

FORNECIMENTO DE NUTRIENTES EM LATOSSOLO VERMELHO PSAMÍTICO SUBMETIDO A DOSAGENS DE TORTA DE FILTRO

Antonio Nolla^{1*}, Gregory Fedri¹, Eduardo Jamir Paes Vila¹, Thaynara Garcez da Silva¹,
Adriely Vechiato Bordin¹

¹ Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Ciências Agronômicas, Campus de Umuarama,
Estrada da Paca s/no, Bairro São Cristóvão, Umuarama – PR, CEP: 87020-900. E-mail: anolla@uem.br,
agrofederi@yahoo.com.br, ejpvila@gmail.com, thaynaragarceztg@gmail.com, adrielyvechiato@hotmail.com

*autor correspondente: anolla@uem.br

RESUMO: O cultivo de cana-de-açúcar vem aumentando no mercado brasileiro, principalmente associado ao aumento na demanda de produção por etanol. Assim, o plantio da cana-de-açúcar em solos arenosos vem se expandindo, onde é comum observar-se baixa concentração de nutrientes e um baixo potencial produtivo (<65 t ha⁻¹). Nestas áreas, vem sendo recomendado uso de fertilizantes como a torta de filtro, porém são poucos os estudos que estabelecem critérios e dosagens de fertilização. Assim, foi desenvolvido um estudo para avaliar a eficiência da torta de filtro em fornecer nutrientes para a cultura da cana-de-açúcar, e estabelecer dosagens ideais do resíduo para solos arenosos do noroeste paranaense. Para tal, foi montado um ensaio em vasos preenchidos por um Latossolo Vermelho distrófico psamítico, onde aplicou-se 0, 10, 20 e 40 t ha⁻¹ de torta de filtro. Cultivou-se cana-de-açúcar por um ciclo e avaliou-se 90, 180 e 360 DAE o pH-H₂O, cálcio e magnésio e alumínio trocáveis e potássio e fósforo disponíveis. A aplicação de torta de filtro apresenta capacidade de corrigir a acidez do solo. A aplicação de torta de filtro no solo apresenta potencial de fertilização em função do aumento nos teores de Ca⁺², Mg⁺², K⁺ e P. A aplicação média de 34,25 t ha⁻¹ de torta de filtro possibilitou o maior incremento de nutrientes para o solo testado.

PALAVRAS-CHAVE: solo arenoso; fertilizante orgânico, dosagem ideal de fertilização.

NUTRIENT SUPPLY IN PSAMITIC RED LATOSOL SUBJECTED TO FILTER CAKE DOSAGES

ABSTRACT: Sugarcane cultivation has been increasing in the Brazilian market, mainly due to the increased demand for ethanol production. Consequently, sugarcane planting in sandy soils, where low nutrient concentrations and low production potential (<65 t ha⁻¹) are common, has been expanding. Fertilizers such as filter cake have been recommended in these areas, but few studies establish fertilizer criteria and dosages. Therefore, a study was developed to evaluate the efficiency of filter cake in providing nutrients to sugarcane crops and to establish ideal dosages of the residue for sandy soils in northwestern Paraná. To this end, a test was conducted in pots filled with a psammitic dystrophic Red Latosol, where 0, 10, 20, and 40 t ha⁻¹ of filter cake were applied. Sugarcane was grown for one cycle, and pH-H₂O, exchangeable calcium, magnesium, and aluminum, and available potassium and phosphorus were evaluated at 90, 180, and 360 DAE. The application of filter cake has the ability to correct soil acidity. The application of filter cake to the soil has fertilization potential due to the increase in the levels of

Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ and P. The average application of 34.25 t ha⁻¹ of filter cake allowed the greatest increase in nutrients for the tested soil.

KEY WORDS: sandy soil; organic fertilizer, ideal fertilization dosage.

INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) tem se destacado no mercado agroindustrial brasileiro, devido ao aumento na produção de etanol e açúcar. Por isso, a substituição dos combustíveis fósseis aumentou a demanda de etanol, impulsionando o cultivo da cana-de-açúcar no País (Silva e Freire, 2024).

