



# COINTER PDVAgro 2020

V CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Edição 100% virtual | 02 a 05 de dezembro

ISSN:2526-7701 | PREFIXO DOI:10.31692/2526-7701

## **SILÍCIO VIA FERTIRRIGAÇÃO COMO MITIGADOR DE ESTRESSE EM PLANTAS DE CANA-DE-AÇÚCAR CULTIVADAS SOB DÉFICT HÍDRICO EM LATOSSOLO VERMELHO**

### **SILICON THROUGH FERTIRRIGATION AS A STRESS MITIGATOR IN SUGAR CANE PLANTS CULTIVATED UNDER WATER DEFICT IN A RED LATOSOL**

### **SILICIO MEDIANTE FERTIRRIGACIÓN COMO MITIGADOR DE ESTRÉS EN PLANTAS DE CAÑA DE AZÚCAR CULTIVADAS BAJO AGUA DEFICITADA EN UN LATOSOL ROJO**

Apresentação: Pôster

João Carlos dos Santos Duarte<sup>1</sup>; Vanessa Maria Dantas Pedrosa<sup>2</sup>; Marcilene Machado dos Santos Sarah<sup>3</sup>; Eduarda Gonçalves Reis<sup>4</sup>; Luiz Fabiano Palaretti<sup>5</sup>

## **INTRODUÇÃO**

Como maior produtor mundial de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) segundo a CONAB (2018), o Brasil vem mantendo a liderança como produto de bioenergia, açúcar e derivados. No entanto, com a distribuição irregular de chuvas limitando o crescimento das plantas, por ocasionar desregulação osmótica (TAIZ; ZEIGER, 2009), o déficit hídrico pode ainda levar a um aumento na produção de espécies reativas de oxigênio (ERO) (BOARETTO et al., 2014) prejudicando assim o rendimento das culturas em campo e restringindo a expansão da cultura no país, em virtude da interferência na produtividade e rendimento da cana-de-açúcar (PIRES et al., 2008; CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al., 2011).

Estudos outros demonstram o efeito silício (Si) no alívio do estresse induzido pela seca (CHEN et al., 2018), na proteção de organelas fotossintéticas (DING, 2006), aumento os teores de clorofila e carotenoides (PEI et al., 2010), que afetam positivamente as taxas fotossintéticas (CHEN et al., 2018). Assim, a hipótese principal é que o fornecimento de Si fertirrigado alivia os sintomas do déficit hídrico, reduzindo os efeitos deletérios nas variáveis fisiológicas e bioquímicas na cultura da cana-de-açúcar. Na literatura são ínfimos os resultados que versam

<sup>1</sup> Mestrado em Agronomia (Ciência do solo), FCAV/UNESP, [duarte.joaoCarlos17@gmail.com](mailto:duarte.joaoCarlos17@gmail.com)

<sup>2</sup> Mestrado em Agronomia (Ciência do solo), FCAV/UNESP, [vanessapedrosa.md@gmail.com](mailto:vanessapedrosa.md@gmail.com)

<sup>3</sup> Doutorado em Agronomia (Ciência do solo), FCAV/UNESP, [marcilene.m.sarah@gmail.com](mailto:marcilene.m.sarah@gmail.com)

<sup>4</sup> Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal), FCAV/UNESP, [eduardagreis@gmail.com](mailto:eduardagreis@gmail.com)

<sup>5</sup> Professor Doutor, FCAV/UNESP, [luiz.f.palaretti@unesp.br](mailto:luiz.f.palaretti@unesp.br)

## SILÍCIO VIA FERTIRRIGAÇÃO COMO MITIGADOR DE ESTRESSE

sobre a interação entre a fertirrigação com Si e o déficit hídrico na cultura da cana-de-açúcar, justificando-se a necessidade de novos estudos para elucidar essas informações.

Portanto, este trabalho teve por objetivo avaliar o potencial da aplicação de Si via fertirrigação no alívio dos estresses hídricos por seca em plantas de cana-de-açúcar, avaliando os efeitos do Si nas variáveis fisiológicas e bioquímicas de plantas de cana-de-açúcar cultivada sob déficit hídrico e viabilidade do fornecimento do Si via água de irrigação em plantas de cana-de-açúcar como estratégia de tolerância a seca.

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No Brasil, a cana-de-açúcar é cultivada em condições edofaclimáticas distintas, o que permite sua exploração em praticamente todo o território nacional. Devido aos intemperes climáticos e disponibilidade de água nos solos, a irrigações de salvamento e fertirrigações passam a ser recursos adotados para reduzir o impacto do déficit hídrico na produção (ANA, 2017).

