

# Produtividade e teores nutrientes na cultura da cana-de-açúcar após aplicação de manganês em cortes sucessivos

*Productivity and nutrient levels in the culture of sugar cane after application of manganese in successive cuts*

Cleiton Gredson Sabin Benett<sup>1\*</sup>, Salatier Buzetti<sup>2</sup>, Katiane Santiago Silva Benett<sup>3</sup>, Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Agrícola, Instituto Federal Goiano (IFGoiano), Campus de Urutaí, Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, CEP 75790-000, Urutaí, GO, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, SP, Brasil

<sup>3</sup>Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Goiás (UEG), Ipameri, GO, Brasil

\*autor correspondente

✉ [cleiton.benett@ifgoiano.edu.br](mailto:cleiton.benett@ifgoiano.edu.br)

**RESUMO:** A cultura da cana-de-açúcar tem papel fundamental no desenvolvimento econômico do País, mas depende do conhecimento de algumas técnicas como a análise nutricional da parte aérea da planta. O presente trabalho teve como o objetivo avaliar o efeito de fontes e doses de manganês nos teores foliares de macro e micronutrientes e produtividade na cultura da cana-de-açúcar em dois cortes. O experimento foi conduzido no período de 2008 a 2010 no município de Suzanópolis – SP, situado no Noroeste do estado de São Paulo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso no esquema fatorial 3x5, sendo três fontes de manganês e cinco doses de manganês, aplicadas no sulco de plantio, com quatro blocos. A variedade da cana-de-açúcar utilizada foi a RB 867515. Avaliaram-se os teores de macro e micronutrientes das folhas (+3) e a produção de colmos por hectare. A aplicação das fontes de manganês influencia nos teores foliares de macronutrientes e micronutrientes na cultura da cana-de-açúcar. Já as doses de manganês influenciam linearmente apenas nos teores de zinco em cana planta. As fontes e doses de manganês não incrementou na produtividade de colmos da cana-de-açúcar cultivar RB867515 em cana planta e cana soca.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Saccharum* spp., quelatos, FTE.

**ABSTRACT:** The culture of sugarcane has a fundamental role in the economic development of the country, but depends on the knowledge of some techniques such as nutritional analysis of the aerial part of the plant. The present work had as objective to evaluate the effect of sources and doses of manganese in foliar levels of macro and micronutrients and productivity in the culture of sugarcane in two cuts. The experiment was conducted from 2008 to 2010 in the municipality of Suzanópolis - SP, located in the northwest of São Paulo. The experimental design was randomized blocks in factorial 3x5, with three sources of manganese and manganese five doses, applied at planting, with four blocks. The variety of sugarcane used was RB 867515. They assessed the levels of macro and micronutrients leaves (+3) and production of stems per hectare. The application of the influence manganese sources in foliar levels of macronutrients and micronutrients in the culture of sugarcane. Since the manganese doses linearly influence only in the zinc content in plant cane. The sources and manganese doses did not increase the productivity of stalks of sugarcane farming RB867515 in plant cane and ratoon cane.

**KEYWORDS:** *Saccharum* spp., chelates, FTE.

## Introdução

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é atualmente uma das culturas de maior relevância no Brasil, por ser a principal matéria-prima utilizada pela indústria sucroalcooleira para a produção de açúcar e etanol (BENETT et al., 2012).

O Brasil está entre o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com produção na safra de 2014/2015 de aproximadamente

634 Mt em 9,0 M ha. O Estado de São Paulo é maior produtor nacional com produção de 341 Mt em 4,6 M ha, cuja produção é destinada à fabricação de açúcar e etanol (CONAB, 2015).

A utilização de técnicas para diagnosticar a exigência nutricional das plantas é um fator importante, sendo que o uso da análise foliar poderá auxiliar na determinação da quantidade adequada a ser aplicada.

O solo é um dos componentes de um conjunto complexo de fatores de produção, destacando-se pelo seu importante papel de fornecer às plantas suporte físico, água e nutrientes (LEPSCH, 1987). Desta forma a adubação mineral, atuando como fonte de reposição dos nutrientes à fertilidade natural do solo tem contribuído para melhorar o desempenho das culturas com a elevação de suas produtividades (LIMA et al., 2006).

