Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

TORTA DE FILTRO E MICRONUTRIENTES NO PLANTIO DE CANA-DE-AÇÚCAR

FILTER PIPE AND MICRONUTRIENTS IN THE SUGAR CANE

Ademir José Mialichi Júnior[I]
Amado Batista Alves[II]
Claudemir Bazela[III]
Flaviana Andrade Faria[IV]

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar a resposta da cultura de cana-de-açúcar à adubação mineral, torta de filtro e Nutry Cana Micronutrientes, no sulco de plantio e via foliar. O experimento foi conduzido a campo em blocos casualizados, onde foram estabelecidos 5 tratamentos de adubação de plantio (T0, T2, T3, T4 e T5) com cinco repetições. Avaliou-se o desenvolvimento da cultura aos 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio, e a produtividade 12 meses após o plantio, período em que se compreende a maturação fisiológica da cultura. Foi possível atingir produtividades elevadas de cana-de-açúcar reduzindo a dose recomendada de fertilizantes minerais, complementando com a adubação orgânica proveniente da torta de filtro, e a aplicação de micronutrientes via tolete e via foliar. A cana-de-açúcar mostrou resposta positiva quanto à aplicação em conjunto desses fertilizantes, onde foi verificado um ganho de 27,6 Kg nos colmos por metro linear no tratamento T5, maximizando o efeito sobre a produtividade e reduzindo os custos com fertilizantes minerais.

Palavras-chave: *Saccharum officinarum* L. Produtividade de cana-de-açúcar. Adubação de plantio.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the response of the sugarcane crop to the mineral fertilization, filter cake and Nutry Cana Micronutrientes, in the planting groove and foliar route. The experiment was conducted in a randomized block, where five treatments were established (T0, T2, T3, T4 and T5) with five replications. The development of the crop was evaluated at 30, 60, 90 and 120 days after planting, and the productivity 12 months after planting, during which period the physiological maturation of the crop is understood. It was possible to reach high yields of sugarcane reducing the recommended dose of mineral fertilizers, complementing with the organic fertilization from the filter cake, and the application of micronutrients via tolete and foliar route. The sugarcane showed a positive response to the joint application of these fertilizers, where a gain of 27.6 kg in the stems per

[I] Graduado em Agronomia do Centro Universitário do Norte Paulista (UNORP). E-mail: junior.agricola@yahoo.com.br
[II] Graduado em Agronomia do Centro Universitário do Norte Paulista (UNORP). E-mail: batistaamado2014@bol.com.br
[III] Graduado em Agronomia do Centro Universitário do Norte Paulista (UNORP). E-mail: claudemirbazela@bol.com.br
[IV] Doutoranda em Química pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Araraquara - Docente do Curso de Engenharia Civil da Universidade Paulista (UNIP), campus de São José do Rio Preto. E-mail: flaviandradefaria@gmail.com

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

linear meter in the T5 treatment was verified, maximizing the effect on the productivity and reducing the costs with mineral fertilizers.

Keywords: *Saccharum officinarum L*. Sugarcane productivity. Planting fertilization.

Data de submissão do artigo: 06/11/2020.
Data de aprovação do artigo: 23/12/2020.
DOI: 10.52138/citec.v12i1.167

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L*.) é uma das principais culturas brasileira, cultivada em cerca de 9,0 milhões de hectares, com grande abrangência nas áreas agricultáveis do Centro Sul do País. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com cerca de 647 milhões de toneladas processadas na safra 2017/2018. A Região Centro-Sul (que agrega os Estados das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste) responde por 90% deste volume, enquanto os 10% restantes cabem aos Estados da região Norte-Nordeste. É também, o primeiro do mundo na produção de açúcar e o segundo maior produtor de etanol, seguido dos EUA. O estado de São Paulo destaca-se como o principal estado produtor, onde foram processadas na safra de 2017/18, 349 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, ocupando uma área de 4.558,4 milhões de hectares, o que representa mais da metade da quantidade de toneladas processada (CONAB, 2018).

Com o desenvolvimento tecnológico, a cultura da cana-de-açúcar tem conquistado, cada vez mais, o mercado externo visando à produção de biocombustíveis como alternativa energética (MAPA, 2011). Segundo Barbosa (2011), essa expansão do cultivo promove à diminuição da dependência pelos combustíveis fósseis e a diversificação da matriz energética, atenuando os efeitos do aquecimento global.

Segundo o Instituto de Economia Aplicada de São Paulo (IEA, 2006), a demanda crescente no mercado interno e externo por combustíveis renováveis, especialmente o álcool, atrai novos investimentos para a formação de novas áreas de cultivo da cana-de-açúcar para indústria.

A cultura da cana-de-açúcar possui grande relevância para a economia brasileira, pois trata-se da matéria-prima estratégica na produção do açúcar e álcool, além de seus subprodutos como bagaço, torta de filtro, vinhaça, palha, os quais são utilizados como fertilizantes químicos e orgânicos e combustíveis, gerando também eletricidade. Para suprir a crescente demanda pelos produtos e subprodutos da cana, a unidade produtiva deve buscar a eficiência em todos os estágios de produção, para que ao final seja extraído o maior volume de produtos a partir dos recursos existentes. Dessa forma a usina deve empregar as melhores práticas de plantio, cultivo, colheita, uso da terra e mecanização, tanto na etapa agrícola, como na indústria, para que o negócio atenda às necessidades do mercado consumidor e, também, seja viável financeiramente para o produtor (OLIVEIRA *et al.,* 2012).

O cultivo da cana-de-açúcar é classificado como semiperene por possibilitar várias colheitas e cortes, o que promove a diminuição da fertilidade dos solos ao longo dos anos, pela ampla extração dos nutrientes, resultando na necessidade de reposição e reforma dos canaviais (OLIVEIRA; PEREIRA; VIEIRA, 2012).

Com a expansão da cultura canavieira e a incorporação de novas áreas, geralmente de baixa fertilidade, é muito importante que se recupere a fertilidade dos solos para obtenção de

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

rendimentos econômicos, tanto na produção de açúcar quanto na de energia renovável (AMBROSANO *et al.,* 1997).

