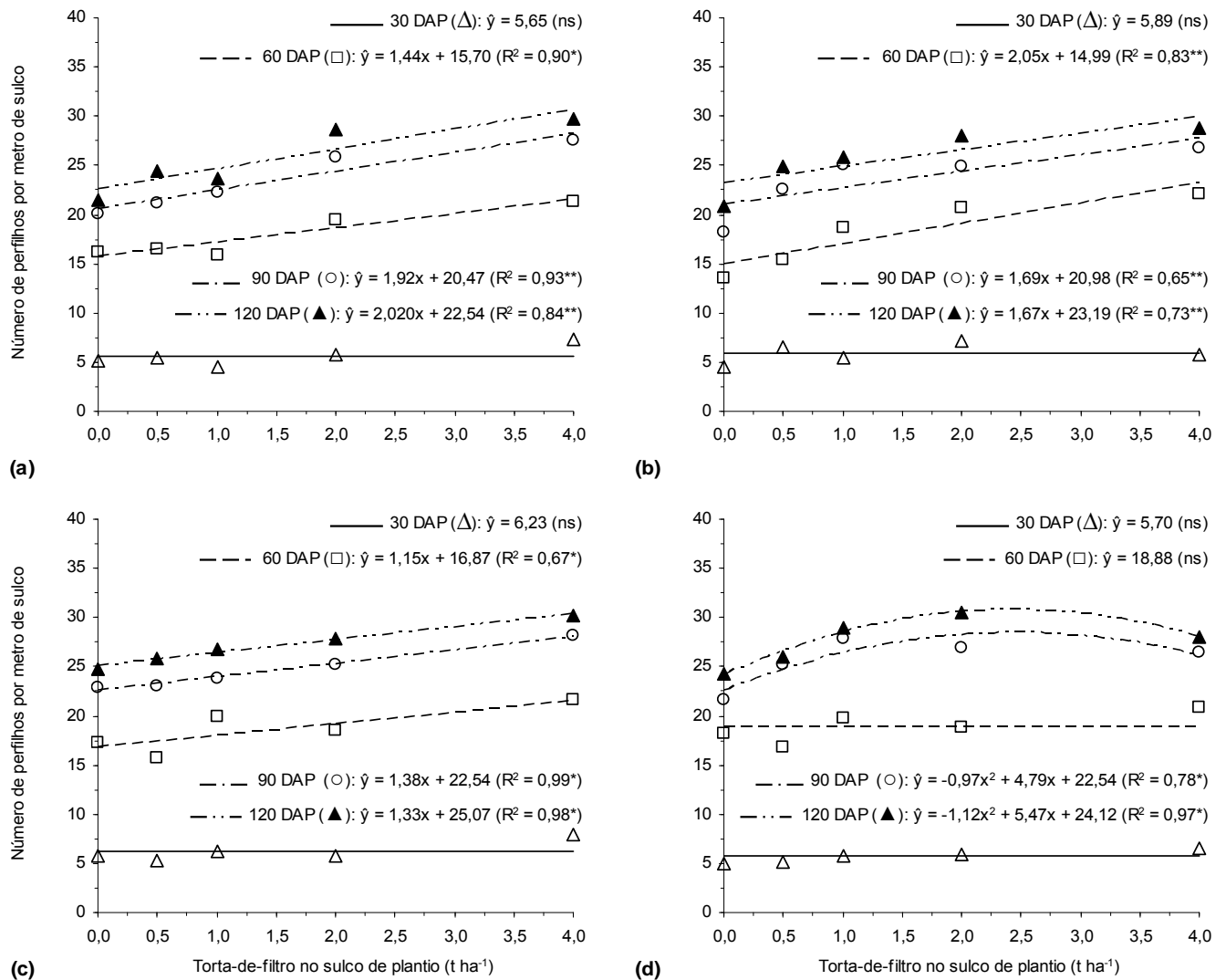


FIGURA 03 - Perfilamento da cana-de-açúcar aos 30 (Δ), 60 (□), 90 (○) e 120 (▲) dias após o plantio da lavoura (DAP), em razão de doses de torta de filtro aplicadas nos sulcos de plantio em misturas com 0 (a) e 50 (b) kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel. \* e \*\* significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. ns: não significativo

