

## **PRODUTIVIDADE E QUALIDADE TECNOLÓGICA DA CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÃO FOLIAR COM MICRONUTRIENTES ADITIVADOS**

Paulo Roberto de Almeida Santos Junior <sup>1</sup> e Juan Gabriel Cristhoffer Lopes Ruiz <sup>2</sup>

**Resumo** - Devido ao período e épocas de aplicação de produtos foliares, o presente trabalho objetivou avaliar a produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar em função da aplicação da junção de micronutrientes aditivados. O experimento foi conduzido num Latossolo Vermelho Eutrófico, na região agrícola de Orlandia-SP, numa área de produção de cana-de-açúcar cultivada pela variedade RB965902, no delineamento de blocos casualizados, com 8 repetições. Os tratamentos foram aplicados via aérea com dose de 20 litros de micronutrientes aditivados que são solventes naturais compatíveis com a melhor velocidade da absorção foliar comparado com a testemunha (sem o produto) na época das águas (outubro a fevereiro). A aplicação de micronutrientes aditivados via pulverização aérea resultou em maior desempenho produtivo da cana-de-açúcar, com destaque para a produtividade (toneladas de cana por hectare - TCH), resultando ainda em incrementos na qualidade tecnológica (açúcares totais recuperáveis - ATR) da cana-de-açúcar, comparativamente à testemunha.

**Palavras-chave:** *Saccharum officinarum*, aplicação foliar, micronutrientes, bioenergia.

## **YIELD AND TECHNOLOGICAL QUALITY OF SUGARCANE AS A FUNCTION OF FOLIAR FERTILIZATION WITH ADDITIVES MICRONUTRIENT**

**Abstract** – Due to the period and times of application of leaf products, the present work aimed to evaluate the productivity and technological quality of sugarcane as a function of the application of additive micronutrient junction. The experiment was carried out in an Eutrophic Red Latosol, in the Orlandia-SP agricultural region, in a sugarcane production area cultivated by RB965902, in a randomized block design with 8 replications. The treatments were applied by air with a dose of 20 liters of additive micronutrients that are natural solvents compatible with the best leaf absorption rate compared to the control

---

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo. Centro Universitário UNIFAFIBE. Rua Prof. Orlando França de Carvalho, 325, Bebedouro-SP, Brasil. CEP 14.701-070. E-mail: [paulojunior\\_1691@hotmail.com](mailto:paulojunior_1691@hotmail.com)

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor. Centro Universitário UNIFAFIBE. Rua Prof. Orlando França de Carvalho, 325, Bebedouro-SP, Brasil. CEP 14.701-070. E-mail: [juanlopesruiz@gmail.com](mailto:juanlopesruiz@gmail.com)

(without the product) during the water season (October to February). The application of additive micronutrients via aerial spraying resulted in higher sugarcane production performance, especially the yield (tons of sugarcane per hectare - TCH), also resulting increases in technological quality (total returnable sugars - ATR) of sugarcane compared to the control.

**Key-words:** *Saccharum officinarum*, foliar fertilization, micronutrients, bioenergy.

## INTRODUÇÃO

A importância econômica da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) com capacidade de armazenar concentrações significativas de sacarose, o qual está vinculada a três importantes agroindustriais: açúcar, álcool e aguardente (OMETTO, 2000). A cana-de-açúcar é uma das mais, contribuição socioeconômica que representa sua exploração. A produção de cana-de-açúcar ocorre em diversos estados brasileiros, no entanto, o estado de São Paulo é o maior produtor, representando na última safra 357.142 milhões de toneladas, produção e moagem nacional. Em segundo lugar, vem o estado Goiás, que representou 70.622 milhões de toneladas, produção e, em terceiro, Minas Gerais com 64.886 milhões de toneladas segundo, de acordo com os dados da ÚNICA (2017).

