

# 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>, Juan Gabriel Cristhoffer Lopes Ruiz<sup>2</sup>

**Resumo** – Devido ao período de tempo 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. 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), visando melhores períodos fisiológicos para cana-de-açúcar, em época das águas (outubro a fevereiro). Conforme o tratamento da aplicação de 20 litros em relação à testemunha, observou influência no peso total de cana colhidas nos 16 metros, peso médio por cana, toneladas de cana por hectares (TCH) e açúcar totais retornáveis (ATR). O tratamento com aplicação de micronutriente aditivado, observou-se incremento em mais variáveis em relação testemunha.

**Palavras-chave:** aplicação foliar, micronutrientes, cana-de-açúcar.

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

**Abstract** - Due to the period of time and times of application of foliar products, the present work aimed to evaluate the productivity and technological quality of sugarcane as a function of the application of the micronutrient junction additive. The treatments were applied by air with a dose of 20 liters of micronutrients supplemented with natural solvents compatible with the best foliar absorption speed and two applications of 20 liters compared to the control (without the product), aiming at better physiological periods for sugarcane (October to February), after 3 to 4 months from the first to the second application. According to the treatments of the first application of 20 liters in relation to the control, it observed influence on the average weight per cane, in tons of sugarcane per hectare (TCH) and sugar total returnable (ATR). Already in the second application of 20 liters in relation to the first of 20 liters, it observed a significant influence in total weight of cane and (TCH). Already in the ATR value observed decrease. The treatment with one application showed an increase in more variables in relation to control and the second application.

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: paulojunior\_1691@hotmail.com

<sup>2</sup> Docente em Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: juanlopesruiz@gmail.com

**Key-words** - foliar application, micronutrients, sugarcane.

## 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 fito toxicidade, 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 ser generalizados, 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 objetivo foi avaliar o desempenho produtivo e a qualidade industrial da cana-de-açúcar em função da aplicação aérea de micronutrientes aditivados, visando janelas fisiológicas corretas para o bom aproveitamento e efeito do produto, trazendo lucro aos produtores.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda Diamante com as coordenadas Latitude 20° 39' 59" S e Longitude 47° 55' 51" W município de Orlandia-SP. O Altitude 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 (2004).

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, após a sulcação da área fizemos a tampação com os seguintes produtos, mostrado na (Tabela 1).

Após 8 meses depois do plantio a aplicação dos micronutrientes foi feita no mês de dezembro de 2017, observando durante a aplicação a umidade relativa do ar e a velocidade do vento. Sendo associado com os fitossanitários, inseticida e fungicida respeitando a janela de aplicação dos micronutrientes aditivados (Tabela 2).

**Tabela 1** - Produtos utilizados na operação de plantio na tampação.

Data Plantio	Variedades	Cortes	Produtos na Tampação	Dosagens
05/04/2017	RB965902	1	Fipronil (800 gr/litro)	250 gr/ha
			Piraclostrobina (250 gr/litro)	500ml/ha
			Boro	1,5 l/ha
			Zinco	600 ml/ha
			Carbosulfano (700gr/litro)	4 l/ha

**Fonte:** Autoria própria (2017).

**Tabela 2-** Produtos utilizados na aplicação aérea.

<b>Data da Aplicação</b>	<b>Variedades</b>	<b>Produtos</b>	<b>Dosagens</b>
26/12/2017	RB965902	Micro/Aditivado	20 litros/ha
		Clorantraniliprole 100	200 ml/ha
		gr/litro, Lambda cialotrina	
		50 gr/litro	
		Epoxiconazol 50 gr/litro e piraclostrobina 133 gr/litro	1litro/ha

**Fonte:** Autoria própria (2017).

O foliar usado no experimento é composto com os seguintes micronutrientes: zinco (Zn), boro (B), manganês (Mn), cobre (Cu), ferro (Fe), molibdênio (Mo), cobalto (Co) e macronutrientes enxofre (S), magnésio (Mg), e como complemento fosforo (P) e potássio (K) conforme a (Tabela 3).

**Tabela 3 -** Quantidade de nutrientes no aditivo.

<b>Gramas por litro</b>										
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Zn	S	B	Mn	Cu	Fe	Mg	Co	Mo
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 de 45m<sup>2</sup> cada parcela, (4,5 m de largura x 10 m de comprimento). As testemunhas foram cobertas com lonas de 4,5 metros de largura por 10 metros de comprimento, fixadas com 4 estacas cada parcela. Em cada parcela, foi desconsiderada um metro de cada lado de linha de cana, sendo área útil avaliada 25 m<sup>2</sup>.