Os solos cultivados são limitantes para a produção de alimentos, para tanto, a avaliação da fertilidade química dos solos é útil para a definição das quantidades e tipos de fertilizantes, corretivos e manejo geral que devem ser aplicados visando à manutenção ou à recuperação de sua produtividade (RONQUIM *et al.,* 2010). De acordo com Liebig (1840), o crescimento de um organismo é limitado pelo elemento essencial que está presente na concentração inferior ao requerido por este organismo.

Para King et al. (1965), as causas principais que levam a diminuição da produtividade são: diminuição da fertilidade do solo; condições físicas desfavoráveis do solo; efeito acumulativo de pragas e doenças; existência de doenças sem sintomas ou não identificadas.

Contudo, as recomendações de corretivos e fertilizantes precisam ser analisadas de forma crítica por um bom programa de nutrição, avaliando a probabilidade de resposta, como proposto neste trabalho, ou baseadas em tabelas de recomendações dos estados (VITTI *et al.,* 2008).

Os macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) (também chamados de nutrientes principais) são absorvidos pela planta em maior proporção que os micronutrientes: boro (B), zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe), molibdênio (Mo), cloro (Cl) e manganês (Mn) (também chamados de elementos traço). Ambos são constituintes dos minerais e da matéria orgânica presente no substrato em a planta cresce e, na ausência de algum desses nutrientes ou da sua disponibilidade no solo, faz-se necessário a reposição (RONQUIM *et al*., 2010).

A agroindústria canavieira, por sua vez, é produtora de grandes quantidades de resíduos orgânicos os quais têm sido alvo de utilização como agente condicionador dos solos, melhorando suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Dentre esses resíduos pode-se destacar a torta de filtro, resíduo composto da mistura de bagaço moído da cana e lodo da decantação, proveniente do processo do tratamento e clarificação do caldo da cana-de-açúcar (CORTEZ *et al.,* 1992).

O interesse na produção de matéria-prima alternativa como fertilizantes, tem sido investigado, principalmente pelo fato desses materiais serem, frequentemente, constituídos de resíduos da atividade agrícola. A torta de filtro apresenta altos teores de matéria orgânica, fósforo e cálcio, além de elevada umidade, podendo substituir, ainda que parcialmente, os fertilizantes minerais (NUNES JÚNIOR, 2008; SANTOS *et al.,* 2011a; SANTOS *et al.,* 2011b). O grande volume gerado da torta de filtro (30 a 40 Kg por tonelada de cana moída) e dada a sua composição química, confere a esse subproduto uma alternativa viável e econômica de utilização na recuperação de solos degradados ou de baixa fertilidade.

Dentre os efeitos da torta de filtro sobre as propriedades químicas do solo, observa-se o aumento sobre disponibilidade de nitrogênio, fósforo e cálcio, a CTC e a diminuição nos teores de Al trocável (KORNDÖRFER; ANDERSON, 1997).

O manejo da fertilidade do solo, é um fator determinante da produtividade das culturas. A adubação fosfatada na cultura da cana-de-açúcar assume grande importância no enraizamento e no perfilhamento e, portanto, na produtividade final e no rendimento de açúcar (SANTOS, 2009).

O sistema radicular da cana-de-açúcar é diferenciado de outras culturas, uma vez que, não ocorrendo impedimentos físicos ou químicos, atinge camadas profundas do solo, facilitando o crescimento das raízes em profundidade contribuindo para o aumento da produtividade da cultura, já que aumenta o volume de solo explorado para a retirada de água e nutrientes (ROSSETTO; SANTIAGO, 2010). Entretanto, a cultura remove grande quantidade

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

de nutrientes do solo, tornando-se necessário adotar medidas para que a produtividade não seja comprometida pela insuficiência no fornecimento de nutrientes ou pela presença de elementos tóxicos em níveis elevados nas áreas de plantio (OLIVEIRA *et al.,* 2007).

Dentro desse contexto, o presente trabalho foi realizado com o intuito de avaliar o crescimento vegetativo e a produtividade da cana-de-açúcar, em função da adubação mineral, com torta de filtro e Nutry Cana Micronutrientes, no sulco de plantio e via foliar.