Ao ser absorvido pelos vegetais, o Si pode promover maior tolerância ao estresse induzido em plantas cultivadas sob regime de seca, sendo isto atribuído ao acúmulo do elemento na parede celular e nos espaços intercelulares na forma de sílica amorfa, promovendo maior resistência física (MA; YAMAJI, 2006) e também aos estímulos nos processos bioquímicos e fisiológicos (CHEN et al., 2018).

Ao serem submetidas ao déficit hídrico em diferentes estágios de desenvolvimento, plantas de cana de açúcar responderam positivamente na produtividade de colmos, de biomassa seca e de açúcar, quando receberam  $600 \text{ kg ha}^{-1}$  de Si via solo na forma de silicato de cálcio e magnésio (CAMARGO et al., 2017).

Com poucos trabalhos relatando os efeitos de novas fontes e formas de aplicação de Si, o estudo da fertirrigação como uma estratégia de maximização dos sistemas de irrigação, pode levar a um maior aproveitamento dos elementos, já que aplicação é realizada na região de maior demanda, favorecendo a absorção pelas plantas e aumentando a eficiência de uso dos elementos fornecidos, sendo um ótimo sistema para a otimização do efeito do Si (OLIVEIRA et al., 2007).

### METODOLOGIA

O experimento foi desenvolvido em estufa agrícola do Departamento de Engenharia Rural da FCAV/UNESP – campus de Jaboticabal, SP, com duração de aproximadamente de cinco meses, sendo realizado com mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar.

Conduzido em delineamento experimental em blocos casualizados, em fatorial 2x2,

sendo 70 e 35% da capacidade real de água no solo (CRA) e presença e ausência de Si (silicato de sódio e potássio estabilizado com sorbitol - 113,4 g L<sup>-1</sup> de Si e 18,9 g L<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O com pH 11,8), com cinco repetições. Cada unidade experimental foi composta por duas mudas alocadas em vasos de polipropileno (20 L) preenchidos com latossolo vermelho (LV-1) previamente analisado quanto a determinação dos teores de silício, macro e micro nutrientes, corrigidos com CaCO<sub>3</sub> e MgCO<sub>3</sub> para elevar a saturação por bases a 70%. O solo foi secado por 20 dias, sendo então peneirado (peneira de 2 mm) e em seguida adicionado aos vasos.

Antes da instalação das mudas de cana-de-açúcar foram determinados o armazenamento de água, os valores de umidade de capacidade de campo e ponto de murcha permanente. As lâminas brutas de irrigação dos tratamentos foram calculadas de acordo com a metodologia de Bernardo, Soares e Mantovani (2008).

O tratamento com déficit hídrico foi imposto 30 dias após início da fertirrigação com Si e mantido por 120 onde o elemento foi fornecido juntamente com a água de irrigação, iniciando-se trinta dias após a emergência do broto, sendo aplicado 1,8 mmol L<sup>-1</sup> de Si até o os 110 DAT.

A irrigação foi realizada com intervalo de dois dias de forma manual, com base na leitura da variação de massa resultante da evapotranspiração, sendo obtida através de lisímetros conectados por uma célula de carga ao sistema de aquisição de dados, composto por um multiplexador de canais diferenciais (AM 416 Relay Multiplexer, Campbell Sci., Logan – USA) e um datalogger (CR10X Campbell Sci., Logan – USA) transferidos para um módulo de memória, utilizando-se como interface o programa PC200W.

As amostras foliares correspondentes ao terço superior das plantas foram retiradas aos 110 DAT e acondicionadas em um recipiente com nitrogênio líquido e levadas ao laboratório para realização avaliação quando a eficiência quântica do fotossistema II (Fv/m) utilizando o Fluorômetro (Opti-Science® - Os30P+), índice de coloração verde (ICV) mensurado através de clorofilômetro (OPTI-SCIENCES CCM – 200), conteúdo de prolina (Bates et al., 1973). Aos 120 DAT, das plantas cortadas a 10 cm do solo e secas em estufa a temperatura de 65°C ± 5, até atingirem massa constante para obtenção da massa seca.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F e as médias comparadas pelo teste Tukey (p<0,05). O processamento foi feito por meio do software estatístico Agroestat® (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2010).

