

**FERTIRRIGAÇÃO COM SILÍCIO COM E SEM ADUBAÇÃO POTÁSSICA
MELHORA EFICIÊNCIA FOTOQUÍMICA EM MILHO SOB CONDIÇÕES DE
DÉFICIT HÍDRICO EM CAMPO**

**CARLOS VITAL GONZALEZ PORRAS¹, GELZA CARLIANE MARQUES
TEIXEIRA², RENATO DE MELLO PRADO³, PATRÍCIA MESSIAS FERREIRA⁴,
LUIZ FABIANO PALARETTI⁵**

¹ Doutorando em Produção Vegetal pela Unesp/FCAV, Jaboticabal, São Paulo, e-mail: vital_gp@outlook.es

² Departamento de Agronomia, Tocantins Instituto Federal (IFTO), Tocantins, Brazil.

³ Professor Doutor no Departamento de Ciências Agrícolas. Unesp/FCAV

⁴ Doutoranda na Produção Vegetal pela Unesp/FCAV

⁵ Professor Doutor no Departamento de Engenharia e Ciências Exatas, Unesp/FCAV

Apresentado no
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

RESUMO: Os períodos de secas são cada vez mais constantes resultado das mudanças climáticas que intervêm nos processos produtivos na agricultura, gerando quedas nas produções, porém é importante utilizar estratégias que ajudem a melhorar os efeitos causados pela falta de água nas plantas, sendo o silício (Si) um elemento que tem demonstrado efeitos positivos diante de multiplex estresses. Para isso foi realizada essa pesquisa objetivando avaliar os efeitos de doses de Si aplicadas via fertirrigação em diferentes regimes hídricos, no aparelho fotoquímico e pigmentos no milho cultivado sob condições de campo. O experimento consistiu de um fatorial duplo (3x4) sendo três regimes hídricos: 80% (sem déficit), 60% (déficit hídrico moderado) e 40% (déficit hídrico severo) da capacidade de retenção de água no solo e quatro doses de Si fornecidas via fertirrigação por um sistema de gotejamento: 0; 4; 8 e 12 kg ha⁻¹. A aplicação de Si via fertirrigação melhorou as condições das plantas que foram submetidas ao déficit hídrico, refletido na eficiência quântica do fotossistema II.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays*, irrigação, silicato.

**FERTIGATION OF SI WITH AND WITHOUT POTASSIUM FERTILIZATION
IMPROVES CHLOROPHYLLS AND PHOTOCHEMICAL EFFICIENCY UNDER
SEVERE AND MODERATE WATER DEFICIT CONDITIONS IN FIELD-GROWN
MAIZE PLANTS.**

ABSTRACT: Periods of drought are becoming increasingly constant as a result of climate change, which impacts agricultural production processes, leading to decreases in yields. However, it is important to employ strategies that help mitigate the effects caused by water scarcity in plants, with silicon (Si) being an element that has shown positive effects in the face of multiple stresses. Therefore, this research aimed to evaluate the effects of Si doses applied via fertigation under different water regimes on the photochemical apparatus and pigments in maize cultivated under field conditions. The experiment consisted of a double factorial design (3x4) with three water regimes: 80% (no deficit), 60% (moderate water deficit), and 40% (severe water deficit) of soil water holding capacity, and four Si doses supplied via fertigation by a drip system: 0, 4, 8, and 12 kg ha⁻¹. Fertigation-applied Si improved the conditions of plants subjected to water deficit, as reflected in the quantum efficiency of photosystem II.

KEYWORDS: *Zea mays*, irrigation, silicate.

INTRODUÇÃO: O milho é considerado o terceiro cultivo mais produzido no mundo, depois do trigo e o arroz com uma produção mundial de 1.100 milhões de toneladas (KAUSHAL et al., 2023). No entanto os eventos climáticos adversos como secas, temperaturas extremas, altos índices de radiação, salinidade põem em risco a produção normal das culturas afetando seus rendimentos até um 70% (ABD EL-MAGEED et al., 2021). O estresse hídrico afeta diretamente o equilíbrio homeostático das plantas gerando desequilíbrios nos processos morfológicos, fisiológicos e bioquímicos (RIVERO et al., 2022). As plantas respondem ao estresse hídrico diminuindo o processo transpiratório por meio do fechamento dos estômatos, diminuindo a concentração interna de carbono, e por sua vez, a fotossíntese que como consequência resulta em menor acúmulo de biomassa e matéria seca (NEMESKÉRI; HELYES, 2019). O uso de silício (Si) pode ser uma alternativa para manter o status hídrico das plantas e evitar a desidratação celular. A aplicação de Si em condições de estresse hídrico mitiga os efeitos negativos da seca em várias culturas, mantendo o ajuste do potencial hídrico foliar, a eficiência quântica do fotossistema e o conteúdo de pigmentos fotossintéticos (ROCHA et al., 2021). Diante desse contexto este estudo foi desenvolvido em condições de campo com a instalação de um sistema de irrigação por gotejamento com as hipóteses de que, o fornecimento de Si vai melhorar e manter a concentração dos pigmentos fotossintetizantes, tendo como objetivo avaliar o efeito da aplicação de quatro doses de Si via fertirrigação sobre três regimes hídricos.