Assim, a expansão do setor canavieiro tem aumentando o interesse pelo cultivo de cana-de-açúcar em áreas de solos arenosos, como a região noroeste do estado do Paraná. Estes solos apresentam uma baixa concentração de nutrientes (Ca<1,0 e Mg<0,4 cmolc kg⁻¹ e K< 30 mg kg⁻¹), um baixo potencial produtivo (<65 t ha⁻¹) e textura arenosa (argila<200 g kg⁻¹). Desta forma, é fundamental para o desenvolvimento de culturas como a cana-de-açúcar a correção da acidez do solo e a aplicação de fertilizantes, para que seja possível atingir o potencial produtivo dos solos sob cultivo. Para isto, tem sido recomendada a utilização de fertilizantes químicos ou orgânicos para a obtenção de melhores rendimentos no cultivo da cana-de-açúcar (Nolla et al., 2009).

Uma alternativa para a fertilização de solos arenosos tem sido a utilização de resíduos orgânicos, por apresentarem menores problemas relacionados à volatilização, lixiviação e fixação de nutrientes, quando comparados às fontes minerais. Desta forma, em áreas produtoras de cana-de-açúcar têm sido utilizados resíduos provenientes da indústria sucroalcooleira, como é o caso da vinhaça e a torta de filtro (Lelis Neto, 2008).

Dentre os benefícios dos resíduos da indústria sucroalcooleira, a torta de filtro caracteriza-se pelo fornecimento de cálcio, magnésio, fósforo e potássio, além da matéria orgânica, capaz de propiciar maior capacidade de retenção de água, diminuindo problemas de estresse hídrico, comumente observados em solos arenosos (Fidalski, 1997).

No entanto ainda são escassas as informações relacionadas à recomendações de dosagens adequadas e critérios para a utilização do fertilizante orgânico em solos de textura arenosa (Vasconcelos et al, 2010). É importante destacar que o uso excessivo de resíduos sem

definir a dosagem ideal, pode propiciar problemas de toxidez e contaminação de mananciais d'água e lençol freático pelo escoamento superficial e/ou lixiviação. Alguns estudos indicam que o uso dos resíduos para fins de fertilização proporciona aumentos na concentração dos nutrientes no perfil do solo, resultando em aumento da produtividade da cultura. Porém são incipientes os estudos que estabelecem critérios e dosagens de torta de filtro para solos arenosos.

O trabalho foi desenvolvido com o intuito de avaliar a eficiência da torta de filtro em fornecer nutrientes para a cana-de-açúcar, de forma a estabelecer dosagens ideais do resíduo para um Latossolo arenoso do noroeste paranaense.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Estadual de Maringá (UEM), *campus* Regional de Umuarama. Utilizou-se como base experimental um Latossolo Vermelho distrófico psamítico (EMBRAPA, 2006), sob campo natural (Tabela 01). Utilizou-se este solo em função da acidez e baixa fertilidade, o que justifica o estudo de fertilizantes que resultem em bom crescimento para a cana-de-açúcar.

Tabela 01 - Caracterização química e teor de argila (0-0,20m) de um Latossolo Vermelho distrófico psamítico sob campo natural utilizado como base experimental

pH	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	P	V	m	Argila
H ₂ O	-----cmol _c dm ⁻³ -----			-----mg dm ⁻³ -----		-----%-----		g kg ⁻¹
4,1	1,3	0,66	0,23	27,37	5,5	16,22	57,52	120

Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ - extraídos com KCl mol L⁻¹; P, K, extraídos com Melhlich 1; V = saturação por bases; m = saturação por alumínio.