A quantidade de nutrientes extraídos do solo e acumulados pelas plantas varia com a cultivar, manejo do solo, ciclo da cultura e dos nutrientes disponíveis para o desenvolvimento das plantas (BENETT et al., 2013). Assim, as quantidades de nutrientes absorvida e integrado pela cultura da cana-de-açúcar são conhecimentos fundamentais para o estudo da adubação, indicando as quantidades de nutrientes a serem fornecidos (COLETI et al., 2006). Conforme Prado, Fernandes and Natale et al. (2002) existem poucos trabalhos desenvolvidos com cana-de-açúcar enfocando a exigência nutricional e a exportação de macro e micronutrientes pelas variedades atuais, as quais sofreram significativa influência genética pelo melhoramento vegetal.

Entre os micronutrientes, o manganês (Mn) é o segundo mais extraído do solo pela cultura da cana-de-açúcar e a falta do mesmo pode causar problemas do desenvolvimento e na produtividade da cultura. O Mn está envolvido com enzimas ativadas por cátions e na evolução fotossintética de oxigênio (TAIZ; ZEIGER, 2004). Também, nota-se grande quantidade

de Mn nas zonas de crescimento da planta, pois o elemento concentra-se principalmente nos tecidos meristemáticos (VITTI; OLIVEIRA; QUINTINO et al., 2006). Porém, a utilização de micronutrientes em cana-de-açúcar ainda apresenta muitas controvérsias (VAZQUEZ; SANCHES, 2010).

A existência de poucas pesquisas sobre o uso de fontes e doses de Mn na cultura da cana-de-açúcar, visto que a sua utilização pode contribuir para o aumento na produção e melhorias na qualidade tecnológica.

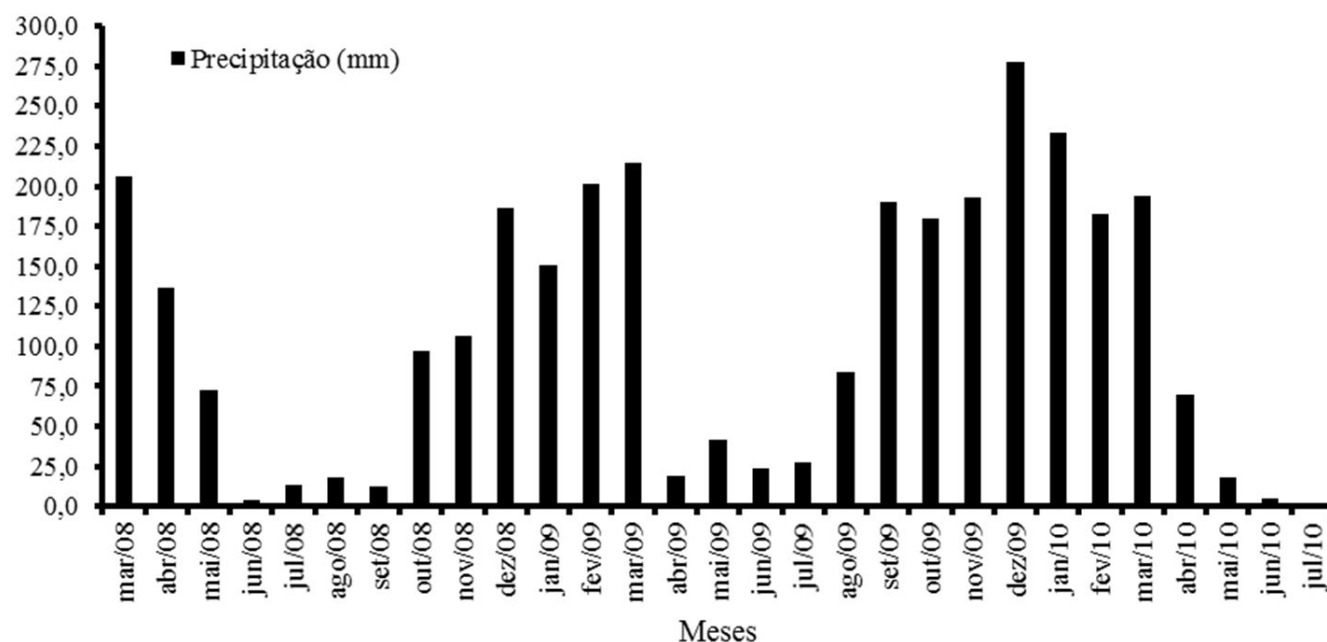
O presente trabalho teve como o objetivo avaliar o efeito de fontes e doses de manganês nos teores foliares de macro e micronutrientes e produtividade na cultura da cana-de-açúcar em dois cortes.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido entre 2008 a 2010 no sítio Fujimoto, com coordenadas 20°32' S e 50°58' O, e altitude de 361 metros, no município de Suzanópolis – SP, situada no Noroeste do estado de São Paulo. Os Valores de precipitação pluviométrica acumulada durante o mês no período experimental, encontram-se na Figura 1.