Ferreira et al. (1986) trabalharam com dados médios de quatro usinas na safra 1985/85, cana planta, e também encontraram resultados positivos com o uso da torta de filtro. Os autores compararam o tratamento que recebeu 0 ton ha<sup>-1</sup> de matéria

seca de torta de filtro, 25 kg ha<sup>-1</sup> de N, 125 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 125 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O com o tratamento 5 ton ha<sup>-1</sup> de matéria seca de torta de filtro, 0 kg ha<sup>-1</sup> de N, 48 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. O primeiro tratamento apresentou produtividade média de 99,8 toneladas de cana por hectare (TCH), enquanto o segundo, apesar da redução da adubação fosfatada e potássica e a isenção do N, a produtividade obtido foi de 108,5 TCH, diferença de 8,7 TCH devido a utilização da torta de filtro. Em cana soca Ferreira et al. (1986) testaram a aplicação de 0, 5 e 10 ton ha<sup>-1</sup> de torta de filtro com 0 kg ha<sup>-1</sup> de N e de K<sub>2</sub>O. A produtividade média nos tratamentos que receberam 0 ton ha<sup>-1</sup> de torta de filtro foi de 61,3 TCH, 5 ton ha<sup>-1</sup> de 71,6 TCH e com 10 ton ha<sup>-1</sup> foi de 70,0, pouco inferior ao tratamento 5 ton ha<sup>-1</sup> de torta de filtro.

## 4 CONCLUSÕES

A produtividade de colmos (TCH) e o perfilhamento foram influenciados pelas doses de torta de filtro aplicadas no solo. A elevação da produtividade pode ser atribuída ao fornecimento de matéria orgânica, fósforo, cálcio e os demais nutrientes presentes na torta de filtro, e a proteção que esta fornece ao fosfato contra as reações com minerais de argila e óxidos de ferro.

Não é necessária a aplicação de fósforo quando se utiliza doses de 2,0 ton ha<sup>-1</sup> de torta de filtro. Nesta dose, mesmo na ausência de fosfato, a produtividade foi estatisticamente igual a dose máxima de fosfato testada.

É possível fornecer a quantidade adequada e equilibrada de nutrientes, favorecendo o maior aproveitamento do que é aplicado e o maior desenvolvimento da cultura, utilizando a torta de filtro como fonte orgânica para proteger o fosfato, evitando perdas.

As doses de torta de filtro e suas combinações com o fosfato não altera a qualidade do caldo da cana, pois não altera os valores de graus Brix do caldo na colheita.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, G. A. C.; MARINHO, M. L.; ARAÚJO FILHO, J. T. Competição de fontes de fósforo em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 1979, Maceió. **Anais...** Maceió-AL: STAB, 1980. v. 2, p. 319-322.
- ALBUQUERQUE, G. A. C.; MARINHO, M. L. Resposta da cana-de-açúcar a combinações de DAP e hiperfosfato. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 1979, Maceió. **Anais...** Maceió-AL: STAB, 1980. v. 2, p. 323-327.
- ALLEONI, L. R. F.; BEAUCLAIR, E. G. F. Cana-de-açúcar cultivada após milho e amendoim, com diferentes doses de adubo. **Sci. Agric.**, Piracicaba, v. 52, n. 3, p. 409-415, 1995.
- BITTENCOURT, V. C. et al. Torta de Filtro enriquecida. **Revista Idea News**, ano 6, n. 63, p. 2-6, Jan., 2006.
- CÂMARA, G. M. S. Ecofisiologia da cultura da cana-de-açúcar. In: CÂMARA, G. M. S.; OLIVEIRA, E. A. M. (Eds.). **Produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 31-64.
- CANTARELLA, H. et al. Mistura em diferentes proporções de fosfato reativo natural e fosfato solúvel em água para a cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 8., 2002, Recife. **Anais...** Recife, 2002. p. 218-224.
- CASTRO, P. R. C. Aplicações da fisiologia vegetal no sistema de produção da cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FISILOGIA DA CANA-DE-AÇÚCAR, 2000. Piracicaba-SP: **Anais...** Piracicaba: STAB, 2000. p. 1-9.
- CEZAR, M. A. A. et al. Capacidade de fosfatos naturais e artificiais em elevar o teor de fósforo no caldo de cana-de-açúcar (cana-planta), visando o processo industrial. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, v. 5, n. 5/6, p. 32-38, 1987.



