



Recuperação de variedades de cana-de-açúcar adubadas com silício após déficit hídrico no crescimento inicial ⁽¹⁾.

Mônica Sartori de Camargo⁽²⁾; Breno Kennedy Lima Bezerra⁽³⁾; Lucas Almeida de Holanda⁽³⁾; Marcelo de Almeida Silva⁽⁴⁾; Andrea Lage de Oliveira⁽⁵⁾

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

⁽²⁾ Pesquisador, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios/Pólo Centro Sul, Rodovia SP 127, km 30, Piracicaba, SP, mscamarg@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Pós Graduando, Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP; ⁽⁴⁾ Professor, Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP.

⁽⁵⁾ Estudante, Universidade Federal de São Carlos/Centro de Ciências Agrárias, Araras, SP, Bolsista FAPESP.

RESUMO: Escassas são as informações sobre os efeitos do Si na redução dos efeitos do déficit hídrico em cana-de-açúcar. Assim, o objetivo foi avaliar a recuperação de variedades adubadas com Si e submetida ao déficit hídrico no crescimento inicial por meio do teor de Si na folha diagnóstica aos 6 meses e de avaliação biométrica na colheita. O experimento foi desenvolvido em vasos (100L) com Neossolo Quartzarênico em casa-de-vegetação de janeiro a dezembro de 2015. O delineamento foi em blocos casualizados com variedade de cana-de-açúcar tolerante (RB86-7515) e sensível à seca (RB85-5536) com e sem Si (0 e 600 kg ha⁻¹ Si), sem e com deficiência hídrica (umidade do solo a 100% e 60% da capacidade de campo), 4 repetições. A fonte de silício foi o silicato de cálcio e magnésio e todas as parcelas receberam iguais quantidades de Ca e Mg. A deficiência hídrica foi imposta no crescimento inicial (maio/2014) por 60 dias. Após isso, a umidade do solo foi mantida a 100% até a colheita do experimento aos 11 meses após plantio. O silício aumentou o teor de Si na folha diagnóstica, o número de folhas verdes, a altura e a produção de massa seca de colmo, palha, o que pode ser útil para aumentar a produtividade dos canaviais.

Termos de indexação: silicato, água, adubação.

INTRODUÇÃO

A relevância econômica da cultura da cana-de-açúcar para o Brasil é mostrada pela geração de divisas obtidas com a venda de açúcar e etanol proveniente dos 605 milhões de toneladas de colmos colhidos em 7,5 milhões de hectares na safra de 09/10 (Conab, 2012). Dentre as áreas cultivadas com a cultura são utilizados vários tipos de solos, inclusive com baixa fertilidade, especialmente arenosos e de textura média, que representam grande parte das áreas de expansão da cultura. Um dos principais fatores limitantes da cana-de-açúcar, especialmente nesses solos é a deficiência hídrica (Taiz & Zeiger, 2004), podendo reduzir 35% da biomassa (Inmam-Bamber, 2004).

Um dos elementos absorvidos em grande quantidade pela cana-de-açúcar é o Si, podendo alcançar 408 kg ha⁻¹ Si (Ross et al., 1974), quantidade maior que o nitrogênio, para apenas 74 t ha⁻¹. As folhas são os órgãos que absorvem as maiores quantidades de Si, variando seus teores com a variedade (Deren et al., 1993). Resultados positivos estão relacionados à sua absorção e à tolerância aos estresses bióticos e abióticos em várias culturas, especialmente acumuladoras, além do aumento da produtividade e a capacidade fotossintética (Savant et al., 1999; Epstein, 2009). O uso do Si poderia ser útil para a cana-de-açúcar nesses solos sujeitos à deficiência hídrica, mas ainda são escassas as informações sobre o assunto.

Assim, o objetivo foi avaliar a recuperação de variedades adubadas com Si e submetida ao déficit hídrico no crescimento inicial por meio do teor de Si na folha diagnóstica aos 6 meses e de avaliação biométrica na colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido de janeiro a dezembro de 2014 em vasos (100L) sob casa-de-vegetação na APTA Pólo Centro Sul, Piracicaba, SP. O delineamento foi em blocos casualizados com variedade de cana-de-açúcar tolerante (RB86-7515) e sensível à seca (RB85-5536) com e sem Si (0 e 600 kg ha⁻¹ Si), sem e com deficiência hídrica (umidade do solo a 100% e 60% da capacidade de campo), 4 repetições. A fonte de silício foi o silicato de cálcio e magnésio (274 g kg⁻¹ de Ca, 48,1 g kg⁻¹ Mg, 108,4 g kg⁻¹ Si total). Todas as parcelas receberam iguais quantidades de Ca e Mg.