A montagem do experimento iniciou com o preenchimento de tambores de 200 litros (0,85 m X 0,54 m) com o Latossolo Vermelho distrófico psamítico (0 – 0,20 m) que serviu como base experimental. Posteriormente, aplicou-se torta de filtro nas dosagens de 0, 10, 20 e 40 t ha⁻¹. Estas dosagens se basearam nos trabalhos obtidos por Donzelli & Penatti (1997), os

quais observaram máxima produtividade na faixa de 21 t ha⁻¹ de torta de filtro. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com quatro repetições.

A torta de filtro estabilizada, utilizada para a efetivação dos tratamentos, foi cedida pela Usina Goioerê - Moreira Sales – PR, cuja caracterização química está descrita na tabela 02. Percebe-se elevados teores de cálcio, potássio e magnésio e baixas concentrações de fósforo comparadas com as médias encontradas nos resíduos por Malavolta et al. (2002).

Tabela 02 - Caracterização química da torta de filtro utilizada no experimento obtida na Usina Goioerê

Umidade	pH	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N total
105 ⁰ C	H ₂ O	-----%				
51	5,9	0,02	1,39	6,50	1,21	0,97

Após o preenchimento dos tambores, os tratamentos com torta de filtro foram aplicados de forma manual, incorporando-se o resíduo no solo, simulando os tratos culturais realizados na cultura da cana-de-açúcar cultivada na lavoura. Na sequência, foi efetuado o plantio da cana-de-açúcar, variedade RB 855156. Esta variedade foi escolhida pela rusticidade e adaptabilidade em solos arenosos com baixa fertilidade natural (Universidade Estadual de São Carlos, 2008).

As gemas plantadas foram previamente submetidas a um tratamento térmico. O plantio foi realizado no dia 07/08/2009, utilizando-se 15 gemas (toletes) por tambor, que foram plantadas a 0,30 m de profundidade. Posteriormente, foi efetuado o fechamento das covas, sendo adicionados os tratamentos de torta de filtro. Na superfície do solo, adicionaram-se restos culturais da cana-de-açúcar, simulando o sistema de plantio direto.

O desbaste da cana-de-açúcar foi efetuado aos 60 dias após a emergência (DAE), permanecendo seis plantas de cana por tambor. Durante a fase de desenvolvimento da cana-de-açúcar, foi procedida a irrigação manual nas épocas de seca.

Os atributos químicos do solo analisados aos 90, 180 e 360 DAE (camada de 0,20m) foram: pH-H₂O; cálcio, magnésio e alumínio trocáveis (KCl 1 mol L⁻¹); potássio e fósforo disponíveis, todos conforme Tedesco et al. (1995).

Os resultados foram submetidos à análise de regressão (5% de erro) empregando-se o

programa SISVAR (Ferreira, 2011). Para obtenção dos tratamentos que resultavam no melhor desenvolvimento da cana-de-açúcar, utilizaram-se as primeiras derivadas das equações de regressão obtidas dos atributos químicos do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 90 dias após a emergência (90 DAE), observou-se que a aplicação de torta de filtro promoveu um aumento significativo no pH do solo, alcançando valores de até 5,4, em comparação ao valor registrado na área da testemunha, que foi de 4,8. Esse incremento evidencia a capacidade corretiva do resíduo orgânico sobre a acidez do solo. Nas avaliações subsequentes, realizadas aos 180 e 360 dias após a emergência (180 e 360 DAE), essa tendência de elevação do pH foi mantida, atingindo valores de até 5,6, conforme apresentado na Figura 01. Esses resultados confirmam o potencial da torta de filtro em modificar positivamente a acidez do solo ao longo do tempo (Figura 01A), contribuindo para a melhoria das condições químicas do ambiente radicular.

De acordo com os estudos conduzidos por Dee et al. (2003), essa elevação do pH, ou alcalinização, está relacionada a processos bioquímicos decorrentes da decomposição da matéria orgânica presente na torta de filtro. Mais especificamente, ocorre a descarboxilação do carbono orgânico, processo no qual grupos carboxílicos são liberados como dióxido de carbono (CO_2). Esse fenômeno resulta na redução da concentração de íons hidrogênio (H^+) no solo, o que provoca a elevação do pH. Assim, a torta de filtro parece atuar não apenas como fonte de nutrientes, mas também como corretivo da acidez, promovendo um ambiente mais favorável ao desenvolvimento das plantas.

