

## ASSOCIAÇÕES DE FOSFATOS E TORTA DE FILTRO NA ATIVIDADE MICROBIANA NA CANA SOCA.

Ana Cecília Teixeira Lima Cremonesi<sup>1</sup>; Fabio Fernando de Araújo<sup>2</sup>; Afonso Henrique de Queiroz Dias<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Agronomia na Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, <sup>2</sup> Docente da Faculdade de Agronomia da UNOESTE; <sup>3</sup> Discente do Curso de Agronomia da UNOESTE. E-mail: [anaceciliaactl@bol.com.br](mailto:anaceciliaactl@bol.com.br)

### RESUMO

A adubação fosfatada na cana-de-açúcar tem merecido muita atenção da pesquisa nos últimos anos. O uso de diferentes fontes de fosfatos com variação de origem e de solubilidade tem demandado estudos para comprovação da eficiência no fornecimento de fósforo com redução de perdas ambientais e econômicas. A adubação orgânica com a torta de filtro apresenta-se como prática rotineira nas usinas, substituindo parcialmente o fósforo com ganhos na produtividade. Este projeto busca investigar a melhor proporção de adubação de plantio com duas fontes de fosfatos com avaliação na soqueira da cana-de-açúcar, sendo avaliadas biomassa microbiana e a atividade enzimática da desidrogenase. Não houve efeito das fontes de fósforo e da torta de filtro na biomassa microbiana nos dois períodos analisados, já para desidrogenase a adição apenas do super fosfato simples apresentou melhor desempenho em 2012. A adição de torta de filtro aumentou a atividade enzimática no solo, na segunda avaliação efetuada.

**Palavras chave:** *microrganismos, ácidos orgânicos, desidrogenase, solubilização, fertilizantes.*

### INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, produzindo cerca de 625 milhões de toneladas na safra 2010/2011, com produtividade média de 77,8 t ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2011). Estima-se que cerca de 10% da área cultivada com cana-de-açúcar sejam destinadas à alimentação animal, com uma produtividade média anual de 110 t ha<sup>-1</sup> de forragem, o que corresponde a uma produção em torno de 60 milhões de toneladas de massa verde (CAIONE et al., 2011).

Devido à importância do fornecimento de fósforo (P) para o desenvolvimento, produtividade e longevidade da cultura da cana-de-açúcar e sua alta taxa de fixação nos solos tropicais, torna-se importante o estudo de doses e formas de aplicação desse elemento, em especial, em áreas pouco tradicionais no cultivo dessa cultura (CAIONE et al., 2011). O fósforo apresenta a característica de não propiciar, de modo geral, aumentos de produtividade na cana-soca, sendo até suprimido das adubações de soqueira, entretanto cuidados para uma correta adubação fosfatada no plantio devem ser tomados (REIS JR & MONNERAT, 2002).

Em muitos solos nas áreas de expansão da cana-de-açúcar o fósforo é o nutriente mais limitante. A aplicação da dose adequada de fósforo em cana-planta é da maior importância para o

estabelecimento de uma boa quantidade de perfilhos, o que contribui para a obtenção de soqueiras em melhores condições de produtividade (FELIPE, 2008).

No solo, o fósforo é pouco móvel e com baixa solubilidade, pois é firmemente retido, ou seja, é um nutriente facilmente perdido por percolação e lixiviação. A erosão é a responsável pelas maiores perdas de fósforo, quando ocorrem perdas de matéria orgânica (camada superficial) e partículas coloidais com fósforo (GIRACA, 2012), sendo que a grande perda do P está na fixação por precipitação em solução e adsorção.

O uso de fertilizantes é importante para o desenvolvimento e produção das culturas, e os altos custos dos produtos solúveis contribuem diretamente para reduzir a sua aplicação por agricultores de baixa renda, ou seja, as fontes minerais precisam ser modificadas por processos físicos, químicos ou biológicos para serem fontes efetivas de nutrientes para as culturas. Uma alternativa é a utilização direta de fosfatos naturais ou reativos, mas são muito restritos por causa da baixa reatividade, portanto os fosfatos são usados em forma de pó ou em misturas com os fertilizantes solúveis, visando o seu melhor aproveitamento, graças à sua lenta solubilização no solo (STAMFORD, 2004).