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho Eutrófico (EMBRAPA, 2006). As características químicas do solo foram determinadas antes da instalação do experimento, segundo metodologia proposta por Van Raij et al. (2001), na camada 0,0-0,25 m (Tabela 1).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso no esquema fatorial 3x5, sendo três fontes de manganês: Quelato (7% Mn), FTE BR 12 pó (1,8% B; 0,8% Cu; 3,0% Fe; 2,0% Mn; 0,10% Mo e 9,0% Zn) e Sulfato de manganês (SM) (31% Mn e 18% S) em cinco doses de manganês (0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 kg ha<sup>-1</sup>), aplicadas no sulco de plantio,



**Figura 1.** Precipitações mensais do período experimental, obtidos das estações agrometeorológicas da UNESP/FE de Ilha Solteira e Marinópolis. Suzanópolis-SP.

com quatro blocos. Como o solo estava deficiente em Zn, aplicaram-se em todos os tratamentos, 5 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de zinco. Os tratamentos fontes e doses foram aplicados apenas no sulco de plantio, imediatamente antes do plantio da cana planta. As parcelas foram constituídas por quatro linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas por 1,5 m. No preparo do solo foram realizadas uma aração profunda e aplicação de 2 t ha<sup>-1</sup> de calcário calcítico, conforme análise do solo.

A cultura recebeu adubação de plantio com 30, 150 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, conforme descrito por Van Raij et al. (1997). Na cana soca (primeira soca) foi realizada a aplicação de macronutrientes com 80 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de N (ureia) e K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio), respectivamente, também de acordo com as recomendações de Van Raij et al. (1997), aplicados nas entrelinhas da cultura aos 77 dias após a primeira colheita da cana planta.

A variedade da cana-de-açúcar utilizada foi a RB 867515 de ciclo médio a tardio, rápido crescimento, porte alto, hábito de crescimento ereto, alta densidade de colmo e fácil despalha. O plantio foi realizado adotando-se o sistema de plantio manual (convencional), em que os colmos foram distribuídos dentro dos sulcos de plantio, sendo colocados seis toletes com três gemas em cada metro de sulco. As colheitas foram realizadas sem queima e manualmente, para cana planta e 1ª cana soca.

Avaliaram-se os teores de macro e micronutrientes das folhas (+3), sendo coletadas sete plantas aleatórias de cada parcela, identificadas e retirada a nervura central da folha. Depois o material foi colocado em estufa de circulação de ar forçada para secar a temperatura de 65 °C, por cerca de 72 horas. Após a secagem, o material foi moído em moinho tipo Wiley equipado com peneira de malha com abertura de 1 mm para posteriores análises dos teores de macro e micronutrientes, conforme descrito em Malavolta, Vitti e Oliveira et al. (1997).

A produção de colmos por hectare foi determinada contando-se o número de colmos da área útil da parcela, cortando-se dez colmos industrializáveis por parcela, pesando-se e calculando-se a produtividade em tonelada de colmos por hectare.

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para fontes e, para as doses de Mn foram realizadas análises de regressão. As análises estatísticas foram processadas utilizando-se o programa de análise estatística Sanest.

## Resultados e Discussão

Constatou-se que não houve efeito significativo para interação entre fontes e doses de manganês na cultura da cana-de-açúcar para nenhuma das variáveis avaliadas em cana planta e cana soca (Tabelas 2-4).

Quando se avaliaram as fontes de Mn, observou-se efeito significativo apenas para os teores foliares de P em cana planta sendo a fonte quelato foi superior a fonte FTE BR 12, não ocorrendo diferenças para os teores foliar de N e K em cana planta e cana soca (Tabela 2).