Preferencialmente com pulverizadores aéreo com barras e bicos adequados ao baixo volume com doses de 20 litros por hectares, 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 produção tivemos que necessariamente, 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 término do experimento as plantas foram retiradas da área de cultivo e levadas até o laboratório para a realização das pré análises para fins de resultados de (ATR), seguidamente com as biometrias das testemunhas e do tratamento, sendo calculado o peso médio por cana, peso total de cana em 16 metros, quantidade de cana nas duas linhas de 8 metros e TCH.

As plantas após medidas e obtidas às devidas informações, foram realizados os cálculos e análises estatísticas utilizando os parâmetros conforme os métodos descritos pelo teste (F) de Student e o teste (q) de Tukey, verificando a significância e diferenciação dentre os tratamentos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos com a aplicação que estão descritos na (Tabela 4) 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 & 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 4** - Descrição do experimento da cultivar RB965902

Tratamento	Quantidade Cana em 16 metros	Média cana por metro	Peso total	Peso médio cana por metro	TCH final	ATR final
Testemunha	182,62 a	11,41 a	246,45 a	1,35 a	102687 a	125,83 a
Tratamento	182,87 a	11,42 a	265,95 b	1,46 b	110812 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
	NS	NS	S	S	S	S

Tratamento = Test área sem aplicação micro, tratamento área com aplicação micro. TCH e açúcares totais retornáveis (ATR) em relação à aplicação foliar de micronutrientes. CV (%) = coeficiente de variação. DMS = diferença mínima significativa. NS = não significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,0005$ ).

O autor ORLANDO FILHO et al. (2001) relata que 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.

Alguns resultados semelhantes, FRANCO et al. (2009), avaliaram a produtividade agrícola e a qualidade da cana-planta 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, a variedade plantada foi a SP 81-3250.

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 70-1143; 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 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 contidas na (tabela 3), 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**

Através dos dados obtidos nesse experimento, o tratamento com a aplicação de micronutrientes aditivados teve influência com níveis significantes e expressivo em mais variáveis sobre a testemunha sem nenhuma aplicação, fazendo com que uma boa aplicação e aproveitamento da janela fisiológica para efeito do produto, oferecesse mais qualidade e produtividade a cana de açúcar visando lucro ao produtor.

## **AGRADECIMENTOS**

Á Deus, por me dar a oportunidade da Vida.

Ao Centro Universitário Unifafibe pela infraestrutura e apoio à pesquisa.

A toda minha família, pai Paulo Roberto de Almeida Santos, mãe Elizete Cristina Guirau Almeida Santos, irmãs Gracy Kelly Guirau Almeida Santos e Beatriz Cristina Copazzi Almeida Santos pessoas mais importantes da minha vida, que confiaram no meu potencial para mais esta conquista. Não conquistaria nada se não

estivessem ao meu lado em todos os momentos, me apoiando, me dando carinho, incentivos, determinação, fé e principalmente pelo amor de vocês.

A minha noiva Anelise Nascimento Nogueira, por me dar muitos incentivos nos momentos mais difíceis sendo especial e fundamental.

Ao meu irmão por consideração Douglas Willian Ungaretti Sirino que foi muito especial e que me deu muita força para vencer esse desafio, pois esta no céu e em meu coração.

A meu orientador Juan Gabriel Cristhoffer Lopes Ruiz, pela força e amizade, que com paciência conseguiu me corrigir e orientar nesse trabalho de conclusão e ensinamentos requeridos, e por ser um excelente profissional a qual admiro.

A minha querida professora Ana Lúcia Paschoa, que esteve também junto comigo em toda minha trajetória dentre os 5 anos de estudos e foi fundamental para minha formação.

## 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.

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 Set. 2018.

Conab **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 Outubro. 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<sup>a</sup>.

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.23-26, 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, ALDO ROBERTO. (2000). Discussão sobre os fatores ambientais impactados pelo setor sucroalcooleiro e a certificação socioambiental. São Carlos, SP. Dissertação (Mestrados- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

ORLANDO FILHO, J. Importância dos micronutrientes na cultura da cana-de-açúcar. Álcool e açúcar. São Paulo, n.3, ano2, p.18-21, 1982.

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 **Produção e área cultivada de cana-de-açúcar** Disponível em:<http://www.unicadata.com.br>>Acesso em 26 Setembro. 2018.