O fósforo existente na torta de filtro é orgânico e sua liberação, tal como, também, do nitrogênio, se dá gradativamente por mineralização e por ataque de microorganismos no solo (SANTOS et al., 2011). Na mineralização da torta de filtro, assim como de outras fontes de matéria orgânica, os microorganismos produzem substâncias quelantes e complexantes que reduzem a fixação do fósforo no solo e também podem produzir substâncias promotoras de crescimento radicular (DINARDO MIRANDA et al., 2010).

O uso de microorganismos com maior habilidade em solubilizar fosfatos de rocha vem recebendo a atenção dos pesquisadores, principalmente pela possibilidade de seu emprego em programas de interação com microorganismos fixadores de N<sub>2</sub> (SAMFORD, 2004). Os microorganismos envolvidos nessa atividade são bactérias e fungos saprófitos que, em ambiente de carência de fósforo, são capazes de solubilizar formas insolúveis de fosfatos, tornando o fósforo disponível para o crescimento bacteriano e para o desenvolvimento de plantas superiores (BRANCO, 2001).

A aplicação de torta de filtro mostrou-se como eficiente no fornecimento de fósforo para a cana-de-açúcar (DINARDO-MIRANDA et al. 2010). Entretanto, existem poucos trabalhos disponíveis na literatura avaliando a associação da torta com o fontes de fosfatos minerais.

O presente trabalho teve como objetivo estudar a melhor proporção na aplicação de duas fontes de fosfatos (superfosfato simples e fosfato reativo) na cana-planta e seus efeitos residuais

na produção de cana-soca, bem como, verificar o efeito da torta de filtro em mistura com essas fontes minerais de P em parâmetros microbiológicos.

## METODOLOGIA

O experimento foi instalado em maio de 2011 em área experimental do Campus II da Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, em Presidente Prudente-SP, em um solo classificado como Argissolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2007). As avaliações efetuadas neste projeto foram na cana-soca após o primeiro corte em junho de 2012.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas pela aplicação de  $150 \text{ Kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  via superfosfato simples (SS) e/ou Fosfato Reativo de Arad (FRA) com diferentes proporções entre SS com FRA. E as subparcelas foram compostas pela presença ou ausência de torta de filtro (TF) no sulco de plantio. Assim, os tratamentos efetivados no plantio foram os seguintes:

1 - 100% SS, com TF e sem TF; 2 – 66% SS e 33% FRA; com TF e sem TF; 3 – 33% SS e 66% FRA, com TF e sem TF; 4 – 100% FRA, com TF e sem TF.

O plantio da cana-de-açúcar ocorreu em abril de 2011 e o primeiro corte foi em junho de 2012, em área previamente preparada com aração e gradagem e calcariada em área total com  $500 \text{ kg ha}^{-1}$  de calcário dolomítico. Realizou-se a abertura dos sulcos de plantio, com espaçamento entre ele de 1,5 m, onde foram efetivadas as adubações com N, K e P, sendo  $30 \text{ Kg ha}^{-1}$  de N, utilizando como fonte o nitrato de amônia,  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , via cloreto de potássio, e  $150 \text{ Kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , utilizando as fontes de acordo com o tratamento experimental, descrito em item 3.2. Os adubos foram pesados e colocados em sacos e levados a área. Em seguida foram aplicados no sulco de plantio, e sobre os mesmos aplicada a torta de filtro, nas subparcelas com esse tratamento, na quantidade de  $20 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Após adubação, foi efetuado o plantio da cana com 18 a 22 gemas por metro linear utilizando-se a variedade RB 86-7515, considerada de elevada rusticidade e recomendada para ambientes de produção com restrição hídrica expressiva (UDOP, 2008). As operações de abertura de sulco e plantio, assim como os tratos culturais para implantação e condução da cultura da cana-de-açúcar foram seguidas por recomendações técnicas de acordo com Raij et. al. (1996).

As unidades experimentais foram constituídas por 5 linhas de plantio, com espaçamento de 1,5 m entre linhas e com 10 m de comprimento, sendo utilizadas para fim de avaliação apenas 3

linhas centrais, descartando 1 m nas extremidade de cada subparcela. Foram deixados carreadores de 3 m entre blocos.