O setor sucro-alcooleiro brasileiro, responsável pela maior produção mundial, produziu no ano de 2017 cerca de 641.066 milhões de toneladas de cana-de-açúcar com área de 8,84 milhões de hectares (CONAB, 2017). Embora a cultura da cana-de-açúcar tenha apresentado acréscimos de produção no País no decorrer das últimas décadas, a produtividade média de cana está entorno de 85 t ha<sup>-1</sup>, considerando um pouco menor à comparação de outras variedades. Um dos fatores que especialistas e pesquisadores atribuem a essa produtividade ainda relativamente pequena relaciona-se a essa expansão da cultura em áreas com solos pouco favoráveis.

Nos vegetais os excessos para além do “nível de desequilíbrio” são traduzidos em fitotoxicidade, enquanto faltas para aquém do “nível de recuperação natural” em carências nutricionais, sejam elas sintomáticas ou não. Ambas as alterações, para além do nível de desequilíbrio ou aquém do nível de recuperação natural, são prejudiciais ao metabolismo produtivo e, portanto, ao rendimento da planta. Alterações indesejadas dessa ordem, dependendo da intensidade e duração, são traduzidas em perdas de desempenho da planta, sejam elas econômicas ou não. Contudo, quando essas

alterações acontecem na faixa do nível de desequilíbrio a recuperação natural sempre é administrada pela planta no sentido de favorecer seu desempenho produtivo. Para tanto, é fundamental o domínio e da técnica e tecnologia apropriadas à promoção e controle dos desequilíbrios intencionais para que, na verdade, sejam estimuladores das respostas pretendidas nas plantas, principalmente no Estado de São Paulo. Assim como os sítios pouco favoráveis, a exploração cada vez mais intensiva do solo, mesmo em regiões mais propícias ao cultivo da cana-de-açúcar, tem gerado problemas nas culturas, ligados principalmente à retirada de micronutrientes da terra, sem a necessária reposição desses elementos fundamentais à produtividade e, no caso de uso alimentar (açúcar), de componentes essenciais à saúde humana.

De acordo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) o aumento da produção, mesmo em regiões tradicionais, com solos mais produtivos, as reservas de micronutrientes do solo estão sendo exauridas principalmente devido ao uso de fertilizantes químicos concentrados, sem reposição dos micronutrientes que são removidos com as colheitas. Além disso, a cana-de-açúcar apresenta constantemente a falta de micronutrientes que fica oculta, ou seja, a deficiência existe, limitando economicamente a produtividade, mas a planta não mostra sintomas visíveis.

Os micronutrientes exercem funções fundamentais no metabolismo das plantas, quer como parte de compostos responsáveis por processos metabólicos e/ou fenológicos, quer como ativadores enzimáticos sendo pouco utilizados, referentes à adubação na cana-de-açúcar, 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, 1972; ESPIRONELLO et al., 1976; JACINTHO et al., 1976; AZEREDO; BOLSANELLO, 1981; ANDRADE et al., 1995; FRANCO, 2008). É evidente a importância dos micronutrientes para a cultura da cana-de-açúcar, pois os mesmos, quando em deficiência, causam reduções na produtividade e até a senescência de plantas por desarranjos metabólicos, ocasionado pela falta desses micros elementos (ORLANDO FILHO, 1993).

O presente trabalho foi desenvolvido no objetivo de avaliar o desempenho produtivo e a qualidade industrial da cana-de-açúcar em função da aplicação foliar aérea de micronutrientes aditivados, visando identificar janelas fisiológicas corretas para o maior aproveitamento e efeito do produto, proporcionando maior lucratividade aos produtores.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda Diamante com as coordenadas 20° 39' 59" S 47° 55' 51" W, município de Orlandia-SP, sob altitude de 780 m. Segundo (Köppen, 1948), de clima tropical chuvoso, tendo o período de chuvas de outubro a março, temperaturas que oscilam de 13°C nos meses mais frios e temperaturas maiores que 27°C nos meses mais quentes. Precipitação média anual de 1296 mm, sobre o tipo de solo, LATOSSOLO Vermelho Eutrófico, em um ambiente C de produção (PRADO et al., 2005).