O solo escolhido foi o Neossolo Quartzarênico de textura arenosa (93% de areia). O teor de silício no solo foi 0,9 mg kg⁻¹ Si em CaCl₂ (0,01 mol L⁻¹), considerado responsivo à adubação silicatada, conforme Berthelsen et al. (2001). As características químicas do solo revelaram: pH_{CaCl2} = 4,8; MO = 2 g kg⁻¹; Presina = 3,0 mg dm⁻³; K, Ca, Mg = 0,5; 9 e 2 mmolc dm⁻³; T = 21,8, V% = 49 e m% = 1.



A aplicação dos tratamentos (calcário e silicato) no solo dos vasos foi feita em 15 de outubro de 2013, sendo incubados para reação dos materiais até 06 de janeiro de 2014, quando foi feito o transplântio de duas mudas pré-brotadas em cada vaso. A adubação de plantio foi feita de 0-20 cm no solo dos vasos com $180 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ na forma de superfosfato simples e com 30 kg ha^{-1} de N com sulfato de amônio e $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$ com KCl. A adubação de cobertura foi feita com 30 kg ha^{-1} de N e $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$. Essas recomendações foram feitas baseadas na recomendação de Spironello et al. (1997). A umidade do solo foi mantida a 100% da capacidade de campo, quando foi imposta a deficiência hídrica (60%) na fase de perfilhamento (3-4 meses; Maio/2014) e mantida por 60 dias (Julho/2014).

Após esse período, todas as parcelas foram mantidas a 100% da capacidade de campo até a colheita (Dezembro/2014), quando foi feita a avaliação da altura de plantas (até a primeira lígula visível), número de perfilhos, de folhas verdes e massa seca (folha, colmo e palha). Foi coletada a folha diagnóstica (folha+1) aos 6 meses após o transplântio, tendo sido determinado o teor de Si, conforme Elliot & Snyder (1991).

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste Tukey, utilizando-se o programa SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de Si nas folhas diagnósticas coletadas aos 6 meses após o transplântio, produção de massa seca de colmo na colheita foram influenciados pela umidade do solo, variedades e adubação silicatada (Tabela 1, 2 e 3), não ocorrendo efeito das interações entre tratamentos. Apenas a interação água x variedade foi significativa para massa seca de colmo e palha, sendo a variedade RB86-7515 apresentou maiores valores com e sem estresse hídrico.

O número de perfilhos foram influenciados apenas pela umidade do solo e número de folhas verdes pelo Si aplicado (Tabela 1).

A umidade do solo a 100% (sem déficit hídrico) proporcionou maior teor de Si na folha diagnóstica assim como maior massa seca de colmo e palha, conforme esperado, independente de variedade e do Si. Isso está relacionado à absorção passiva desse elemento, que necessita de água para ser absorvido, ou seja, se não há água suficiente no solo para ser absorvido, permanece no solo, assim como alguns nutrientes. Já a ausência de efeito na produção de massa seca pela folha na colheita pode ser explicada pela translocação de energia e nutrientes para colmo e palha.

Quanto às variedades, a RB86-7515 apresentou maior altura e massa seca da parte aérea (folha, colmo e palha), independente da água e do Si. Isso pode estar relacionado à sua maior rusticidade a vários tipos de ambiente em relação à RB85-5536, em que há maior produtividade em função do tipo de solo em que está cultivada.

A adubação com Si, por sua vez, aumentou o teor de Si nas folhas diagnósticas, a altura das plantas, o número de folhas verdes e a massa seca de colmo e palha na colheita (Tabela 3). Embora tenha ocorrido incremento no teor de Si nas folhas entre a dose zero e a dose equivalente a $600 \text{ kg ha}^{-1} \text{ Si}$, esses valores foram inferiores aos considerados adequados ($10 \text{ g kg}^{-1} \text{ Si}$), conforme Anderson & Bowen (1992). Esses valores corroboram com outros estudos que também mostraram teores inferiores ao nível crítico de Anderson & Bowen (1992) com responsividade em produtividade de cana-de-açúcar cultivada em solo arenoso com silício em condições de campo (McCray et al., 2013; Camargo et al., 2014) e em redução de ferrugem marrom em vaso (Camargo et al., 2013).

