



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

A REDUÇÃO DO ESTRESSE OXIDATIVO POR MEIO DA FERTIRRIGAÇÃO COM SILÍCIO EM CANA-DE-AÇÚCAR CULTIVADA SOB DÉFICT HÍDRICO EM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO

REDUCIR EL ESTRÉS OXIDATIVO MEDIANTE LA FERTIRRIGACIÓN CON SILICIO EN AZÚCAR CULTIVADA BAJO AGUA DÉFICITADA EN NEOSOL CUARZARÉNICO

REDUCING OXIDATIVE STRESS THROUGH SILICON FERTIRRIGATION IN SUGARCANE CULTIVATED UNDER WATER DEFICT IN QUARTZARENIC NEOSOL

Apresentação: Pôster

João Carlos Santos Duarte¹; Marcilene Machado dos Santos Sarah²; Heitor Machietto Rossetti³; Eduarda Gonçalves Reis⁴; Luiz Fabiano Palaretti⁵

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). Entretanto, a inconstância na regularidade de distribuição de chuvas pode inviabilizar a expansão da cultura para outras áreas no país, por afetar sua produtividade e rendimento (PIRES et al., 2008; CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al., 2011).

O déficit hídrico limita o crescimento das plantas, por ocasionar desregulação osmótica, afetando os processos fisiológicos (TAIZ; ZEIGER, 2009). Somado a isso, ocorre um aumento na produção de espécies reativas de oxigênio (ERO) (BOARETTO et al., 2014), que degradam as membranas vegetais, prejudicando a produção das culturas em campo.

Estudos indicam que o silício (Si) pode aliviar o estresse por seca, aumentando a eficiência de uso de água em plantas (TEIXEIRA et al., 2020; TALE AHMAD; HADDAD, 2011) e reduzindo a formação e a atividade das ERO (PEI et al., 2010).

¹ Mestrado em Agronomia (Ciência do Solo), Unesp/FCAV, duarte.joaocarlos17@gmail.com

² Doutorado em Agronomia (Ciência do Solo), Unesp/FCAV, marcilene.m.sarah@hotmail.com

³ Engenharia Agrônoma, Unesp/FCAV, heitor.rossetti@hotmail.com

⁴ Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal), Unesp/FCAV, eduardagreis@gmail.com

⁵ Professor Doutor, Unesp/FCAV, luiz.f.palaretti@unesp.br

A REDUÇÃO DO ESTRESSE OXIDATIVO POR MEIO

Todavia, a eficiência do Si pode ser prejudicada pela fonte e forma de fornecimento do elemento. Segundo Oliveira et al. (2007), a fertirrigação potencializa o aproveitamento dos elementos por possuir maior eficiência e facilitar a absorção dos produtos fornecidos para as plantas.

Diante disto, questiona-se se o fornecimento do Si via água de irrigação alivia os sintomas do déficit hídrico, reduzindo os efeitos deletérios nas variáveis bioquímicas e de crescimento.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Si é considerado um elemento benéfico às plantas, sendo absorvido na forma de ácido monossilícico (H_4SiO_4) pelas raízes (EPSTEIN, 1999). A absorção de elemento é intensificada quando a planta encontra-se sob estresse a exemplo do déficit hídrico, sendo estimulada como forma de defesa. Esse processo favorece a absorção, o transporte e até a redistribuição deste elemento a fim de elevar a tolerância vegetal (MA, 2004).

A maior resistência conferida pelo Si aos vegetais deve-se não somente ao fortalecimento físico (MA, 2004), mas também ao estímulo nos processos bioquímicos e fisiológicos (TEIXEIRA et al., 2020).

Em plantas sob déficit hídrico são desencadeados uma série de distúrbios metabólicos e celulares. Entretanto, os estresses podem ser reduzidos pelo Si, que é eficiente em minimizar os efeitos deletérios, como observado por Teixeira et al. (2020) em mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar que apresentaram menores índices de prolina e maior massa seca de plantas.

Associado a isso, a fertirrigação pode proporcionar maior aproveitamento dos elementos fornecidos, devido a solubilização em água, a qual é infiltrada no solo de modo uniforme, atingindo facilmente a zona radicular (COELHO; OR; SOUSA, 2011). Sendo assim, a fertirrigação pode ser eficiente, proporcionando maior absorção do elemento benéfico.

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida em estufa agrícola no Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP – campus de Jaboticabal, SP.

O experimento foi conduzido entre fevereiro e junho de 2019, com mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar. As unidades experimentais foram compostas por duas mudas alocadas em vasos de 20 litros preenchidos com Neossolo Quartzarênico, oriundo de Araraquara-SP. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em fatorial 2 x 2, sendo 70 e 35% da capacidade real de água no solo (CRA) e presença e ausência de Si, com cinco repetições.