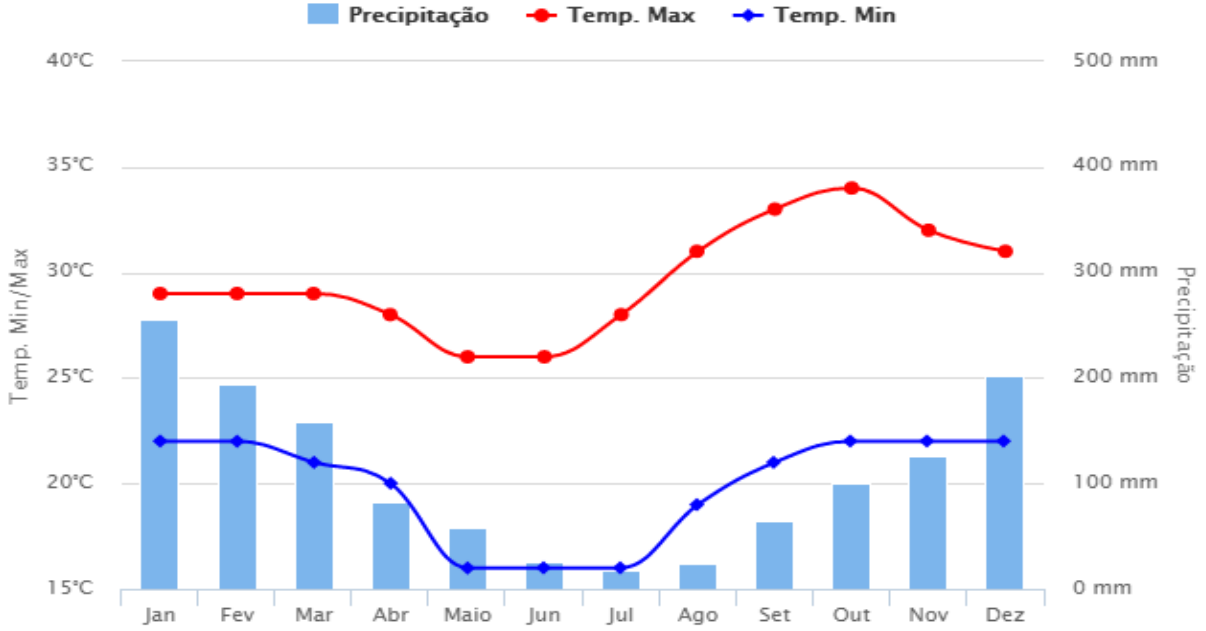
2 MATERIAL E MÉTODOS

O Experimento foi realizado na Estância 2F, no município de Nhandeara, SP no período de Outubro de 2015 a Outubro de 2016. O solo foi caracterizado como sendo um Argissolo típico, em uma altitude de 520 m, latitude de 20° 41’ 40,5” Sul e longitude 50° 02’ 26,6” a Oeste de Greenwich, possuindo clima tropical quente, com inverno seco e verão chuvoso.

- **Clima**

De acordo com o Gráfico 1, são apresentados os dados com o comportamento da chuva e da temperatura ao longo do ano. As médias climatológicas são valores calculados a partir de uma série de dados de 30 anos observados.

Gráfico 1 - Médias de precipitação dos meses entre 1985 a 2015



Fonte: Climatempo (2020) com dados de 1985 a 2015

- **Tratamentos, Correção de solo, Adubação e Plantio**

A correção de solo e os ensaios de adubação de plantio foram realizados a partir da análise química do solo (Tabela 1), de acordo com recomendações do BOLETIM TÉCNICO 100 para o Estado de São Paulo, com meta de produção acima de 100 toneladas por hectare (RAIJ *et al*., 1996).

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

Tabela 1 - Resultados da análise química do solo na profundidade de 0-25 cm

Resultados da Análise do Solo													
pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu	B	Fe	SB	CTC	V%
4,16	14,9	4,3	0,9	10,7	6,5	0,6	17,2	0,9	0,18	39,0	18,1	52,1	34,7

Fonte: elaborada pelos autores (2020) com dados da pesquisa

M.O.=Matéria Orgânica (g/kg); **P=fósforo; *K=potássio; *Ca=Cálcio; *Mg=Magnésio; **Zn= Zinco; **Mn= Manganês; **Cu= Cobre; **B=Boro; Fe= Ferro **(ppm); *SB=Soma de Bases; CTC= Capacidade de Troca Catiônica *(mmolc.dm^{-3}); V=Saturação por Bases (%).

A correção do solo foi feita para ajustar a saturação de bases a 60%. Aplicou-se 1,5 t ha-1 de calcário com PRNT 90% incorporado a 20 cm de profundidade.

O plantio foi realizado no dia 18/10/2015, onde o solo foi preparado convencionalmente após ter sido cultivado com a cultura do milho. O método de plantio utilizado foi o manual, com 15 gemas por metro linear de sulco.

A variedade de cana-de-açúcar escolhida para os ensaios, foi a RB92579. Essa variedade tem como principais características: excelente produtividade agrícola; ótimo perfilhamento; bom fechamento da entrelinha; ótima brotação das soqueiras, garantindo longevidade dos canaviais; porte semiereto, com ótima colheitabilidade; boa recuperação após períodos de seca; altamente responsiva à irrigação e muito eficiente no uso da água; alta eficiência no uso dos principais nutrientes; responsiva à adubação; ótimo teor de sacarose; maturação média, recomendada para colheita do meio para o final de safra; florescimento baixo; tolerante em relação ao ataque da broca comum, resistente a ferrugem marrom e escaldadura das folhas e moderadamente resistente ao carvão (RIDESA, 2010).

Os adubos fertilizantes utilizados foram NPK na formulação 04-20-20, Torta de Filtro com teor de 2% de Fosforo e 70% de umidade e Nutry Cana Micronutrientes com concentração de 5% de Zinco, 3% de Manganês, 0,5% de Boro, 0,5% Cobre, 0,05% Molibdênio e 4,5% de Enxofre.

O ensaio experimental foi em blocos casualizados com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro ensaios de adubação de plantio e uma testemunha, perfazendo um total de 25 parcelas. Cada parcela foi constituída de 5 sulcos de 6 metros espaçados a 1,5 metros num total de 30 metros de sulco por parcela. Entre cada parcela deixou-se um espaço de 2,5 metros denominado de carreador. Os tratamentos seguiram na seguinte ordem:

T0 – Testemunha: não recebeu nenhum tratamento;

T2 – Adubação NPK, 900 kg ha-1 da formulação 04-20-20;

T3 – Adubação NPK, 500 kg ha-1 da formulação 04-20-20 + Adubação Orgânica com Torta de Filtro, 10.000 kg ha-1 no sulco de plantio;

