



## Adubação com silício em cana-de-açúcar: efeito de variedades e estresse hídrico no verão<sup>(1)</sup>.

**Andréa Lage de Oliveira<sup>(2)</sup>; Mônica Sartori de Camargo<sup>(3)</sup>; Marcelo de Almeida Silva<sup>(4)</sup>; Breno Kennedy Lima Bezerra<sup>(5)</sup>; Lucas Almeida de Holanda<sup>(5)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da FAPESP (projeto 2013/04144-7).

<sup>(2)</sup> Estudante de Bacharelado em Agroecologia, Universidade Federal de São Carlos/Centro de Ciências Agrárias, Rodovia Anhanguera, km 174, CEP 13600-070, Araras, SP, andrealageoli@hotmail.com, Bolsista FAPESP; <sup>(3)</sup> Pesquisador, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios/Pólo Centro Sul, Piracicaba, SP; <sup>(4)</sup> Professor, Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP. <sup>(5)</sup> Pós Graduando, Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP;

**RESUMO:** Os benefícios da adubação com silício na cana-de-açúcar na tolerância a seca ainda não foram estudados no País. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito do silício e da deficiência hídrica imposta no verão na produção de massa fresca, massa seca e área foliar de variedades tolerantes e sensíveis a seca. Um experimento foi realizado em vasos (20L), contendo solo arenoso com baixo teor de Si solúvel, em casa-de-vegetação em Piracicaba, SP. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 4 repetições, 2 variedades de cana-de-açúcar tolerantes (RB86-7515, SP83-2847) e duas sensíveis a seca (RB85-5536 e RB85-5453), com e sem Si (0 e 600 kg ha<sup>-1</sup> Si), sem e com deficiência hídrica (umidade do solo a 100% e 60% da capacidade de campo). A fonte de Si utilizada foi o silicato de cálcio e magnésio, sendo que todas as parcelas receberam quantidades iguais de Ca e Mg. Foi plantada uma muda por vaso com adubação de macronutrientes igual em todos os vasos. Aos 5 meses após o transplante das mudas pré brotadas no solo, foi imposto o déficit hídrico durante 28 dias nos tratamentos sob déficit de água (60%). A altura, número de folhas verdes, área foliar, massa fresca e seca da parte aérea foram maiores sem estresse hídrico com destaque para variedade SP83-2847. A adubação com Si aumentou a produção de massa seca da parte aérea apenas da RB86-7515.

**Termos de indexação:** silicato, água, adubação.

### INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar apresenta essencial importância econômica para o Brasil, que é o maior produtor mundial.

Essa planta é considerada acumuladora de Si, absorvendo grandes quantidades desse elemento benéfico, podendo chegar a 307 kg ha<sup>-1</sup> (Samuels, 1967) e 408 kg ha<sup>-1</sup> Si (Ross et al., 1974), podendo superar as absorções de N e K (Epstein et al., 2009). Em casos de solo com baixo teor de Si

solúvel e alta extração pela cana-de-açúcar, a produção poderia ficar comprometida ao longo do tempo, sendo necessários mais estudos sobre a adubação com Si na cana-de-açúcar (Camargo et al., 2014).

A absorção do silício pelas plantas, que ocorre pelas raízes, permite que esse seja transportado à parte aérea pelo xilema e depositado nas paredes da células da epiderme, fortalecendo a estrutura da planta. Os benefícios da sua absorção estão relacionados ao aumento da produtividade e da tolerância aos estresses biótico e abiótico (Epstein, 2009). Efeitos positivos da adubação com Si em cana-de-açúcar já foram mostrados no Havaí (Ayres, 1966; Fox et al., 1967), nos Estados Unidos (Elawad et al., 1982) e na Austrália (Kingston et al., 2005). No Brasil, incrementos foram relatados em solos arenosos e de textura média, conforme Korndöfer et al. (2002). Esses autores mostraram aumento significativo de 14 t ha<sup>-1</sup> na produção dessa cultura em Neossolo Quartzarênico com 4 t ha<sup>-1</sup> de metassilicato de cálcio. Silveira et al. (2003), também, relataram aumento de 11 t ha<sup>-1</sup> na produtividade da cana-planta em solo de textura média com baixo teor de Si solúvel.

Devido à crescente demanda por matéria-prima, o cultivo da cana-de-açúcar avançou para áreas com diferentes classes de solos, sendo grande parte delas de textura arenosa e sujeitos à deficiência hídrica. Aliado a isso, esses solos contêm baixo teor de Si solúvel, podendo responder à adubação silicatada (Camargo et al., 2014). Entretanto, poucos estudos têm sido feitos sobre silício e deficiência hídrica na cana-de-açúcar.

Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito do silício e da deficiência hídrica imposta no verão, na produção de massa fresca, massa seca e área foliar de variedades tolerantes e sensíveis a seca.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação em vasos com capacidade para 20 L, usando Neossolo Quartzarênico. As características



químicas do solo revelaram:  $\text{pH}_{\text{CaCl}_2} = 4,8$ ;  $\text{MO} = 2,0 \text{ g kg}^{-1}$ ;  $\text{Presina} = 3,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{K, Ca, Mg} = 0,5; 9 \text{ e } 2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $T = 21,8$ ,  $V\% = 49$  e  $m\% = 1$ . O teor de silício ( $0,9 \text{ mg kg}^{-1} \text{ Si}$  em  $\text{CaCl}_2$   $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ ) nesse solo é considerado responsivo à adubação silicatada, conforme Berthelsen et al. (2001).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 2 variedades de cana-de-açúcar tolerantes (RB86-7515, SP83-2847) e duas sensíveis a seca (RB85-5536 e RB85-5453), com e sem Si (0 e  $600 \text{ kg ha}^{-1} \text{ Si}$ ), sem e com deficiência hídrica (umidade do solo a 100% e 60% da capacidade de campo) e 4 repetições, totalizando 64 parcelas. A fonte de Si utilizada foi o silicato de cálcio e magnésio, sendo que todas as parcelas receberam quantidades iguais de Ca e Mg. Foi plantada uma muda por vaso com adubação de macronutrientes igual em todos os vasos.

O estresse hídrico foi imposto no verão (out/2014), em plantas com 5 meses. Anteriormente ao estresse todas as plantas foram mantidas à 100% da capacidade de campo.

A instalação dos vasos foi feita após a incubação dos materiais por 40 dias, sendo realizado o transplântio de uma muda em cada vaso em maio/2014. Para obtenção de mudas uniformes, foi feito o plantio dos toletes de uma gema em caixas de plástico contendo areia lavada.

No transplântio de uma muda por vaso, foi feita adubação de plantio em todos os vasos com nitrogênio, fósforo, potássio, conforme recomendação de Spironello et al. (1997). Foram utilizados  $180 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$  na forma de superfosfato simples. A adubação nitrogenada e potássica ( $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de N com sulfato de amônio e  $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$  com KCl) de plantio foram feitas em cobertura uma semana após o transplântio, para não ocasionar problemas com salinidade nas raízes das mudas no transplântio. A adubação de cobertura foi feita com  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de N e  $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$  após 30 dias do transplântio das mudas.

A umidade do solo foi mantida a 100% da capacidade de campo com auxílio de tensiômetros. A partir do dia 08/10/14, foi retirada a irrigação dos tratamentos com déficit até que a umidade do solo atingisse 60% de umidade da capacidade de campo, onde permaneceu até 28 dias. Após isso, foram avaliadas a altura, número de folhas verdes, área foliar, massa fresca e seca da parte aérea. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey, utilizando-se o programa SAS.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 28 dias de estresse hídrico, houve efeito da água e das variedades na altura, folhas verdes, área foliar e produção de massa fresca seca da

parte aérea. O tratamento controle (100% água) proporcionou maior altura, número de folhas verdes, área foliar e massa fresca e seca da parte aérea, conforme esperado (Tabela 1).

As variedades tolerantes a seca (RB86-7515 e SP83-2847) apresentaram maior altura de plantas devido ao seu melhor uso da água para atividade fotossintética e crescimento das plantas (Tabela 2). Entretanto, o número de folhas verdes foi menor na RB86-7515, o que pode estar relacionado ao mecanismo de tolerância para continuar o crescimento mesmo sob condições de deficiência hídrica. A variedade SP83-2847 foi destaque, apresentando maior área foliar e massa fresca e seca, enquanto as demais não diferiram entre si (Tabela 2).

Quanto às interações, a interação água x variedade foi significativa apenas para número de folhas verdes (Tabela 3). No tratamento sem déficit hídrico, não ocorreu diferença entre variedades com 100% de água. Ao contrário disso, a variedade RB86-7515 apresentou menor número de folhas verdes com 60% de água no solo.

A interação variedade x silício também foi significativa para a produção de massa seca da parte aérea da cana-de-açúcar. Entretanto, o incremento na massa seca com a adubação silicatada ocorreu apenas para RB86-7515, não tendo ocorrido diferença entre as demais (Tabela 4).