Em cana planta os teores de N, P e K encontram-se abaixo dos teores adequados e conforme Malavolta, Vitti e Oliveira et al. (1997), os teores adequados de N, P e K devem estar entre 19 a 21, 2,0 a 2,4 e 11 a 13 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Já para Reis Junior e Monnerat (2003), na folha +3, a faixa de N adequada está entre 13,4 e 22 g kg<sup>-1</sup>. Para cana soca os teores de N também ficaram abaixo da faixa considerada adequada de 20 a 22 g kg<sup>-1</sup>. Porém os valores foram superiores aos encontrados por Marques et al. (2007) quando trabalhando com cultivares de cana-de-açúcar constataram em cana soca (RB 867515) teores médios de N, P e K de 8,87, 0,73 e 8,97 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Para as doses não se obteve efeito significativo nos teores foliares de macronutrientes (N, P e K) nos dois ciclos da cultura.

Para os teores foliares de Ca, Mg e S (Tabela 3) houve efeito significativo das fontes de Mn apenas para os teores de Mg em cana planta, em que as fontes quelato e sulfato de manganês foram superiores à fonte FTE BR 12. Esse resultado pode estar relacionado com a disponibilidade do Mg contido no calcário utilizando na correção do solo antes da instalação da cultura. Os teores foliares de Ca em cana planta e S em cana planta e cana soca estão abaixo do adequado, segundo Malavolta, Vitti e Oliveira et al. (1997), os quais citam as faixas de 8 a 10 g kg<sup>-1</sup> de Ca e 2,5 a 3,0 g kg<sup>-1</sup> de S. Já os teores de Mg estiveram dentro da faixa adequada de 2,5 a 3,0 g kg<sup>-1</sup>, tanto para cana planta quanto para cana soca. Espironello et al. (1986), estudando às variações acentuadas dos teores de macronutrientes das folhas de cana-soca em relação a diferentes localidades, observaram as seguintes faixas de teores: 15,3 a 22,2 g kg<sup>-1</sup> de N; 1,4 a 2,0 g kg<sup>-1</sup> de P; 12,4 a 15,9 g kg<sup>-1</sup> de K; 3,8 a 7,1 g kg<sup>-1</sup> de Ca; 1,1 a 2,0 g kg<sup>-1</sup> de Mg e 1,1 a 3,1 g kg<sup>-1</sup> de S.

Quando se avaliou a produtividade de colmos da cana planta e cana soca em função das fontes Mn, não foi constatado efeito significativo (Tabela 3).

A produtividade de colmos por hectare não se ajustou às regressões testadas, obtendo-se produtividades que variaram

**Tabela 1.** Análise química do solo na área experimental, na camada de 0-0,25 m. Suzanópolis-SP.

Camada (m)	P (resina) mg dm <sup>-3</sup>	M.O. g dm <sup>-3</sup>	pH CaCl <sub>2</sub>	K	Ca	Mg	H+Al mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	SB	CTC	V %
0-0,25	3	24	4,9	3,0	10	8	20	21,4	41,4	52
Camada (m)	Cu*	Fe*	Mn*	Zn*	B**					
0-0,25	0,8	13	4,8	0,4	0,11					

\* Determinado em DTPA; \*\* Água quente. Análise realizada no Laboratório de Fertilidade do Solo UNESP/FE.

**Tabela 2.** Teores foliares médios de macronutrientes (N, P e K) em função da aplicação de fontes e doses de Mn na cultura da cana-de-açúcar. Suzanópolis-SP.

Tratamentos	Cana planta			Cana soca		
	N	P	K	N	P	K
----- g kg <sup>-1</sup> de MS -----						
Fontes						
Quelato	15,4 a	1,7 a	11,2 a	19,0 a	1,9 a	14,0 a
FTE BR 12	15,2 a	1,6 b	10,7 a	18,8 a	2,0 a	14,0 a
SM	15,2 a	1,7 ab	10,6 a	19,0 a	1,9 a	13,7 a
Doses (kg ha <sup>-1</sup> )						
0	15,7	1,7	10,9	19,1	2,0	13,6
2,5	15,2	1,7	11,2	18,6	1,9	13,8
5,0	15,3	1,6	10,8	19,9	2,0	14,3
7,5	15,4	1,7	10,7	19,1	2,0	13,8
10,0	15,2	1,7	10,6	18,9	1,8	13,8
Teste F	0,248ns	0,025**	0,214ns	0,557ns	0,327ns	0,601
Regressão	---	---	---	---	---	---
CV (%)	4,5	7,9	9,7	3,5	6,7	5,8

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. SM = Sulfato de manganês; ns = não significativo; \*\* = significativo a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.** Teores foliares médios de macronutrientes (Ca, Mg e S) e produção de colmos por hectare (PCH) em função da aplicação de fontes e doses de Mn na cultura da cana-de-açúcar. Suzanópolis-SP.