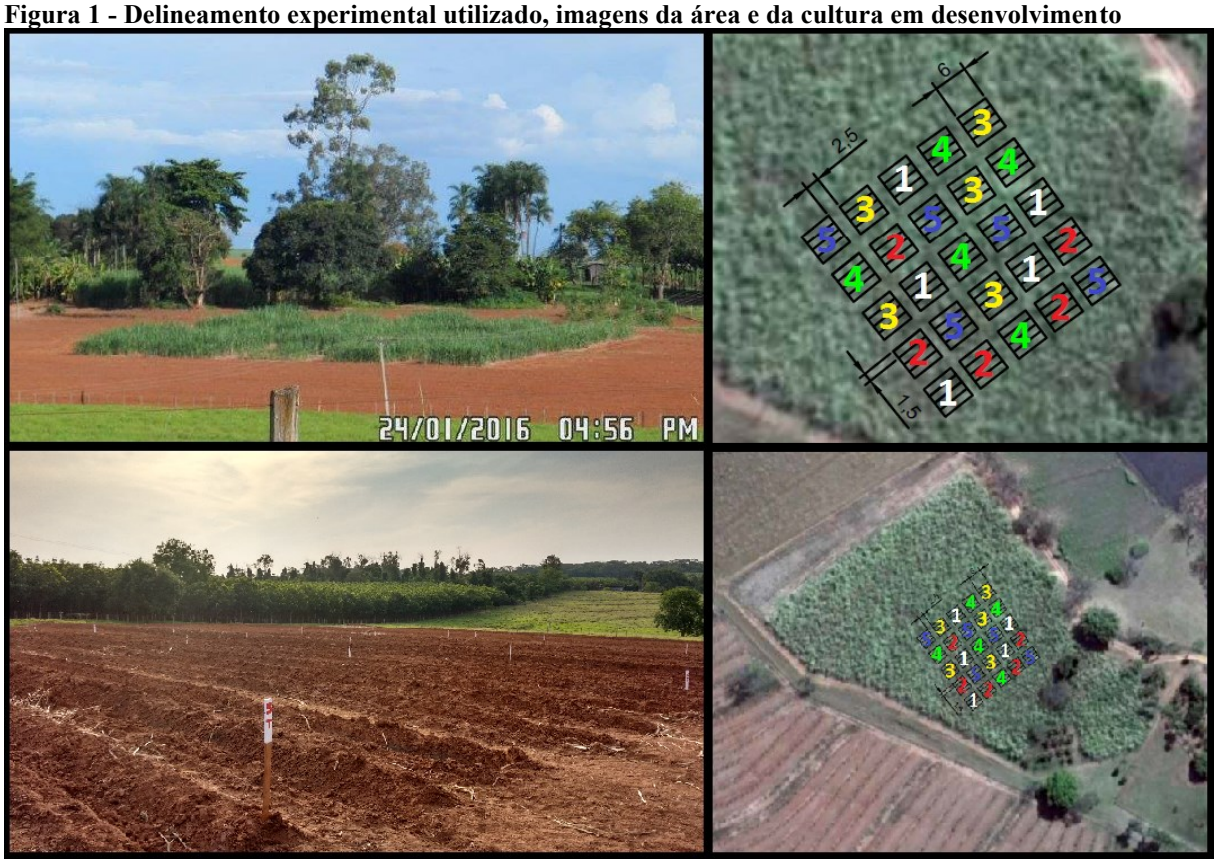
T4 – Adubação NPK, 500 kg ha-1 da formulação 04-20-20 + Adubação Orgânica com Torta de Filtro, 10.000 kg ha-1 no sulco de plantio + Aplicação de Micronutrientes, Produto Nutry Cana via toletes, 20 L ha-1;

T5 – Adubação NPK, 500 kg ha-1 da formulação 04-20-20 + Adubação Orgânica com Torta de Filtro, 10 t ha-1 no sulco de plantio + Aplicação de Micronutrientes, Produto Nutry Cana via toletes, 20 L ha-1 + Aplicação Foliar de Micronutrientes, Produto Nutry Cana 60 dias após o plantio, 6 L ha-1.

A Figura 1 ilustra o delineamento experimental utilizado e a cultura em desenvolvimento em cada parcela.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

Figura 1 - Delineamento experimental utilizado, imagens da área e da cultura em desenvolvimento



Fonte: elaborada pelos autores com o uso do Google Earth Pro (2020) com dados da pesquisa

- **Amostragens, Metodologia e Materiais utilizados**

Os pontos de amostragem foram escolhidos aleatoriamente, seguindo o delineamento experimental de blocos casualizados, onde foram coletados os dados e feito a média de três plantas avaliadas por metro linear, para se obter os resultados de desenvolvimento e produtividade da cultura, seguindo as seguintes análises:

1. Brotação de gemas por linha por metro aos 30 dias após o plantio;
2. Desenvolvimento foliar: tamanho das folhas (+1) em metros aos 30, 60 e 90 dias após o plantio, de acordo com numeração do sistema Kuijper como citado por Casagrande (1991);
3. Desenvolvimento da cultura: tamanho das plantas em metros, em 30, 60 e 90 dias após o plantio: Foi feita com auxílio de uma trena, com resolução de 01 mm, para medir a distância da base do perfilho até o colarinho (dewlap) da folha (+1) (ABREU et al., 2013);
4. Diâmetro dos perfilhos em 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio: Foi realizada a medida do diâmetro do primeiro perfilho da planta com auxílio de um paquímetro, com resolução de 0,01 mm, sendo a medição feita da base do perfilho, a 5 cm do solo (BENETT et al., 2011);
5. Número de perfilhos por metro em 90 e 120 dias após o plantio: foi determinado de maneira direta, contando-se os perfilhos da área experimental (ABREU et al., 2013);
6. Volume do sistema radicular por planta aos 90 dias após o plantio: foi aberta uma trincheira onde retirou-se toda a planta, eliminou-se a parte aérea separando-a do sistema

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

radicular e realizou-se a limpeza das raízes. O volume de raízes foi medido através da sua imersão em uma jarra graduada com 1,5 litros de água, anotando-se a diferença de volume;

7. Largura da base foliar em centímetros aos 120 dias após o plantio;
8. Tamanho da base até o último perfilho em metros aos 120 dias após o plantio;
9. Análise de Açúcar Total Recuperável "ATR". No momento da colheita, foi realizada esta análise no Laboratório de Análises da Usina Virgolino de Oliveira S/A Unidade Industrial de Catanduva-SP.
10. Produtividade final dos colmos (TCH) em t ha-1: Foi determinada no momento do corte (362 DAP), por meio de contagem do número de perfilhos e coleta de 10 colmos industrializáveis na área experimental.

Foram amostradas aleatoriamente 3 plantas de cada parcela, considerando apenas os 3 sulcos centrais à 1 metro adentro de cada parcela.

A análise estatística foi realizada no programa SISVAR 5.6, com teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 2 apresenta os valores médios das avaliações de desenvolvimento da cultura de cana-de-açúcar após 30 dias do plantio: brotação de perfilhos/m, tamanho da primeira folha verdadeira (m), tamanho da planta (m) e diâmetro do colmo em formação (cm), dos 5 (cinco) tratamentos realizados.