Para as avaliações do experimento, foram retiradas amostras de solo em uma única profundidade (0 – 20 cm), coletando-se de cada subparcela três amostras simples as quais serão depositadas em sacos plásticos, que em seguida homogeneizadas para obter uma amostra composta para fins de análise de disponibilidade de fósforo no solo, da atividade da enzima desidrogenase e de Biomassa Microbiana do Solo.

Análise da atividade da enzima desidrogenase (atividade microbiana), foi pesado 5 g de solo de cada subparcela, e colocado em tubo de ensaio, depois adicionado 2 mL de Tricloro fenil tretazolio 1% e 1 mL de glicose a 0,1%. Agitou e incubou por 18h. Foi feito uma amostra em branco colocando 1ml de glicose e 2 mL de tampão a 0,1M pH 7,6. Após a incubação adicionou 9 mL de metanol nas amostras, inclusive o branco, filtrou e fez a leitura no espectrofotômetro em 530 Nm.

Na Análise de biomassa microbiana no solo (BMS), foi utilizada a metodologia descrita por Figueiredo et al. (2010), onde o solo foi seco em estufa com ventilação a 30º C por 24 horas, após este processo as amostra foram passadas em peneira de 2,0 mm de malha. Depois pesadas em erlenmeyer de 250 mL duas amostras de 50 g de cada parcela, reumedecidas com 3 mL de água destilada para atingir aproximadamente 25% da capacidade de campo de um solo arenoso agitadas para uniformizar a distribuição da umidade e colocada 1 amostra de cada tratamento para irradiar no microondas por 70 segundos. As amostras irradiadas e não – irradiadas foram submetidas à extração com 50 mL de Sulfato de Potássio -  $K_2SO_4$  (0,5 mol L<sup>-1</sup>) por 30 minutos, em agitador rotatório circular. Deixadas decantar e filtradas em papel filtro. A determinação do Carbono nos extratos irradiados e não irradiados foram feitas utilizando-se 10mL do extrato, oriundo dos 50mL após filtração, e adicionando-se em seguida 2mL de  $K_2Cr_2O_7$  (0,066 mol L<sup>-1</sup>), 10mL de  $H_2SO_4$  concentrado e 5mL de  $H_3PO_4$  concentrado. Após o resfriamento foi adicionado 50mL de água destilada. A titulação utilizou-se Sulfato Ferroso Amoniacal (0,04 mol L<sup>-1</sup>) com fenilalanina como indicador.

Os resultados foram submetidos à análise de variância ( $p < 0,05$ ) e ao teste Scott-knott de comparação de médias ao nível de 5% de probabilidade de acordo com procedimentos propostos por Gomes (2000).

## RESULTADOS

De acordo com a tabela 1, os tratamentos com diferentes proporções de adubos e com aplicação e sem de torta de filtro não apresentaram diferença na biomassa microbiana do solo na comparação das médias pela análise de variância ao nível de 5%, nos anos de 2012 e 2013.

**Tabela 1.** Valores médios de biomassa microbiana no solo sob cultivo de cana soca em dois anos consecutivos (2012 e 2013) após a aplicação de diferentes proporções de Super fosfato simples (SS) e Fosfato Reativo de Arad (FRA) associados a introdução de torta de filtro.

Fator	2012	2013
Adubação fosfatada	--(mg de Cmic/Kg de solo)--	--(mg de Cmic/Kg de solo)--
100% SS	73,0 a	18,0 a
66% SS + 33% FRA	62,3 a	18,9 a
33% + 66% FRA	36,2 a	14,6 a
100% FRA	67,9 a	28,2 a
Torta de filtro		
Com	54,2 a	19,4 a
Sem	65,5 a	20,5 a

Letras minúsculas indicam a diferença ao nível de 5%, no teste de Scott-knott.

Os valores médios de atividade enzimática (tabela 2), de acordo com análise de variância, mostraram que os tratamentos com diferentes proporções de adubos apresentaram diferença na comparação pela análise de variância ao nível de 5%, no ano de 2012, apresentando que a aplicação de 100% de super fosfato simples proporcionou aumento da atividade enzimática. Já para os tratamentos com introdução de torta de filtro, apenas em 2013 os mesmos apresentaram-se com maior atividade enzimática comparados com os sem aplicação de torta.