Ocorreu também uma expressiva diminuição na concentração de alumínio trocável (Al^{3+}) nas três épocas de avaliação analisadas ao longo do experimento (Figura 01B). Essa redução foi observada de forma progressiva ao longo do tempo, com teores de Al^{3+} decrescendo para 0,66; 0,53 e 0,42 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente aos 90, 180 e 360 dias após a emergência (DAE), quando comparados aos valores da testemunha, que apresentaram uma concentração inicial de 0,98 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Esse comportamento indica que a aplicação da torta de filtro não apenas elevou o pH do solo, mas também foi eficiente na redução da toxidez por alumínio, que é um dos principais fatores limitantes à produtividade em solos ácidos.

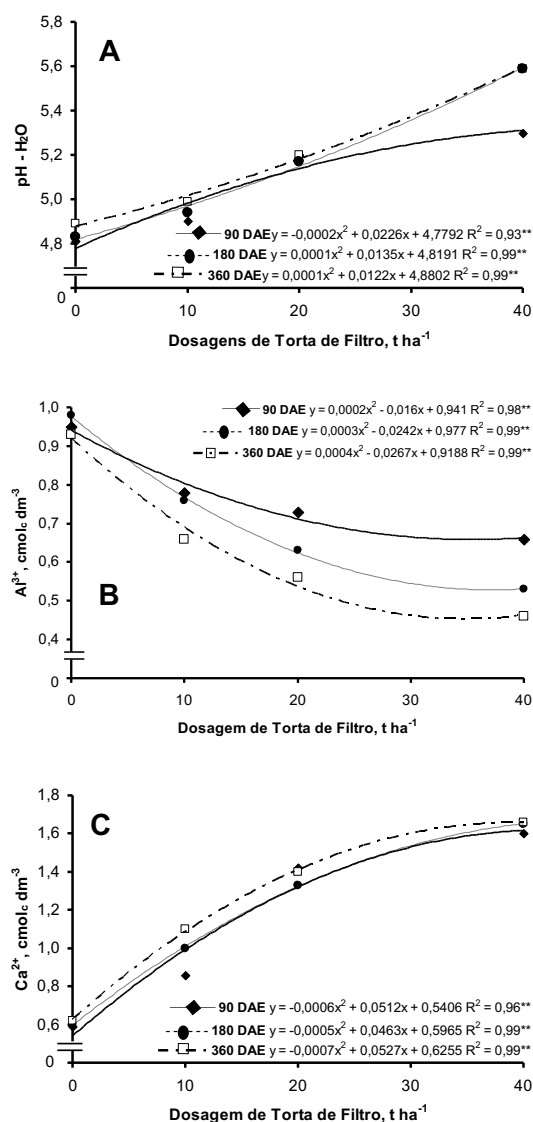


Figura 01 - Atributos químicos do Latossolo Vermelho Psamítico (0- 20 cm) em três épocas de amostragem: 90, 180 e 360 dias após a emergência - DAE (A= pH-H₂O, B= Alumínio trocável, C= Cálcio trocável) em função da aplicação de doses de torta de filtro. ** significativo a 5% de erro.

A diminuição do Al³⁺ pode ser atribuída, segundo Arreola-Enríquez et al. (2004), à presença de compostos orgânicos com propriedades quelatantes contidos no resíduo da torta de filtro. Esses compostos formam complexos estáveis com os íons de alumínio, tornando-os indisponíveis na solução do solo e, conseqüentemente, reduzindo sua atividade e toxicidade para as plantas. Os radicais orgânicos liberados durante a decomposição do resíduo interagem

com o Al^{3+} por meio de ligações químicas, formando estruturas que impedem a livre circulação desses íons na solução do solo. Esse processo não apenas reduz os impactos negativos do alumínio sobre o sistema radicular das plantas, como também contribui para o equilíbrio químico do solo e melhora a disponibilidade de outros nutrientes essenciais.