CORTEZ, L.; MAGALHÃES, P.; HAPP, J. Principais subprodutos da agroindústria canavieira e sua valorização. **Revista Brasileira de Energia**, v. 02, p. 111-146, 1992.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1999. 412 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologia de Produção de Soja - Região Central do Brasil - 2007**. Londrina: Embrapa Soja, 2006. 225 p.

FERREIRA, E. S.; ZOTARELLI, E. M. M.; SALVIATI, L. Efeitos da utilização da torta de filtro na produtividade da cana-de-açúcar. SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA. 4., 1988, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Copersucar, 1988. p. 321-331.

GARCIA, J. C. **Efeitos da adubação orgânica, associada ou não a adubação química, calagem e fosfatagem, nos rendimentos agrícola e de aguardente teórica da cana-de-açúcar (Saccharum spp)**. 2005. 82 p. Tese (Doutorado) Universidade federal de Lavras - UFLA. Lavras – MG.

GOEDERT, W. J. Efeito residual de fosfatos naturais em solos de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 5, p. 499-506, 1983.

GOEDERT, W. J.; LOBATO, E. Avaliação agronômica de fosfatos em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 8, n. 1, p. 97-102, 1984.

HOLFORD, L. C. R. Soil phosphorus: its measurement and, its uptake by plant. **Australian Journal of Soil Research**, v. 35, p. 227-239, 1997.

KORNDORFER, G. H. Fósforo na cultura da cana-de-açúcar. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. (Eds.). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 2004. p. 290-306.

KORNDORFER, G. H. Importância da adubação na qualidade da cana-de-açúcar. In: SÁ, M. E.; BUZZETTI, S. (Coord.). **Importância da adubação e qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. 437 p.

KORNDORFER, G. H.; ANDERSON, D. L. Use and impact of sugar-alcohol residues vinasse and filter cake on sugarcane production in Brazil. **Sugar y Azucar**, Englewood Cliffs, NJ., n. 92, v. 3, p. 26-35, 1997.

KORNDORFER, G. H. et al. Resposta da cana planta a diferentes fontes de fósforo. **Boletim Técnico Copersucar**, v. 45, p. 31-37, 1989.

LANDELL, M. G. A. et al. Seleção de novas variedades de cana-de-açúcar e seu manejo de produção. **Encarte do Informações Agrônômicas**, n. 110, p. 65, junho 2005.

LEE, R. B. Selectivity and kinetics of ion uptake by barley plants following nutrient deficiency. **Annals of Botany**, v. 50, p. 429-449, 1982.

LIMA FILHO, S. A.; ZAMBELLO JÚNIOR, E.; ORLANDO FILHO, J. Doses e fontes de fósforo em cana-planta no estado de São Paulo. **Saccharum**, São Paulo, v. 5, n. 21, p. 37-43, 1982.

LOGANATHAN, P.; FERNANDO, W. T. Phosphorus sorption by some coconut growing acid soils of Sri Lanka and its relationship to selected soil properties. **J. Sci. Food. Agric.**, v. 31, p. 709-717, 1980.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997.