Os resultados apresentados concordam com o efeito benéfico do Si relatado em outros trabalhos quanto à melhoria da arquitetura das folhas com melhor captação da luz solar e aumento da atividade fotossintética (Epstein, 2009). Isso mostra que esse elemento benéfico pode ser aliado no aumento da produtividade dos canaviais cultivados em solos com baixo teor de Si solúvel.

CONCLUSÕES

O silício aumentou o teor de Si na folha diagnóstica, o número de folhas verdes, a altura e a produção de massa seca de colmo, palha, o que pode ser útil para aumentar a produtividade dos canaviais.

AGRADECIMENTOS

Para a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo projeto de auxílio 2013/04144-7 e pela bolsa de iniciação científica da quarta autora.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, D.L.; BOWEN, J.E. Nutrição da cana de açúcar. Piracicaba: Potafós, 1992. 40 p.
- CAMARGO, M. S. de ; KORNDÖRFER, G.H. ; WYLER, P. Silicate fertilization of sugarcane cultivated in tropical soils. Field Crops Research, 167:64-75, 2014.



CAMARGO, M. S. de ; AMORIM, L.; GOMES JÚNIOR, A.R. Silicon fertilisation decreases brown rust incidence in sugarcane. *Crop Protection* 53:72-79, 2013.

CONAB. Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, terceiro levantamento, janeiro/2011. Brasília: Conab 2011.

DEREN, C.W.; GLAZ, B. & SNYDER, G.H. Leaf-tissue silicon content of sugarcane genotypes grown on Everglades Histosols. *Journal Plant Nutrition*, 16: 2273-2280, 1993.

ELLIOTT, C. L.; SNYDER, G. H. Autoclave-induced digestion for the colometric determination of silicon in rice straw. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*, 39:1118-1119, 1991.

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

INMAN-BAMBER, N.G. & SMITH, D.M. Water relations in sugarcane and response to water deficits. *Field Crops Research*, 92: 185-202, 2005.

McCRAY, J.M. & JI, S. Calibration of sugarcane response to calcium silicate on Florida Histosols, *Journal of Plant Nutrition*, 35:8, 1192-1209, 2012.

SAVANT, N. K. et al. Silicon Nutrition and Sugarcane Production: a Review. *Journal Plant Nutrition*, 22: 1853-1903, 1999.

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.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. *Plant Physiology*. Sunderland: Sinauer Associates, 2004. 757 p.



Tabela 1. Teor de Si na folha+1 aos 6 meses, número de perfilhos e massa seca de colmo e palha de cultivares de cana-de-açúcar com e sem déficit hídrico após 11 meses (Média de 4 repetições). Piracicaba, 2014.

Umidade do solo	Si-folha	Perfilhos	Colmo	Palha
	g kg ⁻¹	N ^o	-----g-----	
100%(sem déficit)	4,27a	1,6a	140,53a	171,97a
60%(com déficit)	3,56b	0,8b	119,29b	153,50b
DMS	0,69	0,35	19,76	11,53

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

Tabela 2. Altura e massa seca da parte aérea (folha, colmo, palha) de variedades de cana-de-açúcar cultivadas em solo arenoso. Piracicaba, 2014.

Variedade	Altura	Folha	Colmo	Palha
	cm	-----g-----		
RB86-7515	122,9a	84,53a	177,78a	183,84a
RB85-5536	103,2b	64,59b	82,03b	141,62b
DMS	10,7	10,68	19,76	11,53

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

Tabela 3. Teor de Si na folha+1 aos 6 meses, altura, número de folhas verdes e massa seca de colmo e palha de cultivares de cana-de-açúcar com e sem adubação com Si após 11 meses (Média de 4 repetições). Piracicaba, 2014.

Si	Si-folha	Altura	Folha Verde	Colmo	Palha
kg ha ⁻¹	g kg ⁻¹	cm	N ^o	-----g-----	
0	0,94b	4,1b	4,1 b	117,58b	150,97 b
800	6,89a	5,1a	5,1 a	142,24a	174,97 a
DMS	0,69	0,7	0,70	19,76	11,53

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