A aplicação de torta de filtro promoveu um aumento significativo nos teores de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) no solo, atingindo concentrações de até 1,75 e 0,42 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente (Figura 01C e 02A). Esses valores representam um avanço expressivo nas

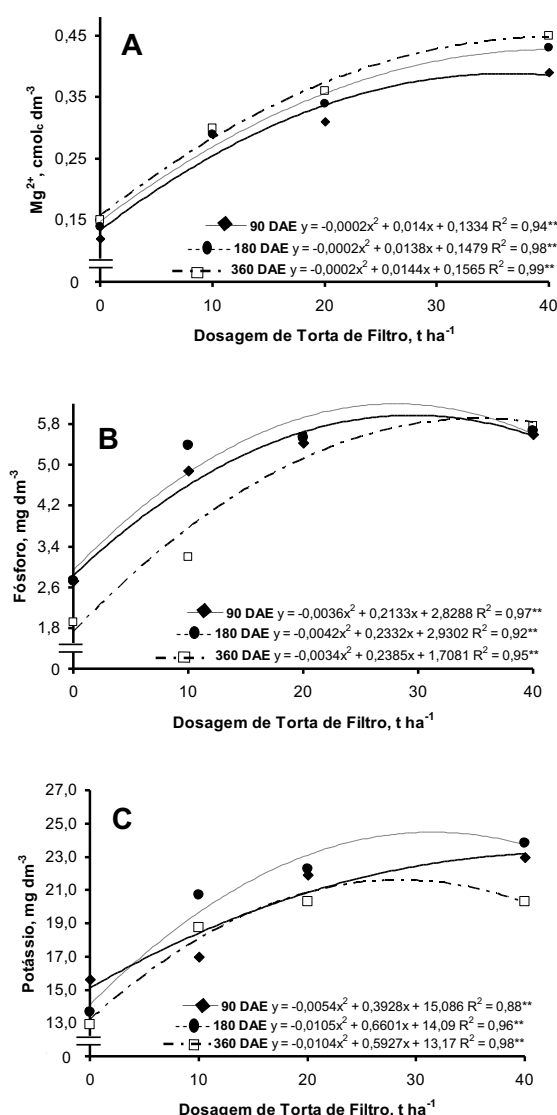


Figura 02: Atributos químicos do do Latossolo Vermelho Psamítico (0- 20 cm) em três épocas de amostragem: 90, 180 e 360 DAE (A= Magnésio trocável, B= Fósforo disponível e C= Potássio disponível) em função de doses de torta de filtro. ** significativo a 5% de erro.

condições químicas do solo, especialmente quando comparados às áreas sem aplicação do resíduo, e evidenciam a atuação da torta de filtro como uma importante fonte de nutrientes. Esse comportamento reforça o papel do resíduo orgânico como um insumo agrícola de caráter fertilizante, particularmente benéfico em solos de baixa fertilidade natural e reduzida capacidade de troca de cátions (CTC), como é o caso dos solos arenosos da região noroeste do estado do Paraná (Sambatti, 2003).

Esses solos, devido à sua textura mais leve e baixo teor de matéria orgânica, apresentam limitações quanto à retenção de nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas. A adição da torta de filtro, rica em compostos orgânicos e minerais, contribui para melhorar essa retenção, disponibilizando gradualmente elementos como Ca^{2+} e Mg^{2+} ao sistema radicular. Os resultados obtidos neste estudo corroboram os achados de Omar (2009), que também observou elevações significativas nos teores de cálcio e magnésio em solos arenosos após a aplicação de torta de filtro, demonstrando a consistência dos efeitos positivos desse tipo de resíduo em diferentes contextos de solo. Esses aumentos favorecem o equilíbrio nutricional e o desenvolvimento das plantas, reduzindo a necessidade de fontes minerais convencionais para suprimento desses cátions.