Tabela 2 - Valores médios da avaliação de desenvolvimento da cultura de cana de açúcar, 30 dias após o plantio

AVALIAÇÕES 30 DIAS APÓS PLANTIO							
BROTAÇÃO (m)		**TAMANHO DA FOLHA (m)**		**TAMANHO DA PLANTA (m)**		**DIÂMETRO DO PERFILHO (cm)**	
TEST	34.40 a1	TEST	0.69 a1	TEST	0.81 a1	TEST	1.15 a1
TRAT 3	36.60 a1 a2	TRAT3	0.73 a1 a2	TRAT3	0.85 a1	TRAT3	1.30 a1
TRAT 2	38.40 a1 a2 a3	TRAT2	0.74 a1 a2	TRAT2	0.89 a1	TRAT2	1.32 a1
TRAT 4	47.40 a2 a3	TRAT4	0.87 a2 a3	TRAT4	1.08 a2	TRAT5	1.73 a2
TRAT 5	49.60 a3	TRAT5	0.93 a3	TRAT5	1.13 a2	TRAT4	1.73 a2
C.V. (%)	15.96		9.89		8.68		12.82
D.M.S	12.76		0.15		0.16		0.36

Fonte: elaborada pelos autores (2020) com dados da pesquisa

Médias seguidas de mesmo número na coluna (1=a; 2=b; 3=c; 4=d; 5=e), não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. C.V. (Coeficiente de Variação), DMS (Diferença Mínima Significativa).

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

Foi observado aos 30 dias após o plantio, a diferença de germinação de plantas por linha nos tratamentos 4 e 5, que receberam além da adubação NPK e torta de filtro, a aplicação de micronutrientes via tolete no momento da cobrição, provenientes do produto comercial Nutry Cana. Com maiores números de plantas germinadas, as avaliações de tamanho de folha (m), tamanho de planta (m) e diâmetro do colmo em desenvolvimento (cm), dos tratamentos 4 e 5, se sobressaíram aos tratamentos 2 e 3.

A Tabela 3 apresenta os valores médios das avaliações de desenvolvimento da cultura de cana-de-açúcar após 60 dias do plantio: tamanho da primeira folha verdadeira (m), tamanho da planta (m) e diâmetro do colmo em formação (cm), dos 5 (cinco) tratamentos realizados.

Tabela 3 - Valores médios da avaliação de desenvolvimento da cultura de cana de açúcar, 60 dias após o plantio

AVALIAÇÕES 60 DIAS APÓS PLANTIO					
TAMANHO DA FOLHA (m)		**TAMANHO DA PLANTA (m)**		**DIÂMETRO DO PERFILHO (cm)**	
TEST	0.97 a1	TEST	1.33 a1	TEST	1.98 a1
TRAT2	1.09 a1 a2	TRAT2	1.54 a2	TRAT2	2.29 a2
TRAT3	1.18 a2	TRAT3	1.67 a2	TRAT3	2.60 a3
TRAT4	1.22 a2	TRAT4	1.95 a3	TRAT5	2.92 a4
TRAT5	1.24 a2	TRAT5	2.01 a3	TRAT4	2.94 a4
C.V. (%)	8.52		5.92		6.26
D.M.S	0.18		0.19		0.30

Fonte: elaborada pelos autores (2020) com dados da pesquisa
Médias seguidas de mesmo número na coluna (1=a; 2=b; 3=c; 4=d; 5=e), não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. C.V. (Coeficiente de Variação), DMS (Diferença Mínima Significativa).

Os tratamentos 4 e 5 se destacaram dos demais, observando melhor desenvolvimento da cultura pela adubação NPK, torta de filtro e aplicação de micronutrientes via tolete. O tratamento 2 com aplicação de NPK e o tratamento 3 NPK mais torta de filtro se mantiveram estatisticamente próximos, porém a frente do tratamento 1 que foi deixado como testemunha.

A Tabela 4 apresenta os valores médios das avaliações de desenvolvimento da cultura de cana-de-açúcar após 90 dias do plantio: tamanho da primeira folha verdadeira (m), tamanho da planta (m), diâmetro do colmo em formação (cm), n° de colmos por planta e o volume de raiz por planta, dos 5 (cinco) tratamentos realizados.

Tabela 4 - Valores médios da avaliação de desenvolvimento da cultura de cana de açúcar, 90 dias após o plantio.

AVALIAÇÕES 90 DIAS APÓS PLANTIO									
TAMANHO DA FOLHA (m)		**TAMANHO DA PLANTA (m)**		**DIÂMETRO DO PERFILHO (cm)**		**NÚMERO DE PERFILHOS**		**VOLUME DE RAIZ (ml)**	
TEST	1.20 a1	TEST	1.82	TEST	2.53 a1	TEST	1.00 a1	TEST	25.50 a1

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

		a1								
TRAT2 a2	1.30 a1	TRAT3 a2	2.45	TRAT3 a2	2.73 a1	TRAT2	1.66 a1	TRAT2	75.50	a2
TRAT3 a2	1.38 a1	TRAT2 a2	2.46	TRAT2 a2 a3	2.96	TRAT3 a2	2.33 a1	TRAT3	150.50	a3
TRAT4 a2	1.41	TRAT4 a2	2.70	TRAT4 a2 a3	3.06	TRAT4 a2	3.33	TRAT4 a4	175.50	
TRAT5 a2	1.48	TRAT5 a2	2.71	TRAT5 a3	3.36	TRAT5 a2	3.66	TRAT5 a5	250.50	
C.V. (%)	4.97		4.78		4.00		22.18		0.00	
D.M.S	0.19		0.32		0.40		1.50		0.00	

Fonte: elaborada pelos autores (2020) com dados da pesquisa
Médias seguidas de mesmo número na coluna (1=a; 2=b; 3=c; 4=d; 5=e), não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. C.V. (Coeficiente de Variação), DMS (Diferença Mínima Significativa).

Em 90 dias após o plantio, o número de colmos por planta nos tratamentos 3, 4 e 5 foram estatisticamente maiores se comparados à Testemunha e ao tratamento 2 com adubação NPK.

A aplicação de Micronutrientes via foliar 60 dias após o plantio no Tratamento 5, mostrou estatisticamente pouca diferença em relação ao tratamento 4, porém se sobressaindo à Testemunha e aos tratamentos 2 Adubação NPK e 3 Adubação NPK mais torta de filtro.