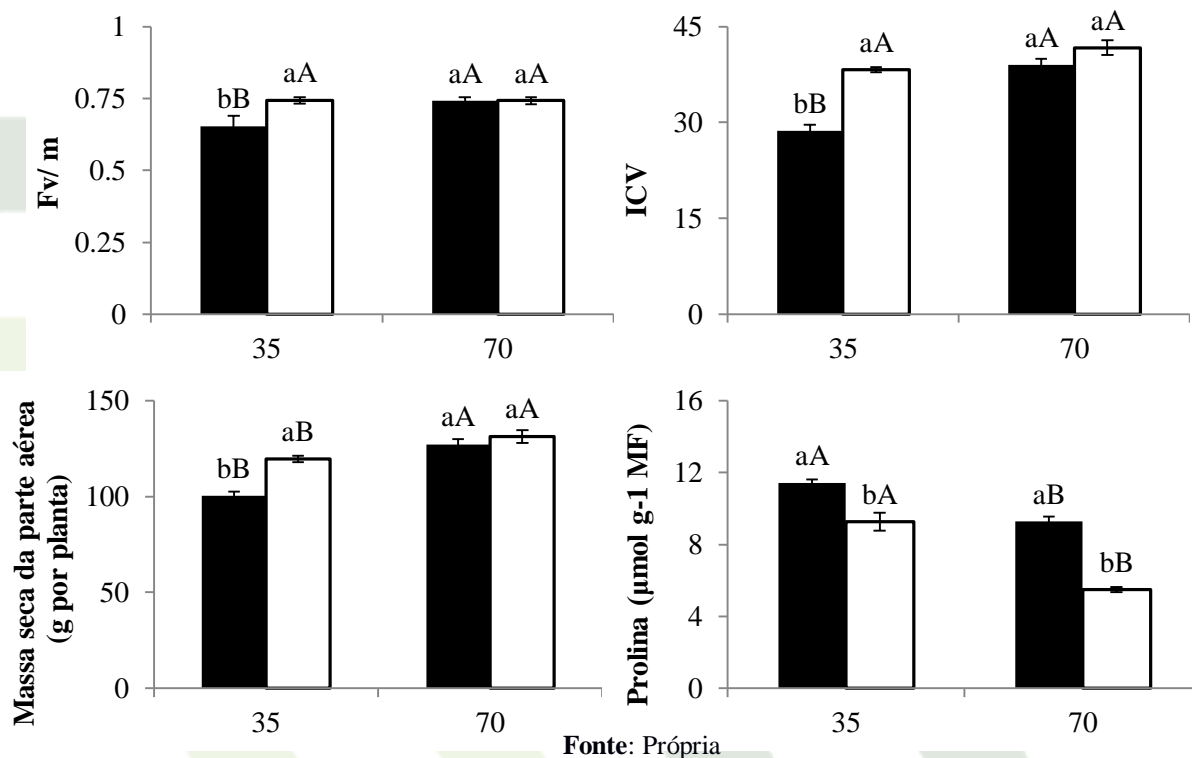
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sob déficit hídrico (35% da CRA), as plantas de cana-de-açúcar cultivadas em Latossolo Vermelho apresentaram menores níveis de Fv/m (Figura 1A), ICV (Figura 1B). Conteúdo de

## SILÍCIO VIA FERTIRRIGAÇÃO COMO MITIGADOR DE ESTRESSE

prolina (Figura 1D) e menor massa seca da parte aérea (Figura 1C) quando comparadas as plantas sob condições hídricas desejáveis (70% CRA), indicando a ocorrência do estresse, podendo ainda ser observado com excessão do conteúdo de prolina, o aumento destes parâmetros sob condição de fertirrigação com  $1,8 \text{ mmol L}^{-1}$  de Si (Figura 1A, B, C e D).

**Figura 01:** Eficiência quântica do fotossistema II (A), índice de coloração verde (B), massa seca da parte aérea (C) e conteúdo de prolina (D). de plantas de cana-de-açúcar cultivadas em Latossolo Vermelho sob dois níveis de capacidade de real de armazenamento de água no solo (CRA) (35 e 70%) e fornecimento de Si: ausência de Si (-Si), e presença de (+Si). Letras minúsculas diferentes nas barras de erro indicam diferenças significativas na mesma CRA, e letras maiúsculas diferentes nas barras de erro indicam diferenças significativas entre a disponibilidade de Si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Fonte: Própria

Corroborando os dados observados neste trabalho, Teixeira (2018) verificou que o fornecimento do elemento Si em plantas deficitárias proporcionou maior eficiência quântica do fotossistema II, clorofila total, menor extravasamento de eletrólitos e conteúdo de prolina, maior potencial osmótico e conteúdo de água, o que resultou em maior massa seca quando comparado as plantas cultivadas na mesma CRA que não receberam o Si, ao avaliar o efeito do Si fornecido via radicular em mudas de cana-de-açúcar submetidas ao déficit hídrico (30% da CRA).

Assim, o efeito atenuador de estresse do Si é promissor, visto que em plantas, o Si é considerado benéfico (EPSTEIN, 1999). Além de apresentarem potencial para amenizados os efeitos deletérios resultantes do déficit hídrico (CHEN et al., 2018), viabilizando a produção de culturas como a cana-de-açúcar (CAMARGO et al., 2017), considerada acumuladora do

elemento, acumulando até 10% de Si na matéria seca da parte aérea, muitas vezes até mais macronutrientes (MA; YAMAJI, 2006).