A partir da análise das derivadas das equações de regressão apresentadas nas Figura 1C e Figura 2A, foi possível estimar de forma precisa a dosagem ideal de torta de filtro necessária para alcançar os teores máximos dos nutrientes cálcio e magnésio no solo (Tabela 3). Os dados indicaram que os melhores incrementos desses cátions ocorreram com a aplicação de 38 t ha^{-1} de torta de filtro para o cálcio e 36 t ha^{-1} para o magnésio, (Tabela 3). Esses resultados destacam a eficácia do resíduo orgânico na correção e suplementação de nutrientes em solos com baixa fertilidade natural.

Embora Prasad (1976) tenha observado melhores respostas agronômicas em aplicações de até 20 t ha^{-1} de torta de filtro, a diferença entre esse valor e as dosagens observadas neste estudo não representa um risco de contaminação ambiental ou toxicidade do solo a longo prazo. Isso se deve ao fato de que a torta de filtro utilizada possui concentrações relativamente baixas de nutrientes, incluindo cálcio e magnésio, como evidenciado na Tabela 1. Assim, mesmo em doses mais elevadas, a aplicação do resíduo se mantém segura do ponto de vista agrônomo e ambiental, favorecendo o acúmulo gradual de nutrientes sem provocar desequilíbrios químicos no solo.

Tabela 03: Dosagens de máxima eficiência técnica da utilização doses de torta de filtro em relação ao fornecimento de nutrientes, aos 90, 180 e 360 dias após a emergência

Atributo	Época (dias)	PMET ¹
Ca ²⁺	90	-
	180	-
	360	38
	MÉDIA	38
Mg ²⁺	90	35
	180	34
	360	38
	MÉDIA	36
K ⁺	90	36
	180	31
	360	28
	MÉDIA	32
P	90	30
	180	28
	360	35
	MÉDIA	31

PMET – Ponto de Máxima eficiência técnica do uso de torta de filtro – t ha⁻¹

Com relação aos teores de fósforo disponível no solo, verificou-se um aumento nas três épocas de avaliação (90, 180 e 360 DAE), conforme ilustrado na Figura 2B. Em comparação com a concentração inicial da testemunha, que foi de 1,92 mg dm⁻³, os incrementos de fósforo foram significativos, sendo que as doses de 30, 28 e 35 t ha⁻¹ de torta de filtro resultaram nos

maiores aumentos de fósforo disponível nas respectivas épocas de análise. Esses resultados demonstram que a torta de filtro possui capacidade real de disponibilizar fósforo ao solo, com ganhos que chegaram a ser até três vezes superiores à concentração inicial, refletindo o seu potencial como fonte alternativa e sustentável desse nutriente.

Jorge (2007) também relatou comportamentos semelhantes em estudos realizados com solos tratados com torta de filtro, nos quais os teores de fósforo apresentaram aumentos na faixa de 2,5 a 3 vezes em relação aos níveis iniciais. Isso reforça a consistência dos efeitos observados neste trabalho e destaca a relevância da torta de filtro como corretivo e fertilizante orgânico, sobretudo em solos pobres em fósforo disponível.

Adicionalmente, a partir da derivação das equações de regressão representadas na Figura 2B, foi possível estimar com maior exatidão a faixa de dosagem da torta de filtro mais eficiente para a elevação dos teores de fósforo no solo. A dosagem ideal variou entre 28 e 35 t ha⁻¹, sendo que a média estimada para obtenção do maior incremento de fósforo foi de aproximadamente 31 t ha⁻¹, conforme indicado na Tabela 1. Esses achados estão em concordância com os resultados apresentados por Nardin (2007), que também identificou ganhos significativos nos teores de fósforo após a aplicação de torta de filtro em diferentes condições de solo, comprovando a eficácia do resíduo na liberação gradual desse nutriente essencial à nutrição vegetal.