Tratamentos	Cana planta				Cana soca			
	Ca	Mg	S	PCH	Ca	Mg	S	PCH
	-- g kg <sup>-1</sup> de MS --			t ha <sup>-1</sup>	-- g kg <sup>-1</sup> de MS --			t ha <sup>-1</sup>
Fontes								
Quelato	3,7 a	2,4 a	1,4 a	93,5 a	3,6 a	2,5 a	1,1 a	99,7 a
FTE BR 12	3,8 a	2,1 b	1,4 a	93,3 a	3,5 a	2,3 a	1,1 a	101,6 a
SM	3,9 a	2,4 a	1,4 a	88,7 a	3,6 a	2,6 a	1,1 a	97,3 a
Doses (kg ha <sup>-1</sup> )								
0	3,8	2,3	1,3	87,4	3,8	2,6	1,1	90,1
2,5	3,8	2,3	1,4	91,1	3,5	2,4	1,1	101,0
5,0	3,7	2,3	1,4	87,5	3,5	2,5	1,1	104,7
7,5	4,1	2,2	1,4	93,8	3,6	2,4	1,1	99,8
10,0	3,8	2,3	1,4	99,2	3,5	2,5	1,1	101,9
Teste F	0,244ns	0,001*	0,144ns	0,326ns	0,848ns	0,234ns	0,506ns	0,565ns
Regressão	---	---	---	---	---	---	---	---
CV (%)	9,0	10,8	9,3	15,6	12,6	15,9	6,9	15,3

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. SM = Sulfato de manganês; ns = não significativo; \* = significativo a 1% de probabilidade.

de 87 a 99 t ha<sup>-1</sup> na cana planta e de 90 a 104 t ha<sup>-1</sup> na cana soca (Tabela 3). A baixa produtividade da cana planta pode ser explicada devido a menor precipitação pluviométrica na fase de perfilhamento intenso da cultura em ambos os ciclos produtivos, conforme demonstra a Figura 1. Gava et al. (2008) verificaram, em estudo com três variedades de cana-de-açúcar em primeiro ciclo de cultivo na região de Jaú - SP, produtividades de 115,8; 112,1 e 91,9 t ha<sup>-1</sup> para as variedades RB 867515, RB 855536 e SP 803280, respectivamente. Oliveira et al. (2008),

estudando o comportamento de variedades de cana-de-açúcar em primeiro ciclo de cultivo na região de Carpina-PE, obtiveram produtividades médias de 87,6 t ha<sup>-1</sup> para a RB 867515.

Na Tabela 4 estão apresentados os valores referentes aos teores foliares de B, Fe, Mn e Zn em cana planta e cana soca. Ao avaliar as fontes de Mn, observou-se efeito significativo para os teores de Fe e Mn em cana planta. Nos teores de Fe, a fonte FTE BR 12 foi superior às demais fontes, devido, provavelmente, esta fonte ter em sua composição 3,0% de Fe.

**Tabela 4.** Teores foliares médios de micronutrientes em função de fontes e doses de Mn na cultura da cana-de-açúcar. Suzanópolis-SP.