De acordo ao Catálogo Nacional de Variedades "RB" de cana-de-açúcar RIDESA 2010, a cultivar usada no experimento foi a RB965902 posicionada em ambiente médio a bom potencial produtivo com época para aplicação dos micronutrientes aditivados compreendida 5 meses antes da colheita, após o fechamento foliar das entre linhas.

A cultivar RB965902 foi plantada em abril de 2017 em preparo convencional, seguidamente feito com projetos de plantio para sulcação com gps, tendo maior rendimento e aproveitamento da área. Durante o processo de abertura de sulcos de plantio, distribuição de mudas e fechamento dos sulcos, foram aplicados Fipronil (800 gr L<sup>-1</sup>) na dosagem de 250 gr ha<sup>-1</sup>, Piraclostrobina (250 gr L<sup>-1</sup>) na dosagem de 500 mL ha<sup>-1</sup>, boro (1,5 L ha<sup>-1</sup>), zinco 600 mL ha<sup>-1</sup> e Carbosulfano (700 gr L<sup>-1</sup>) na dosagem de 4 L ha<sup>-1</sup>. Em dezembro de 2017, ou seja, 8 meses após o plantio, foi realizada a pulverização aérea da solução contendo micronutrientes aditivados (Tabela 1) na dosagem de 20L ha<sup>-1</sup> + Clorantraniliprole 100 g L<sup>-1</sup> na dosagem de 200 mL ha<sup>-1</sup> + Lambda cialotrina 50 g L<sup>-1</sup> na dosagem de 200 mL ha<sup>-1</sup> + Epoxiconazol 50 g L<sup>-1</sup> e piraclostrobina 133 g L<sup>-1</sup> na dosagem de 1L ha<sup>-1</sup>, observando-se a umidade relativa do ar e a velocidade do vento.

**Tabela 1.** Composição química do produto usado no experimento.

P2O5	K <sub>2</sub> O	Zn	S	B	Mn	Cu	Fe	Mg	Co	Mo
----- g L <sup>-1</sup> -----										
37	30	18	7,5	6,7	4,4	6	3	0,8	0,29	3,5

Fonte: Euroquímica agrociências 2015.

No delineamento do experimento foram utilizados blocos casualizados com 8 repetições. Cada parcela foi dimensionada a 45 m<sup>2</sup> (4,5 m de largura x 10 m de

comprimento). As áreas correspondentes ao tratamento testemunha foram cobertas com lonas plásticas para evitar contaminação e interferência. Em cada parcela, foi desconsiderado 1 m. de cada extremidade das linhas de cultivo, obtendo-se 25 m<sup>2</sup> de área útil.

Preferencialmente com pulverizadores aéreo com barras e bicos adequados ao baixo volume com doses de 20 L ha<sup>-1</sup>, respeitando as melhores janelas da cultura da cana de açúcar, sendo o final do perfilhamento, e antes da formação do colmo. Com pH de 5,5 a 6,5 e uma densidade de 1,16 g cm<sup>-3</sup>, tendo um baixo volume integral para que facilite a aplicação e penetração via foliar. A qualidade da pulverização é que definem a lucratividade potencial sobre nutrição foliar, por isso, cada proposta de manejo deve-se atender às flutuações do mercado do produto agrícola que será colhido, pois a rentabilidade da aplicação pode ser mensurada com obediência a bons modelos estatísticos para coleta aleatória de dados reais.

Após o termino do experimento as plantas foram retiradas da área de cultivo e levadas até o laboratório para a realização das análises biométricas e de qualidade pós colheita, determinando-se o TCH e ATR. Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ) e as médias comparadas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos com a aplicação que estão descritos na (Tabela 2) teve incremento com aplicação de 20 litros de micronutrientes aditivados em relação testemunha com nada aplicado, com incremento nas variáveis, em peso total de cana, peso médio por cana, TCH e ATR. De acordo com Casarin et al. (2006), os micronutrientes estão envolvidos necessariamente composto para o funcionamento do metabolismo da planta e também equilíbrio nutricional. A ausência, ou seja, implica em impedir que seu ciclo de vida seja completado tendo queda na produtividade e qualidade na cana de açúcar.