O volume de raiz apresentado no tratamento 5 com NPK, torta de filtro, micronutrientes via tolete e aplicação de micronutrientes via foliar 60 dias após o plantio, se mostrou estatisticamente melhor, se comparado aos demais tratamentos, volume 10x maior que a Testemunha. O tratamento 4 com NPK, torta de filtro e micronutrientes via tolete também se mostrou superior à Testemunha e aos tratamentos 2 e 3.

A Tabela 5 apresenta os valores médios das avaliações de desenvolvimento da cultura de cana-de-açúcar após 120 dias do plantio: diâmetro do colmo (cm), n° de colmos por planta, largura da base foliar (cm), tamanho da base ao último colmo formado (m) e tamanho do colmo (cm), dos 5 (cinco) tratamentos realizados.

Tabela 5 - Valores médios da avaliação de desenvolvimento da cultura de cana de açúcar, 120 dias após o plantio

AVALIAÇÕES 120 DIAS APÓS PLANTIO										
DIÂMETRO DO PERFILHO (cm)		**NÚMERO DE PERFILHOS**		**LARGURA DA FOLHA (cm)**		**TAMANHO BASE AO ÚLTIMO PERFILHO (m)**		**TAMANHO DO PERFILHO (cm)**		
TEST	2.76 a1	TEST a1	8.20	TEST a1	4.30	TEST	0.76 a1	TEST	9.60 a1	
TRAT4 a1	2.86	TRAT3	8.40 a1	TRAT3	4.76 a1	TRAT3	0.96 a1 a2	TRAT3	13.20	a2
TRAT3	2.96	TRAT2	8.80 a1	TRAT4	4.90 a1	TRAT2	1.12 a2	TRAT2	13.20	a2

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

a1											
TRAT5 a1	2.98	TRAT5	9.60 a1	TRAT2	5.00 a1	TRAT4 a3	1.43	TRAT4	15.50	a2	a3
TRAT2 a1	3.08	TRAT4	10.00 a1	TRAT5	5.30 a1	TRAT5 a3	1.43	TRAT5 a3	17.20		
C.V. (%)	6.38		17.03		11.56		10.20		13.13		
D.M.S	0.36		2.97		1.08		0.22		3.49		

Fonte: elaborada pelos autores (2020) com dados da pesquisa
Médias seguidas de mesmo número na coluna (1=a; 2=b; 3=c; 4=d; 5=e), não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. C.V. (Coeficiente de Variação), DMS (Diferença Mínima Significativa).

Não houve diferença significativa na avaliação de diâmetro do colmo (cm), número de colmos por planta e largura da base foliar (cm), 120 dias após o plantio.

Os tratamentos 4 e 5 se mostraram estatisticamente iguais, e a frente da Testemunha e dos tratamentos 2 e 3, em relação tamanho da planta medindo-se da base ao último colmo formado e o tamanho dos colmos. Os tratamentos 2 e 3 se mantiveram estatisticamente iguais, porém com resultados satisfatórios em comparação à testemunha.

Em avaliação geral do desenvolvimento e crescimento da cultura de cana-de-açúcar, os tratamentos em que foram aplicados a adubação NPK, torta de filtro, micronutrientes via tolete isolada, e micronutrientes via tolete mais via foliar 60 dias após o plantio (T4, T5), se sobressaíram estatisticamente da testemunha e dos tratamentos 2 e 3. Não foi observada diferença significativa nos tratamentos com adubação NPK isolada (T2) e com NPK mais Torta de Filtro (T3) após 120 dias do plantio, porém alguns parâmetros como a germinação de plantas 30 dias após o plantio e o volume do sistema radicular 90 dias após o plantio, se mostraram mais desenvolvidos, sendo quesitos importantes para a boa formação da lavoura canavieira.

A Tabela 6 apresenta os valores médios das avaliações de produtividade da cultura de cana-de-açúcar após 12 meses do plantio, onde avaliou-se os colmos por metro linear (kg) e os açúcares totais recuperável (ATR), dos 5 (cinco) tratamentos realizados.

Tabela 6 - Valores médios da avaliação de produtividade da cultura, 12 meses após o plantio

AVALIAÇÃO DE PRODUTIVIDADE 12 MESES APÓS PLANTIO			
PERFILHOS/METRO (Kg)		**AÇÚCAR TORAL RECUPERÁVEL (ATR)**	
TEST	9.40 a	TRAT3	162.75 a
TRAT2	18.80 ab	TRAT4	162.55 a
TRAT3	27.50 bc	TEST	165.37 a
TRAT4	33.10 c	TRAT2	166.21 a
TRAT5	37.00 c	TRAT5	168.61 a
C.V. (%)	15.08		3.00

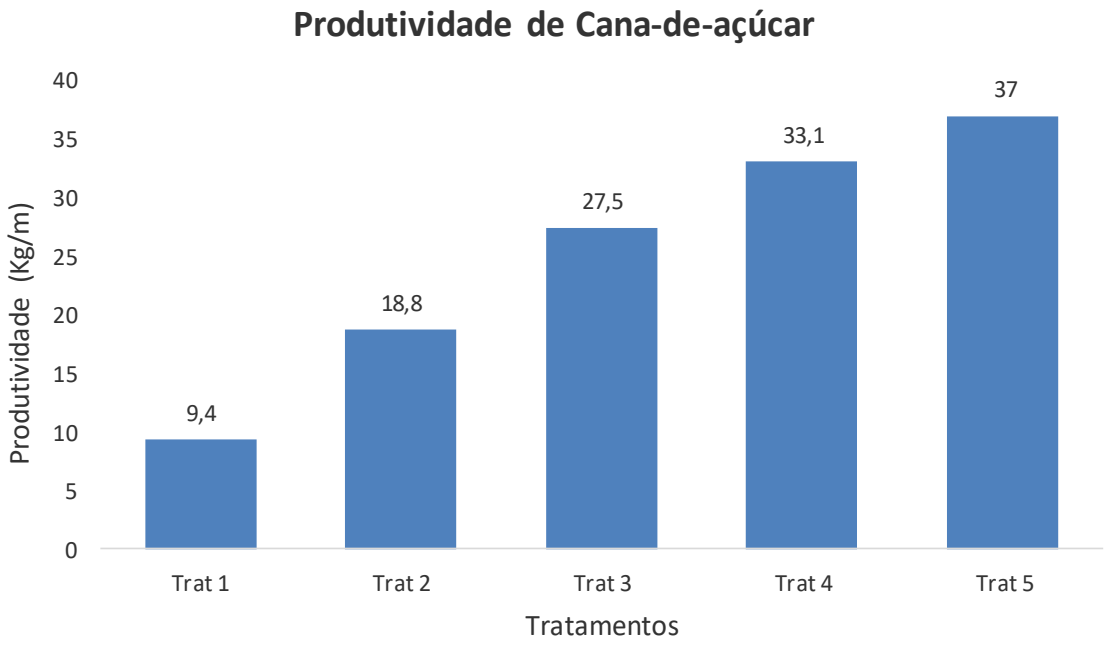
Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