Tratamentos	Cana planta				Cana soca			
	B	Fe	Mn	Zn	B	Fe	Mn	Zn
	----- mg kg <sup>-1</sup> de MS -----							
<b>Fontes</b>								
Quelato	19,8 a	224,8 b	239,5 a	17,9 a	16,3 a	273,0 a	117,9 a	17,8 b
FTE BR 12	18,4 a	257,3 a	211,5 b	17,5 a	17,6 a	276,2 a	110,1 a	22,0 a
SM	18,6 a	237,7 b	230,7 a	17,5 a	16,7 a	272,0 a	116,3 a	18,4 ab
<b>Doses (kg ha<sup>-1</sup>)</b>								
0	18,7	236,1	201,8	15,8	16,1	271,6	105,5	18,3
2,5	19,1	253,8	219,4	16,7	16,7	272,0	117,8	19,3
5,0	18,3	247,4	226,9	17,6	16,3	270,1	118,4	19,2
7,5	18,6	221,7	231,8	18,2	16,3	280,6	117,3	21,5
10,0	20,0	238,9	236,3	19,5	18,8	274,3	114,7	19,6
Teste F	0,611ns	0,008**	0,013**	0,892ns	0,922ns	0,352ns	0,568ns	0,038**
Regressão	---	---	---	L	---	---	---	---
CV (%)	19,1	13,1	12,8	16,3	21,6	11,2	18,1	20,8

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SM = Sulfato de manganês; ns = não significativo; \*\* = significativo a 5% de probabilidade; L = modelo linear.

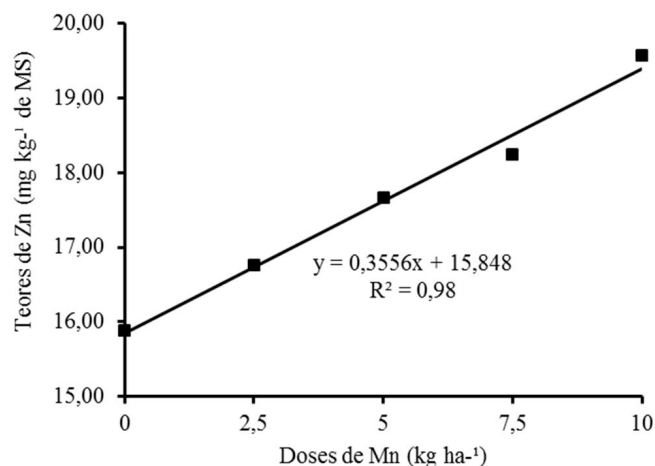
Já para os teores de Mn, as fontes quelato e sulfato foram superiores à fonte FTE BR 12 isso é devido as fontes quelato e sulfato serem mais solúveis em relação ao FTE ficam disponíveis para as plantas. Madeiros, Vieira and Aquino (2009), trabalhando com cultivares de cana-de-açúcar e doses de escória siderúrgica, verificaram que a aplicação de escória siderúrgica no solo aumentou os teores foliares de Mn. Já Iwasaki et al. (2002) quando realizaram aplicação de escória siderúrgica observaram maiores concentrações de Mn na folha do feijão caupi.

Quando se avaliaram os teores de micronutrientes em cana soca, observa-se efeito significativo apenas para os teores foliares de Zn, sendo que com a fonte FTE BR 12 se obteve o maior valor, diferindo da fonte quelato (Tabela 4). Este fato é devido a fonte FTE BR 12 possuir 9,0% de Zn disponível em sua composição, além da aplicação de 5,0 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de zinco para corrigir o teor de zinco no solo antes do plantio. Mesmo havendo a aplicação do zinco nessa concentração, não foram observados efeitos fitotóxicos nas plantas.

Os teores foliares de micronutrientes ficaram dentro da faixa adequada segundo Malavolta, Vitti e Oliveira et al. (1997), exceto os teores de Zn em cana planta e cana soca que se encontram pouco abaixo da faixa adequada. Isso pode evidenciar a ocorrência de antagonismo entre o Mn e Zn ou conforme Prado et al. (2008), a cana-de-açúcar absorve e remove relativamente pequenas quantidades de zinco por 100 toneladas de cana, sendo nas folhas de 163 a 382 g de Zn.

Para as doses de Mn observou-se resultado significativo apenas para os teores foliares de Zn em cana planta (Figura 2), cujos teores se ajustaram à regressão linear crescente, em que os valores variaram de 15,88 a 19,58 mg kg<sup>-1</sup> de Zn.

Neste sentido, verificam-se poucos estudos sobre a aplicação de Mn na cultura da cana-de-açúcar, sendo que a produtividade da cultura é dependente do solo, condições climáticas, variedade,

**Figura 2.** Teores médios de Zn foliar em função das doses de manganês na cultura da cana-de-açúcar (cana planta). Suzanópolis-SP.

manejo do solo, manejo da própria cultura e principalmente à adubação e seu efeito residual.