Os resultados que teve mais expressão durante todos esses anos de teste com micronutrientes sobre cana-de-açúcar à aplicação de micronutrientes foram verificados nas regiões do nordeste do Brasil, em solos de tabuleiro. De acordo com Marinho e Albuquerque (1981), verificaram respostas positivas com aplicações de até 25 kg ha<sup>-1</sup> de Cu ou Zn, sendo que as doses médias econômicas foram em torno de 7 kg ha<sup>-1</sup> para

ambos os micronutrientes estudados, sugerindo aplicações dessas quantidades em solos com teores iguais ou menores a 0,5 ppm de Zn e Cu.

**Tabela 2.** Produção, rendimento, peso total de cana colhida na parcela e peso médio por metro, tonelada de cana por hectare (TCH) e açúcares totais recuperáveis (ATR) de cana-de-açúcar em função da adubação foliar com micronutrientes aditivados.

Tratamento	Produção da parcela	Rendimento por metro	Peso total da parcela	Peso médio por metro	TCH	ATR
Testemunha	182,62	11,41	246,45 a	1,35 a	102.687 a	125,83 a
Tratamento	182,87	11,42	265,95 b	1,46 b	110.812 b	130,87 b
CV(%)	4,29	4,29	2,78	4,90	2,78	0,82
DMS	9,26	0,58	8,42	0,081	3510,45	1,24
Teste F	ns	ns	*	*	*	*

\* ( $p < 0,05$ ) e <sup>ns</sup> não significativo pelo teste F. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

De acordo com Orlando Filho et al. (2001) a cana-de-açúcar apresenta rápidos desequilíbrios controlados entre as proporções relativas dos componentes das plantas o modo mais eficiente e eficaz, sem dúvidas, é pela nutrição foliar com todos os micronutrientes aditivados, com substâncias naturais estimuladoras da absorção epidérmica. Entretanto, para que a pretendida desproporção entre os níveis dos componentes da planta seja estabelecida rapidamente será indispensável a entrada efetiva de mais micronutrientes. Uma quantidade maior do que apenas a para atender as necessidades da planta além disso, é indispensável segurança de que os micronutrientes ficarão rapidamente em pronta biodisponibilidade para processamento biológico, embora a limitação de produtividade possa ser um sintoma da falta de micronutrientes.

Resultados semelhantes foram obtidos por Franco et al. (2009) ao avaliarem a produtividade agrícola e a qualidade da cana-planta (variedade SP 81-3250) em resposta à aplicação de duas doses de Zn: 3 e 6 kg ha<sup>-1</sup>, comparadas a testemunha sem aplicação do micronutriente, em solos diferentes do seguinte experimento sendo LATOSSOLO Vermelho-Amarelo, com os seguintes teores disponíveis de micronutrientes na camada arável: 1,2; 25; 0,4; 3,4 e 0,17 mg dm<sup>-3</sup> de Cu, Fe, Zn, Mn e B respectivamente, em Pirassununga-SP.

Segundo Korndörfer et al. (1995) em uma comparação semelhante com o atual experimento, testaram três variedades de cana de açúcar e avaliaram os efeitos de F.T.E./BR12 (óxido silicatado – Fritted Trace Elements), sendo (SP 701143; SP 79-1011 e RB 72454) em cana-planta e também em cana-soca em um tipo de solo, NEOSSOLO Quartzarênico de baixa fertilidade natural em Serrana-SP, aplicando-se três doses de F.T.E./BR12 contendo as seguintes doses de Zn, B, Cu, Fe, Mn e Mo; dose 1: 2,7; 0,54; 0,24; 0,9; 0,6 e 0,03; dose 2: 4,5; 0,90; 0,40; 1,5; 1,0 e 0,05; e dose 3: 6,3; 1,26; 0,56; 2;1; 1,4 e 0,07 kg ha<sup>-1</sup> em relação ao produto aqui utilizado (Tabela 1), além de mais um tratamento controle (sem micronutrientes). Observaram respostas positivas na produtividade das variedades SP 79-1011 e RB 72454 quando somadas as produções nos dois cortes estudados. Em relação à qualidade industrial a aplicação de micronutrientes não apresentou diferença em nenhuma das variedades estudadas, independente do corte avaliado.