Assim, pode ser percebido no uso do silício uma alternativa mitigadora do estresse induzido pela ocorrência de déficit hídrico no cultivo de plantas de cana-de-açúcar, sendo seu feito ampliado quando em condições climáticas desfavoráveis e deficiência do elemento na área de produção.

Sendo usada normalmente escórias de siderurgias (silicatos de cálcio), como fonte de Si adicionado via solo (PRADO; FERNANDES, 2001), o qual dependendo da concentração ministrada resulta em ausência de resposta ao Si, como alguns casos citados por Birchall (1995). A busca por fontes de Si estabilizadas (KUBICKI; HEANEY, 2003) e modos mais eficiente para utilização do Si como nutriente vegetal (PEI et al., 2010) sejam necessárias, permitindo que o uso da fertirrigação seja alternativa viável de melhor utilização deste elemento no cultivo de cana-de-açúcar.

## CONCLUSÕES

Os resultados gerais demonstram a viabilidade da aplicação de silício via fertirrigação como mitigador de efeitos deletérios do estresse hídrico em plantas de cana-de-açúcar cultivadas em latosso vermelho, sendo observada maior eficiência quântica, índice de coloração verde e massa seca da parte aérea, com redução do conteúdo de prolina.

## REFERÊNCIAS

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Levantamento da cana-de-açúcar irrigada na região Centro-Sul do Brasil. Brasília, 2017.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, 2010.

BATES, L. S.; WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. **Plant and soil**, v. 39, n. 1, p. 205-207, 1973.

BIRCHALL, J. D. The essentiality of silicon in biology. **Chemical Society Reviews**, London, v. 24, n. 5, p. 351-357, 1995.

BOARETTO, L. F.; CARVALHO, G.; BORGIO, L.; CRESTE, L.; LANDELL, M. G. A.; MAZZAFERA, P.; AZEVEDO, R. A. Water stress reveals differential antioxidant responses of tolerant and non-tolerant sugarcane genotypes. **Plant Physiol. Biochem.** 74, 165-175, 2014.

CAMARGO, M. S.; BEZERRA, B. K. L.; VITTI, A.C.; SILVA, M. A.; OLIVEIRA, A. L. Silicon fertilization reduces the deleterious effects of water deficit in sugarcane. **Journal of soil**



**Science and Plant Nutrition**, v.17, p.99-111, 2017.

CHEAVEGATTI-GIANOTTO, A. et al. Sugarcane (*Saccharum X officinarum*): a reference study for the regulation of genetically modified cultivars in Brazil. **Tropical plant biology**, v. 4, n. 1, p. 62-89, 2011.

CHEN, D.; WANG, S.; YIN, L.; DENG, X. How Does Silicon Mediate Plant Water Uptake and Loss Under Water Deficiency?. **Frontiers in plant science**, 9, 281, 2018.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO . **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. – v.5 - Safra 2018/19, n.1 - Primeiro levantamento, Brasília: Conab, p.1-66, 2018.

DING, Y. F. **Mechanisms of silicon-enhancement of drought tolerance in wheat seedlings**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Nanjing Agricultural University, Nanquim, 2006.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual review of plant biology**, Palo Alto, v. 50, p. 641-664,1999.

KUBICKI, J. D.; HEANEY, P. J. Molecular orbital modeling of aqueous organosilicon complexes: Implications for silica biomineralization. **Geochimica et Cosmochimica Acta, Oxford**, v. 67, n. 21, p. 4113–4121, 2003.

MA, J. F.; YAMAJI, N. Silicon uptake and accumulation in higher plants. *Trends in Plant Science*, Kidlington, v. 11, n. 8, p. 392-397, 2006.

OLIVEIRA, S. L.; COELHO, E. F.; BORGES, A. L. Irrigação e fertirrigação. **Frutas do Brasil- Banana Produção**, v.1, 2007.

PEI, Z. F.; MING, D. F.; LIU, D.; WAN, G. L.; GENG, X. X.; GONG, H. J.; ZHOU, W. J. Silicon improves the tolerance to water-deficit stress induced by polyethylene glycol in wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings. **J Plant Growth Regul** 29:106–115, 2010.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M. Efeito da escória de siderurgia e calcário na disponibilidade de fósforo de um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 36(9), 1199-1204, 2001.

PIRES, R. C. M.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E. **Irrigação e drenagem**. In: Dinardo-Miranda, L.L., Vasconcelos, A.C.M., Landell, M.G.A. (Eds.), Cana-de-açúcar. Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, p. 882, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.819p.

TEIXEIRA, G. C. M. **Silício na mitigação do déficit hídrico de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar na fase inicial de crescimento**. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual de São Paulo – FCAV, 2018.

TALE AHMAD, S.; HADDAD, R. Study of silicon effects on antioxidant enzyme activities and osmotic adjustment of wheat under drought stress. **Czech J Genet Plant Breed**, v.47, p.17–27, 2001.