Para o potássio (K⁺), verificaram-se aumentos nos teores médios no solo estudado, quando comparado com a testemunha (14,07 mg dm⁻³). Com a aplicação da torta de filtro, observou-se incremento nas três épocas de avaliação, (Figura 2C). O teor de potássio aumentou para 23 e 23,85 mg dm⁻³ aos 90 e 180 DAE. Aos 360 DAE, a concentração ainda se manteve superior à inicial, com 20,33 mg dm⁻³. Esses resultados evidenciam a capacidade da torta de filtro em contribuir significativamente com o aporte de potássio ao solo, tornando-se uma alternativa viável de adubação orgânica, especialmente em solos arenosos, que são naturalmente pobres em nutrientes e apresentam baixa capacidade de troca de cátions (CTC), sendo carentes de potássio disponível para as plantas.

O uso da torta de filtro como fonte alternativa de K⁺ pode ser especialmente benéfico em regiões onde o custo de fertilizantes minerais é elevado ou onde se busca práticas mais sustentáveis de manejo do solo. A presença de potássio em quantidades suficientes é fundamental para o crescimento das plantas, pois este nutriente participa de diversos processos

fisiológicos, como a regulação osmótica, transporte de açúcares e ativação enzimática (Salisbury e Ross, 2012). Os dados obtidos neste estudo indicam que a torta de filtro pode suprir, ao menos parcialmente, a demanda das culturas por esse nutriente, sendo uma opção promissora para a melhoria da fertilidade do solo.

Estudos realizados por Arreola-Enríquez et al. (2004) também demonstram resultados semelhantes, com acréscimos nos teores de potássio na ordem de 1,5 vezes os valores iniciais, após a aplicação de torta de filtro em solos de textura franco argilo arenosa (com teor de argila de 380 g kg⁻¹). Além do aumento nos teores de K⁺, esses autores observaram um impacto positivo direto na produtividade agrícola, com incrementos de até 40% na produção de colmos de cana-de-açúcar. Esses resultados confirmam a efetividade do resíduo não apenas na fertilidade do solo, mas também no desempenho agrônomo das culturas.

A partir da derivação da equação de regressão descrita na Figura 2C, foi possível determinar a faixa de dosagem da torta de filtro que resultou nos maiores incrementos nos teores de potássio no solo. As estimativas indicaram que a resposta ideal ao resíduo orgânico foi obtida com doses variando entre 28 e 36 t ha⁻¹, sendo a média de 32 t ha⁻¹, (Tabela 3). Essa faixa representa a dose de equilíbrio entre fornecimento adequado do nutriente e manutenção da qualidade do solo, sem exceder limites que possam gerar perdas ou desequilíbrios.

Arreola-Enríquez et al. (2004), ao realizarem experimentos em solo de textura argilosa, identificaram que as melhores respostas ocorreram com doses inferiores, entre 10 e 15 t ha⁻¹ de torta de filtro. Essa discrepância entre os resultados pode ser atribuída principalmente às diferenças na composição química do resíduo utilizado, bem como às características físicas dos solos avaliados. Solos arenosos, como os utilizados no presente estudo, possuem menor capacidade de retenção de potássio devido à baixa CTC e maior porosidade, o que favorece perdas do nutriente por lixiviação ao longo do tempo.

Além disso, conforme destacado por Werle et al. (2008), os solos com maior proporção de areia apresentam menor habilidade de manter o potássio retido na fase sólida do solo, especialmente em condições de chuva intensa ou irrigação excessiva, aumentando a necessidade de doses mais elevadas de fontes potássicas para compensar as perdas e garantir disponibilidade adequada às plantas. Portanto, a diferença nas doses ideais entre os estudos pode ser explicada tanto pelo tipo de solo quanto pela dinâmica do potássio em ambientes com diferentes capacidades de adsorção.

CONCLUSÕES

A aplicação de torta de filtro apresenta capacidade de corrigir a acidez do solo. A aplicação de torta de filtro no solo apresenta potencial de fertilização em função do aumento nos teores de Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^{+} e P. A aplicação média de $34,25 \text{ t ha}^{-1}$ de torta de filtro possibilitou o maior incremento de nutrientes para o solo testado.