## Conclusões

A aplicação das fontes de manganês influenciou nos teores foliares de macronutrientes e micronutrientes na cultura da cana-de-açúcar.

Já as doses de manganês influenciaram linearmente apenas nos teores de zinco em cana planta.

As fontes e doses de manganês não incrementaram na produtividade de colmos da cana-de-açúcar cultivar RB867515 em cana planta e cana soca.



## Referências

- BENETT, C. G. S. et al. Qualidade e produtividade da cana planta e cana soca em função de doses e fontes de manganês. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 2, p. 198-205, 2012.
- BENETT, C. G. S. et al. Acúmulo de nutrientes no colmo de cana-de-açúcar em função de fontes e doses de manganês. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 1077-1088, 2013. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n3p1077>.
- COLETI, J. T. et al. Remoção de macronutrientes pela cultura da cana-planta e cana-soca em Argissolos, variedades RB 835486 e SP 81-3250. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 24, n. 5, p. 32-36, 2006.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira: cana-de-açúcar: segundo levantamento**. Brasília, 2015. v. 2, n. 2, p. 1-33. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_09\\_11\\_10\\_51\\_14\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_2o\\_lev\\_-\\_15-16.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_10_51_14_boletim_cana_portugues_-_2o_lev_-_15-16.pdf)>. Acesso em: 08 jul. 2014.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306 p.
- ESPIRONELLO, A. et al. Efeitos da adubação NPK nos teores de macronutrientes das folhas de cana-de-açúcar (cana-soca). **Bragantia**, Campinas, v. 45, n. 2, p. 377-382, 1986. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87051986000200016>.
- GAVA, G. J. C. et al. Produtividade e atributos tecnológicos de três cultivares de cana-de-açúcar irrigadas por gotejamento subsuperficial. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 9., 2008, Maceió. **Anais...** Maceió: STAB, 2008. p. 751-755.
- IWASAKI, K. et al. Effects of silicon supply on apoplastic manganese concentrations in leaves and their relation to manganese tolerance in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Plant and Soil**, Austrália, v. 238, n. 2, p. 281-288, 2002. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1014482911196>.
- LEPSCH, I. F. Influência dos fatores edáficos na produção. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1987. p. 83-98.
- LIMA, S. A. A. et al. Influência da adubação mineral sobre três cultivares de cana-de-açúcar na microrregião de Guarabira na Paraíba. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia, v. 27, n. 2, p. 92-99, 2006.
- MADEIROS, L. B.; VIEIRA, A. O.; AQUINO, B. F. Micronutrientes e silício nas folhas de cana de açúcar: escória siderúrgica. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 1, p. 27-37, 2009.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1997. 319 p.
- MARQUES, T. A. et al. Parâmetros biométricos e tecnológicos de cultivares de cana-de-açúcar para o oeste paulista. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 26, n. 2, p. 46-51, 2007.
- OLIVEIRA, E. C. A. et al. Rendimento de colmo e atributos tecnológicos de cultivares de cana-de-açúcar, plantadas no Nordeste, sob dois sistemas de irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 9., 2008, Maceió. **Anais...** Maceió: STAB, 2008. p. 756-761.
- PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; NATALE, W. Calcário e escória de siderurgia avaliados por análise foliar, acúmulo, e exportação de macronutrientes em cana-de-açúcar. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 129-135, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162002000100019>.
- PRADO, R. M. et al. **Nutrição de plantas: diagnose foliar em grandes culturas**. Jaboticabal: UNESP, 2008. 301 p.
- REIS JUNIOR, R. A.; MONNERAT, P. H. Dris norms valition for sugarcane crop. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 3, p. 379-385, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2003000300007>.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.
- VAN RAIJ, B. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100).
- VAN RAIJ, B. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285 p.
- VAZQUEZ, G. H.; SANCHES, A. C. Formas de aplicação de micronutrientes na cultura da cana-de-açúcar. **Nucleus**, Ituverava, v. 7, n. 1, p. 267-276, 2010.
- VITTI, G. C.; OLIVEIRA, D. B.; QUINTINO, T. A. Micronutrientes na cultura da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V. et al. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP2, 2006. p. 121-138.

Recebido: 08 jul. 2014  
Aprovado: 20 maio 2016