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados, concluiu-se que:

- 1) A altura, número de folhas verdes, área foliar, massa fresca e seca da parte aérea foram maiores sem estresse hídrico com destaque para variedade SP83-2847.
- 2) A adubação com Si aumentou a produção de massa seca da parte aérea apenas para RB86-7515.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo projeto de auxílio 2013/04144-7 e pela bolsa de iniciação científica (2014/21872-9).

## REFERÊNCIAS

AYRES, A.S. Calcium silicate slag as a growth stimulant for sugarcane on low-silicon soils. *Soil Science*, 101: 216-227, 1966.

BERTHELSEN, S. et al. Effect of Ca-silicate amendments on soil chemical properties under a sugarcane cropping system. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 2., 2002. Proceedings. Tsuruoka, Japão: Japanese Society of Soil Science and Plant Nutrition. p.57.



CAMARGO, M.S.de, KORNDÖRFER, G.H., WYLER, P. Silicate fertilization of sugarcane cultivated in tropical soils. *Field Crops Research*. 167: 64-75, 2014.

ELAWAD, S.H.; STREET, J.J.; GASCHO, G.J. Response of sugarcane to silicate source ad rate. I. Growth and yield. *Agronomy Journal*, 74: 481-484, 1982.

EPSTEIN, E. Silicon: its manifold roles in plants Silicon. *Annals of Applied Biology*, 155: 155-160, 2009.

FOX, R.L et al. Soil and plant silicon and silicate response by sugarcane. *Soil Science Society of America Proceedings*, 31: 775-779, 1967.

KINGSTON, G., et al. Impact of calcium silicate amendments on sugarcane yield and soil properties in Queensland Australia. In: *SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE*, 3., Uberlândia, 2005. Anais. Uberlândia: Univesidade Federal de Uberlândia, 2005. p. 62-75.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S. & CAMARGO, M. S.de Papel do silício na produção de cana-de-açúcar, *Stab*, 21:6-9, 2002.

ROSS, L., NABABSING, P. & CHEONG, W. Y. Residual effect of calcium silicate applied to sugarcane soils. *Proceedings of Fifteen Congress. of the Society Sugar Cane Technologies.*, 15:539-542, 1974.

SAMUELS, G. Silicon and sugar. *Sugar y Azucar*, 66:25-29,1969.

SILVEIRA, E.G. et al. Silicato de cálcio e calcário na produção e qualidade da cana-de-açúcar. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO*, 29., 2003, Ribeirão Preto. Anais. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. CD-ROM.

SPIRONELLO, A. et al. In: RAIJ, B. van et al. *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. Campinas: IAC/Fundação IAC, 1997. 285p.



**Tabela 1.** Altura, número de folhas verdes, área foliar, massa fresca e seca de cultivares de cana-de-açúcar com e sem déficit hídrico. Piracicaba, 2014.

Água	Altura	Folha Verde	Área foliar	Massa fresca	Massa seca
	cm	Nº	cm <sup>2</sup>	g	
100% (sem déficit)	30,83a	4,75a	1112,91a	127,51a	34,55a
60% (com déficit)	28,07b	3,89b	766,90b	89,54b	26,83b
DMS	2,11	0,42	119,64	12,51	2,17

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre Si pelo Teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 2.** Altura, número de folhas verdes, área foliar, massa fresca e seca de quatro cultivares de cana-de-açúcar. Piracicaba, 2014.

Água	Altura	Folha Verde	Área foliar	Massa fresca	Massa seca
	cm	Nº	cm <sup>2</sup>	g	
RB86-7515	32,25a	3,16b	879,35b	117,16ab	30,96b
RB85-5536	26,94b	4,19ab	859,70b	102,12b	29,65b
RB85-5453	26,25b	4,75a	935,66b	95,25b	27,11b
SP83-2847	33,06a	4,94a	1171,41a	129,06a	35,05a
DMS	3,92	0,78	222,20	23,25	5,79

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre Si pelo Teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 3.** Teste Tukey da interação água x variedade para número de folhas verdes de variedades de cana-de-açúcar sem e com déficit hídrico. Piracicaba, 2014.

Variedades	Nº de folhas verdes	
	100% água	60% água
RB86-7515	4,50a	2,50b
RB85-5536	4,75a	3,87a
RB855453	5,25a	4,25a
SP83-2847	5,37a	4,50a
DMS	1,18	1,14

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 4.** Interação variedade x silício para massa seca de variedades de cana-de-açúcar cultivadas com silicato. Piracicaba, 2014.

Si (kg ha <sup>-1</sup> )	Massa seca (g)			
	RB86-7515	RB85-5536	RB85-5453	SP83-2847
0	26,65b	28,92a	25,50a	34,06a
800	35,27a	30,37a	28,72a	36,04a
DMS	3,95	5,07	4,91	6,54

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).