## CONCLUSÕES

A aplicação de micronutrientes aditivados via pulverização aérea resultou em maior desempenho produtivo da cana de açúcar, com destaque para o TCH, resultando ainda em incrementos na qualidade tecnológica (ATR) da cana-de-açúcar, comparativamente à testemunha.

## REFERÊNCIAS

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.

ESPIRONELO, A., BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; IGUE, T. Efeitos do boro em cana-de-açúcar cultivada em alguns do município de Piracicaba. I – CANA-PLANTA. **Bragantia**, Campinas, v. 35, n. 18, p. 191-211, 1976a.

RIDESA. **Catálogo Nacional de Variedades “RB” de Cana-de-Açúcar** - RIDESA 2010.

CASARIN, V.; VILLA NOVA, V.S.; FORLI, F. In: MARQUES, O.M.; MUTTON, M.A.; AZANIA, A.A. de P.M.; TASSO, L.C. Jr; NOGUEIRA, G. de A.; VALE, D.W. **Tópicos em Tecnologia Sucroalcooleira**. Jaboticabal: UNESP, 2006. 65-76.

Cana online. **Aplicações de micronutrientes em cana-de-açúcar**. Disponível em: <<http://www.canaonline.com.br>> Acesso em: 25 de set. 2018.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Levantamento de safra 2017/2018**. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/cana/safra/conab-dados-finais-2016-17-levantamento-safra-2017-18-cana-de-acucar-180417>>. Acesso em: 29 de out. 2018.

FRANCO, H.C.J., SARTORI, R.H., OTTO, R., FARONI, C.E., VITTI, A.C., TRIVELIN, P.C.O. Produtividade e atributos tecnológicos da cana-de-açúcar, relacionados à aplicação de zinco na cana-planta. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 9, 2008, Maceió. **Anais...** p.349-354. 2008b.

FRANCO, H.C.J., TRIVELIN, P.C.O., VITTI, A.C., FARONI, C.E., SARTORI, R.H. Produtividade e Atributos Tecnológicos da Cana-planta Relacionados à Aplicação de Zinco. STAB. **Açúcar e álcool**, v.27, n.5, p.30-34, 2009.

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.

KORNDÖRFER, G.H.; BENEDINI, M.S.; ROCHA, A.C.; FERREIRA NETO, D.A. Avaliação de três variedades de cana (*Saccharum officinarum*) submetidas a adubação com micronutrientes. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.14, n.1, p.2326, 1995.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. México: Ed. Fondo de Cultura Económica, 1948.

MALAVOLTA, E. **Manual de Química Agrícola**. Adubos e adubação. 3. ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1981. 528 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. ; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**, 2. Ed., Piracicaba: POTAFÓS, 1997.

OMETTO, A.R. **Discussão sobre os fatores ambientais impactados pelo setor sucroalcooleiro e a certificação socioambiental**. São Carlos, SP. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2000.

ORLANDO FILHO, J. Importância dos micronutrientes na cultura da cana-de-açúcar. **Álcool e açúcar**, São Paulo, v. 2, n.3, p.18-21, 1982.

PRADO, H. Ambientes de produção de cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil. Potafós, Piracicaba. **Informações Agronômicas**, v.110, p.13-17, 2005.

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.

ÚNICA - União da Indústria de Cana-de-Açúcar. **Produção e área cultivada de cana-de-açúcar**. Disponível em: <<http://www.unicadata.com.br>>. Acesso em: 26 set. 2018.