**Tabela 2.** Valores médios de atividade enzimática (desidrogenase) no solo sob cultivo de cana soca em dois anos consecutivos (2012 e 2013) após a aplicação de diferentes proporções de Super fosfato simples (SS) e Fosfato Reativo de Arad (FRA) associados a introdução de torta de filtro.

Fator	2012	2013
Adubação fosfatada	--(mg de TFF/Kg de solo)--	--( mg de TFF/Kg de solo)--
100% SS	9,2 a	3,2 a
66% SS + 33% FRA	4,9 b	3,6 a
33% + 66% FRA	2,2 b	4,0 a
100% FRA	4,4 b	3,6 a
Torta de filtro		
Com	5,8 a	4,9 a
Sem	4,6 a	3,5 b

Letras minúsculas indicam a diferença ao nível de 5%, no teste de Scott-knott.

## DISCUSSÃO

O aumento da atividade da desidrogenase nos tratamentos com torta de filtro, no segundo ano confirma o que foi apresentado no experimento de Araujo et al. (2009) onde a introdução de uma fonte de matéria orgânica, no caso lodo de esgoto, proporcionou aumento da atividade desta enzima.

De acordo com Buzinaro et al. (2009) a atividade da desidrogenase variou significativamente entre os locais com efeito de adubos verdes. Estes resultados sugeriram que o aumento da atividade da desidrogenase pela adição de resíduos vegetais pode indicar um processo de mineralização catalisado pelos microrganismos do solo.

## CONCLUSÕES

Não houve efeito das fontes de fósforo e da torta de filtro na biomassa microbiana nos dois períodos analisados, já para a atividade enzimática (desidrogenase) a adição apenas super fosfato simples na adubação apresentou melhor desempenho em 2012.

A adição de torta de filtro aumentou a atividade enzimática no solo na segunda avaliação efetuada.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, F. F. ; GIL, F. C.; TIRITAN, C. S. Lodo de esgoto na fertilidade do solo, na nutrição de *Brachiaria decumbens* e na atividade da desidrogenase. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, n.1, p.1-6, 2009.

BUZINARO, T. N.; BARBOSA, J. C.; NAHAS, E. Atividade Microbiana do solo em pomar de laranja em reposta ao cultivo de adubos verdes. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal-SP*, v. 31, n. 2, p. 408-415, 2009.

BRANCO, S. M.; MURGEL, P.H.; CAVINATTO, V.M. Compostagem: solubilização biológica de rocha fosfática na produção de fertilizante organomineral. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.6, n.3, jul./set, 2001 e n.4, out./dez, 2001.

CAIONE, G. et al. Modos de aplicação de fósforo em cana-de-açúcar forrageira cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo. **Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.9, n.1, p.1- 11, 2011.

CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento. Cana-de-açúcar, levantamento de produção, safra 2010/2011. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br> > Acesso em: 28 nov.2012

DIANRDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, G.A. Cana-de-açúcar. 01 ed. Campinas, SP: Instituto Agrônômico, 2010.

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007.306p.

FELIPE, D.C. **Produtividade da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) submetida a diferentes épocas de plantio e a adubação mineral.** Dissertação de Mestrado na Área de Concentração em Solos e Nutrição de Plantas do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB, 2008.

FIGUEIREDO, M, V, B. et al. **Biotecnologia aplicada à agricultura: textos de apoio e protocolos experimentais.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Recife, PE; Instituto Agrônômico de Pernambuco, 2010. 761p.

GIRACCA, E.M.; NUNES, J.L.S. **Fósforo.** Disponível em: <[http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes\\_fosforo.aspx](http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes_fosforo.aspx)>. Acesso em: 30 out. 2012.

GOMES, F. P.; Curso de estatística experimental. 14ª Ed. Piracicaba-SP: Editora da Universidade de São Paulo, 2000.477p.

REIS JR, R. A.; MONNERAT, P. H. Diagnose Nutricional da cana-de-açúcar em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.367-372, 2002.

SANTOS, D.H. et al. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, PB, v.15, n.5, p.443-449, 2011.

STAMFORD, N. P et al. Atuação de *Acidithiobacillus* solubilização de fosfato natural em solo de Tabuleira cultivado com jacatupé (*Pachyrhizus erosus*). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p.75-83, 2004.