A fonte de Si que foi utilizada no experimento foi o silicato de sódio e potássio estabilizado com sorbitol ($113,4 \text{ g L}^{-1}$ de Si e $18,9 \text{ g L}^{-1}$ de K_2O com pH 11,8). O elemento foi fornecido juntamente com a água de irrigação, iniciando-se trinta dias após a emergência do broto, sendo aplicado $1,8 \text{ mmol L}^{-1}$ de Si até o os 130 DAT (dias após o transplante).

Antes da instalação do experimento, foram retiradas amostras dos solos para realização de análise química, e em seguida realizou-se a correção de acordo com a necessidade da cultura, seguindo a recomendação do Boletim 100 (RAIJ et al., 1997).

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 déficit hídrico foi imposto 30 dias após início da fertirrigação com Si nas mudas, e foi mantido ao longo de 120 dias. 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, utilizando-se como interface o programa PC200W.

Aos 140 DAT foram retiradas amostras foliares coletadas do ápice das plantas, e acondicionadas em um recipiente com nitrogênio líquido e levadas ao laboratório para realização das seguintes análises: Peroxidação lipídica (MDA) pelo método de Heath and Packer (1968), Peróxido de hidrogênio (H_2O_2) segundo Alexieva et al. (2001) e Conteúdo de prolina (Bates et al.1973).

Aos 150 DAT, as plantas de cana-de-açúcar foram cortadas a 10 cm do solo e secas em estufa a temperatura de $65^\circ\text{C} \pm 5$, até atingirem massa constante obtendo-se a massa seca.

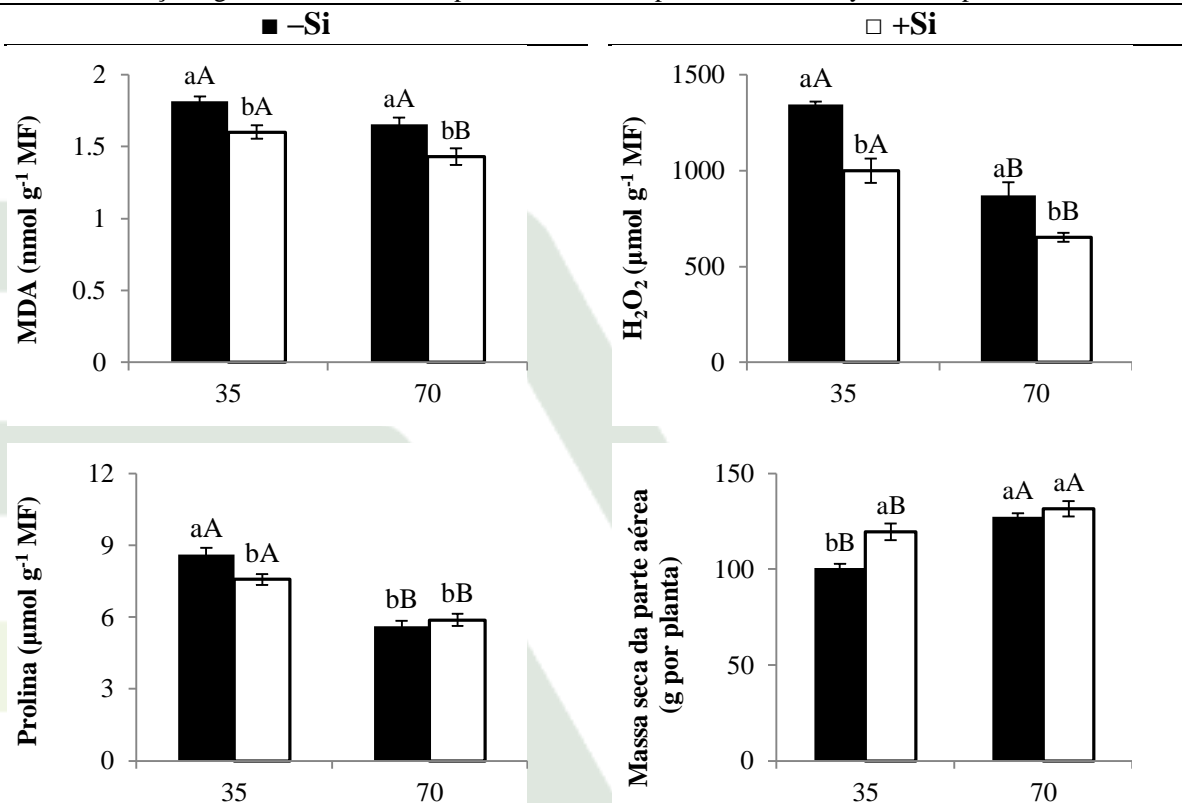
Os dados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F e as médias comparadas pelo teste Tukey ($p < 0,05$). O processamento foi feito por meio do software estatístico Agroestat® (MALDONADO JÚNIOR, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Plantas de cana-de-açúcar cultivadas sob déficit hídrico (35% da CRA) apresentaram maiores conteúdos de MDA (Figura 1a), de H_2O_2 (Figura 1b), de prolina (Figura 1c) e menor massa seca da parte área (Figura 1d) quando comparadas as plantas sob condições hídricas desejáveis (70% CRA), indicando a ocorrência do estresse (Figura 1a, b, c, d).