D.M.S	10.70		23.44

Fonte: elaborada pelos autores (2020) com dados da pesquisa
Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. C.V. (Coeficiente de Variação), DMS (Diferença Mínima Significativa).

Os tratamentos 4 e 5, em que foram realizadas a adubação com NPK, torta de filtro, micronutrientes via tolete isolada, e micronutrientes via tolete mais via foliar 60 dias após o plantio, se sobressaíram aos demais tratamentos, como pode ser observado pelo Gráfico 2, atingindo TCH > 200 (toneladas de colmos por hectare). O tratamento 2 com adubação NPK atingiu TCH > 100 (toneladas de colmos por hectare), e o tratamento 3, com adubação NPK + Torta de Filtro, atingiu TCH > 150 (toneladas de colmos por hectare). A testemunha apresentou TCH < 70 (toneladas de colmos por hectare), mostrando a deficiência da cultura em relação ao fornecimento de nutrientes no plantio.

Gráfico 2 - Médias de produtividade de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L.*) para a testemunha e os quatro tratamentos testados



Fonte: elaborada pelos autores (2020) com dados da pesquisa

O ATR representa todos os açúcares na forma de açúcares invertidos (ART – açúcares redutores totais) que são recuperados na indústria, e é expresso em kg t-1 de cana. Pelos resultados obtidos nos 4 (quatro) tratamentos + testemunha, observamos que não houve diferença estatística. Pereira et al. (1995), relataram que fatores como clima, variedades e manejo do solo exercem influência sobre a quantidade de açúcar acumulado nos colmos da cana-de-açúcar, dificultando a avaliação do efeito de fertilizantes sobre este parâmetro.

A adubação com micronutrientes para a cana-de-açúcar ainda é pouco adotada pelos produtores. Isso se deve à falta de informações consistentes sobre o efeito dos micronutrientes em cana-de-açúcar. Vários autores relatam a falta de trabalhos sobre o assunto (SULTANUM,

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

1972; ESPIRONELLO *et al*., 1976; JACINTHO *et al*., 1976; AZEREDO; BOLSANELLO, 1981; ANDRADE *et al*., 1995 e FRANCO *et al.,* 2008).

Estudos sobre respostas da cana-de-açúcar aos micronutrientes foram retomadas por Mellis e Quaggio (2015), que avaliaram a resposta da cana-planta a B, Cu, Zn, Mn e Mo em uma rede de ensaios conduzidos em oito locais em importantes regiões produtoras de cana-de-açúcar do Estado de São Paulo. Apesar de ter ocorrido grande variação na amplitude de resposta da cana aos micronutrientes, o ganho médio de produtividade nesses experimentos foi de 17,6% na produção de colmos.

Para o Estado de São Paulo, existe a recomendação de aplicação de 5 kg ha-1 de Zn em solos com teores disponíveis iguais ou menores que 0,5 mg dm-3. Além disso, recomenda-se também a aplicação de 4 kg ha-1 de Cu no solo, em lavouras com teores de Cu iguais ou menores que 0,2 mg dm-3, extraídos por DTPA (SPIRONELLO et al., 1996).

O crescente aumento no valor dos fertilizantes minerais faz com que a indústria utilize seus subprodutos como fonte de nutrientes para o plantio da cana-de-açúcar. Segundo Rossetto, Dias e Vitti (2008), o uso da torta de filtro em canaviais, eleva a produtividade da cultura, por fornecer matéria orgânica, fósforo e cálcio, entre outros nutrientes. Completam ainda, que o uso mais eficiente da torta de filtro é aplicá-la ao sulco de plantio, no qual o teor de água contido na torta favorece a brotação da cana e onde o P, ao ser mineralizado, está próximo às raízes.

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).

O uso da Torta de Filtro e Micronutrientes no plantio da cana-de-açúcar, pode ser uma solução eficaz no aumento da produção de cana com menor expansão de área cultivada e diminuição dos custos de produção para as indústrias.

4 CONCLUSÃO

A variedade RB92579 de cana-de-açúcar mostrou excelente resposta em desenvolvimento e produtividade através do fornecimento de Macro e Micronutrientes no plantio, obtendo valor de TCH > 200 (toneladas de colmos por hectare) nos tratamentos 4 e 5, em que foram realizadas a adubação com NPK, torta de filtro, micronutrientes via tolete isolada, e micronutrientes via tolete mais via foliar 60 dias após o plantio.

A torta de filtro se mostrou muito viável, por ser rica em fósforo (P) e umidade, o que possibilita seu uso como fonte de fertilizante orgânico renovável.

REFERÊNCIAS

ABREU, M.L.; SILVA, M.A.; TEODORO, I.; HOLANDA, L.A.; SAMPAIO NETO, G.D. Crescimento e produtividade de cana-de-açúcar em função da disponibilidade hídrica dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. **Bragantia**, Campinas, v.72, n.3, p.262-270, 2013.

AMBROSANO, E. J.; WUTKE, E. B.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A; BRAGA, N. R.; MURAOKA, T. **Leguminosas para adubação verde: uso apropriado em rotação de culturas**. Campinas: CATI, 1997. 24p.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

ANDRADE, L. A. B.; CASAGRANDE, A. A.; VITTI, G. C.; PERECIN, D. Efeitos das aplicações de fritas e de Fontes solúveis de boro, cobre e zinco, via solo, na cultura da Cana-de-açúcar (*Saccharum* spp), variedade SP 70-1143. STAB Açúcar. **Álcool e Subprodutos**, v. 13, n. 5, p. 21-27, 1995.