MILLER, M. H. Effects of nitrogen on phosphorus absorption by plants. In: CARSON, E. W. (Ed.). **The plant root and its environment**. Charlottesville: University Press of Virginia, 1974, p. 634-668.

MIMURA, T. Regulation of phosphate transport and homeostasis in plant cells. **International Review of Cytology**, v. 190, n. 2, p. 149-200, 1999.

NEMA, G. K.; VAIDYA, M. S.; BANGAR, K. S. Response os sugarcane to fertilizer nitrogen and organic manures in black calcareous soils of Madhya Pradesh. **Journal of Soils and Crops**, Madhya Pradesh, v. 5, n. 2, p. 129–132, 1995. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em: 12 de março de 2008.

NOVAIS, R. F. Efeito do tempo de incubação do fosfato de araxá em solos sobre o fósforo disponível. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 4, p. 153-155, 1980.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. T. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. p. 399.

NUNES JUNIOR, D. Torta de Filtro: de resíduo a produto nobre. **Revista Idea News**, ano 8, n. 92, p. 22-30, Junho, 2008.

PENSO, J. S. A. et al. Avaliação da solubilidade de fosfato de Patos. III - Mistura com torta de filtro e vinhaça. **R. Ceres**, v. 29, p. 516-525, 1982.

PRASAD, M. Response of sugarcane to filter press mud and N, P and K fertilizers. I. Effect on sugarcane yield and sucrose content. **Agron. J.**, v. 68, p. 539-43, 1976.

RAIJ, B. van. Et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 284 p.

RAIJ, B. Van et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

RODRIGUES, N. B.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 4.ed. Londrina, 2005. 591 p.

ROSSETTO, R; DIAS, F .L. F. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar: indagações e reflexões. **Encarte do Informações Agronômicas**, n. 110, junho de 2005.

ROSSETTO, R; DIAS, F. L. F.; VITTI, A. C. Problemas nutricionais dos solos nas novas fronteiras canavieiras. **Revista Idea News**, ano 8, n. 94, p. 78-90, Agosto, 2008.

RUFTY, T. W. et al. Phosphate regulation of nitrate assimilation in soybean. **Journal of Experimental Botany**, v. 44, p. 879-891, 1993.

SANTANA, J; SOUZA, S. O. Subprodutos da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 119, p 22-27, nov. 1984.

SANTOS, J. W.; GHEY, H. R. (Eds). **Estatística experimental aplicada**. Campina Grande: Embrapa Algodão/UFPB, 2003. 213 p.

SANTOS, V. R. **Crescimento e produção da cana-de-açúcar em diferentes fontes de fósforo**. 2000. 104 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo.

SCHJORRING, J. K. Nitrate and ammonium absorption by plants growing at a sufficient or insufficient level of phosphorus in nutrient solution. In: LAMERS, H. (Ed.). **Fundamental ecological and agricultural aspects of nitrogen metabolism in higher plants**. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1996. p. 53-58.

SEGATO, S. V.; MATTIUZ, C. F. M.; MOZAMBANI, A. E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V. et. al. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. 1.ed. Piracicaba: Livroceres, 2006. p. 19-36.

VIJAV, K.; VERMA, K. S. Effect of N, P, K, Zn fertilizers and organic manure on plant and ratoon crops of sugarcane and soil fertility under continuous cropping. In: ANNUAL CONVENTION OF THE SUGAR TECHNOLOGY ASSOCIATION OF INDIA, 63, 2001, Jaipur. **Abstracts...** New Delhi: Sugar Technologists Association of India, 2001, p. 135. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em: 12 de março de 2008.

WEBER, H.; BOLSANELLO, J; AZEREDO, D. F. Doses de fósforo em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 1993. Águas de São Pedro. **Anais...** Piracicaba-SP: STAB, 1993. p. 70-75.