REFERÊNCIAS

- ARREOLA-ENRIQUEZ, J.; PALMA-LÓPEZ, D. J.; SALGADO-GARCÍA, S.; CAMACHO-CHIU, W.; OBRADOR-OLÁN, J. J.; JUÁREZ-LÓPEZ, J. F.; PASTRANA-APONTE, L. Evaluación de abono organo-mineral de cachaza en la producción y calidad de la caña de azúcar. **Terra Latinoamericana**, Chapingo, v. 22, n.3, p.351-357, 2004.
- DEE, B. M.; HAYNES, R. J.; GRAHAM, M. H. Changes in soil acidity and the size and activity of the microbial biomass in response to the addition of sugar mill wastes. **Biological Fertilizers and Soils**, Heidelberg, v.37, p.47-54, 2003.
- DONZELLI, J. L.; PENATTI, C. P. **Manejo do solo classificado como Latossolo Roxo Ácrico**. Piracicaba: Centro de Tecnologia Copersucar, 1997, 8p. (Relatório técnico)
- EMBRAPA. – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Embrapa Solos: Brasília, 2006. 306p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FIDALSKI, J. Fertilidade do solo sob pastagens, lavouras anuais e permanentes na região noroeste do Paraná. **Revista Unimar**, Marília, v.19, n.3, p.853-861, 1997.
- JORGE, R. A. B. Torta de filtro e turfa na mitigação de solo. IN: JOSEPH JUNIOR, H. (Ed.) **Flex fuel technology in Brazil**. São Paulo: Anfavea energy and environment division, 2007. 21 p.
- LELIS NETO, J. A. **Monitoramento de componentes químicos da vinhaça aplicados em diferentes tipos de solo**. 2008. 89p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Adubos & adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200p.

NARDIN, R. R. Torta de filtro aplicada em Argissolo e seus efeitos agrônômicos em duas variedades de cana-de-açúcar colhidas em duas épocas. 2007. 51p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Produção Agrícola) Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2007.

NOLLA, A.; PALMA, I. P.; SANDER, G.; VOLK, L. B. S.; SILVA, T. R. B. Desenvolvimento de milho submetido à aplicação de calcário e silicato de cálcio em um Argissolo arenoso do noroeste paranaense. **Revista cultivando o saber**, Cascavel, v.2, n.1, p.154-162, 2009.

OMAR, Y. S. M. **Effects of sugar cane filter cake compost on selected characteristics of bris soil and growth of maize**. 2009. 25p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - University Putra Malaysia, Malaysia, 2009.

PRASAD, M. Response of sugarcane to filter press mud and N, P and K fertilizers. I. Effect on sugarcane yield and sucrose content. **Agronomy Journal**, Madison, v.68, n.1, p. 539-543, 1976.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Fisiologia das Plantas**. 4 Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 792 p.

SAMBATTI, J. A.; SOUZA JUNIOR, I. G.; COSTA, A. C. S.; TORMENA, C. A. Estimativa da acidez potencial pelo método do pH SMP em solos da formação Caiuá: noroeste do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v.27, n.2, p.257-264, 2003.

SILVA, F.C.; FREIRE, F.J.; **Inovação e desenvolvimento em cana-de-açúcar : manejo, nutrição, bioinsumos, recomendação de corre- tivos e fertilizantes**. Brasília: Embrapa, 2024. 471p.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2 Ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. **Programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar**. Variedade RB. São Carlos: UFSCAR, 2008. 31p.

VASCONCELOS, R. F. B.; CANTALICE, J. R. B.; SILVA, A. J. N.; OLIVEIRA, V. S.; SILVA, Y. J. A. B. Limites de consistência e propriedades químicas de um latossolo amarelo distrocoeso sob aplicação de diferentes resíduos da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v.34, n.2, p. 639-648, 2010.

WERLE, R.; GARCIA, R. A.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.4, p.2297-2305, 2008.