AZEREDO, D. F.; BOLSANELLO, J. Efeito de micronutrientes na produção e na qualidade da cana-de-açúcar no Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais (Zona da Mata) – estudo preliminar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 93, n. 3, p. 9-17, 1981.

BARBOSA, R. R. **Agroindústria canavieira e desenvolvimento local na percepção de diferentes segmentos sociais. 2011**. *102f.* Dissertação (Mestrado em Economia Doméstica) - Universidade Federal de Viçosa. Bambuí, MG: [s. n], 2011.

BENETT, C.G.S.; BUZETTI, S.; SILVA, K.S.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; GARCIA, C. M.P.; MAESTRELO, P.R. Produtividade e desenvolvimento da cana planta e soca em função de doses e fontes de manganês. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v.35, n.5, p.1661-1668, 2011.

CASAGRANDE, A. A. 1991. Tópicos de morfologia e fisiologia de cana-de-açúcar. Jaboticabal: FUNEP. 157p.

CLIMA TEMPO. Disponível em: https://www.climatempo.com.br/climatologia/2410/nhandeara-sp. Acesso em: 08 out. 2015.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira - **Cana-de-açúcar**, v. 4 – Safra 2017/18, n.4 – Quarto levantamento, Brasília, Abril 2018. p. 1-18.

CORTEZ, L.; MAGALHÃES, P.; HAPP, J. Principais subprodutos da agroindústria canavieira e sua valorização. **Revista Brasileira de Energia**, v. 2, p.111-146,1992.

ESPIRONELLO, A.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C.; MORAES, R. S. Efeitos do boro em cana-de-açúcar cultivada em vasos contendo solo. **Bragantia**, Campinas, v. 35, n. 23, p. 259-272, 1976b.

FRANCO, H. C. J.; CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O; VITI, A. C.; OTTO, R.; FARONI, C. E.; SARTORI, R. H.; TRIVELIN, M. O. Acúmulo de nutrientes pela cana-planta. STAB. **Açúcar e álcool**, v. 26, n. 5, p. 41-45, 2008.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA (IEA). Disponível em: http://www.iea.sp.gov.br. Acesso em: 04 de set. 2017.

JACINTHO, A. O.; BITTENCOURT, V. C.; MACHADO, P. R. Comportamento do cobre em solos cultivados com cana de açúcar. **Turrialba**, v. 26, n. 3, p. 302-307, 1976.

KING, N. J.; MUNGOMERY, R. W.; HUGUES, C. G. **Manual of cane growing**. New York, Elsevier, 1965.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

KORNDÖRFER, G. H.; ANDERSON, D. L. Use and impact of sugaralcohol residues vinasse and filter on sugarcane production in Brazil. **Sugar y azucar**, Engleood Cliffs, v. 3, p.26-35, 1997.

LIEBIG, J. V. 1840. **Organic chemistry in its application to agriculture and physiology**. Playfair, Londres.

MAPA. **Produção de etanol, 2011**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br. Acesso em: 16 out. 2016.

MELLIS, E. V.; QUAGGIO, J. A. Uso de Micronutrientes em Cana-de-Açúcar. IPNI - International Plant Nutrition Institute – **Informações agronômicas**, n. 149, 2015.

NUNES JÚNIOR, D. Torta de filtro: De resíduo a produto nobre. **Revista Idea News**, n. 92, p. 22-30,2008.

OLIVEIRA, A. F.; PEREIRA, C. N.; VIEIRA, P. A. **Análise da rotação de grãos na área de reforma de canavial**. Embrapa, Campinas - SP – Brasil, 2012. Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/76430/1/ary-artigo.pdf. Acesso em: 16 out. 2016.

OLIVEIRA, M. V.; FREIRE, F. M; MACÊDO, G. A. R.; FERREIRA, J. J. Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário** – Belo Horizonte, v. 28, n. 239, p. 30-43, jul./ago. 2007.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed**. Campinas: IAC, 1996. 285p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

RIDESA - REDE INTERUNIVERSITÁRIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO. **Catálogo nacional de variedades "RB" de cana-de-açúcar**. Curitiba, 2010. 136 p.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Embrapa, Campinas – SP – Brasil, 2010.

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar: indagações e reflexões. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 110, p. 6-11, 2005.

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

ROSSETTO, R.; SANTIAGO, A. D. **Correção e Adubação em Cana-de-açúcar**. Embrapa, Brasília – DF – Brasil, 2010.

SANTOS, D. H. **Adubação da cana-de-açúcar com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel**. 2009. 35f. (Dissertação Mestrado). Unoeste, Presidente Prudente, SP, 2009.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

SANTOS, D. H.; SILVA, M. de A.; TIRITAN, C. S.; FOLONI, J. S. S.; ECHER, F. R. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 443-449, 2011a.

SANTOS, D. H.; TIRITAN, C. S.; FOLONI, J. S. S.; FABRIS, L. B. Produtividade de cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Pesq. Agropec. Trop**., Goiânia, v. 40, n. 4, p. 454-461, out./dez. 2011b.

SPIRONELLO, A.; VAN RAIJ, B.; PENATTI, C. P.; CANTARELLA, H.; MORELLI, J. L.; ORLANDO FILHO, J.; LANDELL, M. G. de A.; ROSSETTO, R. Cana-de-açúcar. **In: VAN RAIJ, B., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J. FURLANI, Â. M. C. (eds.)**. BOLETIM TÉCNICO 100 - Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo, 2.ed., p. 237-239, 1996.

SULTANUM, E. Considerações sobre a sintomatologia de micronutrientes em cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro v. 83, n. 2, p. 1-15, 1972.

VITTI, G. C.; LUZ, P. H. de C.; MALAVOLTA, E.; DIAS, A. S.; SERRANO, C. G. de E. **Uso do gesso em sistemas de produção agrícola**. Piracicaba: GAPE, 2008.