A REDUÇÃO DO ESTRESSE OXIDATIVO POR MEIO

Figura 1: MDA (a), H_2O_2 (b), Prolina (c) e massa seca da parte aérea (d) de plantas de cana-de-açúcar cultivadas em Neossolo Quartzarênico 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.

Respostas similares também foram observadas por Jangpromma et al. (2012), que ao avaliarem o crescimento de dez genótipos de cana-de-açúcar submetidas ao déficit hídrico, verificaram uma redução na produção de biomassa.

Por outro lado, o fornecimento de Si via fertirrigação às plantas de cana-de-açúcar em déficit hídrico proporcionou menor conteúdo de MDA, de H_2O_2 e de prolina, resultado em maior massa seca da parte aérea quando comparado às plantas não tratadas com elemento (Figuras 1a, b, c, d). Nas plantas de cana-de-açúcar cultivadas sob condições hídricas de 70% da CRA, o fornecimento de Si proporcionou menor conteúdo de MDA e H_2O_2 (Figura 1a, b).

O fornecimento de Si via fertirrigação aliviou os estresses ocasionados pelo déficit hídrico imposto, pois quando absorvido pelas plantas, é transportado até as folhas, acumulando-se na parede celular e nos espaços intercelulares na forma de sílica amorfa, levando a fortalecimento da estrutura vegetal (EPSTEIN, 1999; MA, 2004).

A cana-de-açúcar requer suprimento de Si ao longo de seu cultivo, justificando o efeito benéfico do elemento nesse experimento. O resultado positivo foi expresso nas plantas cultivada em Neossolo devido essa classe de solo ser altamente intemperizada, apresentando

deficiência em Si (SAVANT et al. 1999; MEYER; KEEPING 2001).

Resultados positivos com uso de Si também foram observados por Teixeira et al. (2020), que ao fornecerem Si via a mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar cultivadas sob déficit hídrico, concluíram que houve menor estresse, pois o elemento favoreceu o desenvolvimento de biomassa.

Com tudo, o Si é uma alternativa na redução dos estresses ocasionados por déficit hídrico em plantas de cana-de-açúcar, podendo ser ministrado em solos com diferentes classes texturais, tendo seu efeito potencializado quando o ambiente sofre com deficiência do elemento.

CONCLUSÕES

O silício reduziu os estresses ocasionados pelo déficit hídrico em plantas de cana-de-açúcar, verificado em menores conteúdos de MDA, H₂O₂, prolina, proporcionando maior massa seca da parte aérea.

REFERÊNCIAS

ALEXIEVA, V., SERGIEV, I., MAPELLI, S., KARANOV, E., 2001. The effect of drought and 572 ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. *Plant, Cell 573 Environ.* 24, 1337–1344.

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.

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. A. Manual de Irrigação (p. 611). **Viçosa, UFV**, 2008.

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

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.

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.

COELHO, E. F.; OR, D.; SOUSA, V. F. de. Aspectos básicos em fertirrigação. In: SOUSA, V. F. de; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011.

A REDUÇÃO DO ESTRESSE OXIDATIVO POR MEIO

HEATH, R.L., PACKER, L., 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts I. Kinetics and 630 stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Arch. Biochem. Biophys.* 125, 189–198.

JANGPROMMA, N., THAMMASIRIRAK, S., JAISIL, P., & SONGSRI, P. (2012). Effects of drought and recovery from drought stress on above ground and root growth, and water use efficiency in sugarcane ('*Saccharum officinarum*'L.). *Australian Journal of Crop Science*, 6(8), 1298.

MA, J. F. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. **Soil Science and Plant Nutrition**, Nishigara, v. 50, n. 1, p. 11-18, 2004. 39

MEYER J H, KEEPING M G. 2001. Past, present and future research of the role of silicon for sugarcane in southern Africa. In: Datnoff L E, Snyder G H, Korndorfer G H, eds., *Silicon in Agriculture*. Elsevier, Amsterdam. pp. 257–275.

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

SAVANT N K, KORNDORFER G H, DATNOFF L E, SNYDER G H. 1999. Silicon nutrition and sugarcane production: A review. *Journal of Plant Nutrition*, 22, 1853–1903.

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.

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.

RAIJ, B. V., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J. A., FURLANI, A. M. C. (1997). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo* (Vol. 285). Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC.

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

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.

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.