MATERIAL E MÉTODOS: A pesquisa foi realizada em condições de campo na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual Paulista, localizada em Jaboticabal (-21° 14' 50.7" de latitude e 48° 17' 01.8" de longitude, 546 m de altitude), São Paulo, Brasil. A duração do experimento foi de setembro de 2022 a janeiro de 2023. O solo da área experimental foi classificado como um Latossolo Vermelho eutrófico (ANDRIOLI; J. F. CENTURION, 1999). Os tratamentos consistiram de um fatorial 3x4, sendo: três regimes hídricos: 80% (sem déficit hídrico) (WWD), 60% (déficit hídrico moderado) (MWD) e 40% (déficit hídrico severo) (SWD) da capacidade de retenção de água no solo (CRA) e quatro doses de Si fornecidas via fertirrigação por sistema de gotejamento: 0; 4; 8 e 12 kg⁻¹. O experimento foi instalado em esquema de parcela sub-dividida dispostos em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas experimentais tiveram dimensões de 2,25m de largura com espaçamento entre linhas de 0,45 m e 6 m de comprimento, tendo área total de 13,5 m² e área útil para as avaliações de 5,4 m². As doses de Si foram aplicadas em seis parcelamentos, aos 22, 32, 38, 41, 44 e 47 dias após da emergência plena (DAE). As doses aplicadas foram fracionadas conforme o número de aplicações, sendo usadas as concentrações de 0; 0,67; 1,33 e 2,00 kg ha⁻¹ de Si. Na lâmina de 2,5 mm essas concentrações correspondem a 0; 0,96; 1,90 e 2,85 mmol L⁻¹ de Si na solução em cada aplicação. A fonte de Si utilizada foi o silicato de sódio estabilizado com sorbitol (Si = 115,2 g L⁻¹, Na₂O = 60,5 g L⁻¹, 100 mL L⁻¹ de sorbitol). As plantas foram cultivadas durante todo o ciclo fenológico e as análises foram realizadas na fase de florescimento pleno, iniciando aos 70 DAE. A eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) foram coletados na quinta folha completamente desenvolvida. As leituras foram realizadas entre 7 e 9:30 da manhã utilizando um fluorômetro portátil (Os30P+, Opti-Sciences Inc., EUA) (LICHTENTHALER; BUSCHMANN; KNAPP, 2005) sendo as folhas submetidas ao período de 30 minutos ao escuro antes das leituras. Coletaram-se cinco discos foliares de 26,4 mm². As amostras foram submetidas a despigmentação em acetona a 80% e foi calculado o teor de clorofilas A.

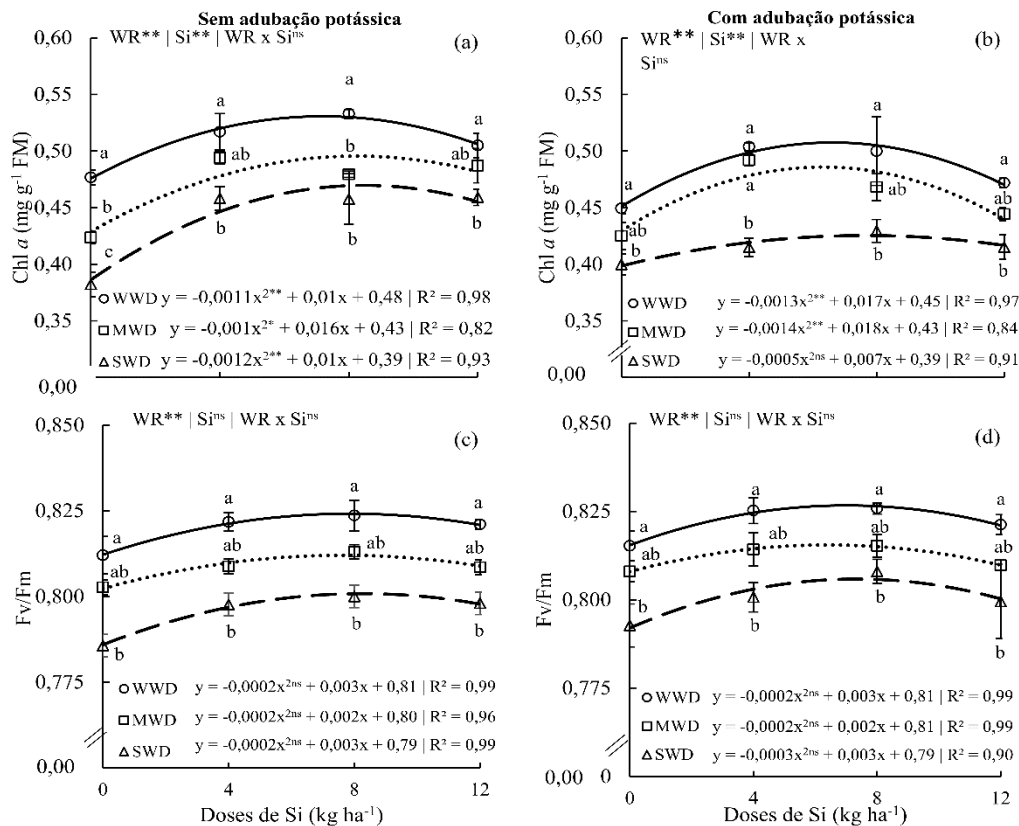


FIGURA 1. Teor de clorofila a (Chl a) (a, b) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) (c,d) em plantas de milho cultivada sem déficit hídrico – WWD (80% da capacidade de retenção de água - WRC), com déficit hídrico moderado – MWD (60% de WRC) e com déficit hídrico severo – SWD (40% de WRC); combinado com quatro doses de Si (Si) fornecidas via fertirrigação: 0, 4, 8 e 12 kg ha⁻¹; na ausência e presença de adubação potássica. Letras mostram diferenças para os regimes hídricos (WR) em cada dose de Si ($p < 0,05$, teste de Tukey). * e **: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, e ^{ns}: não significativo pelo teste F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os pigmentos fotossintéticos (Chl a), apresentaram efeitos isolados nos fatores regimes hídricos e doses de Si ($p < 0,01$) em plantas com e sem adubação com K e tiveram ajuste polinomial quadrático (FIGURA 1 a-b). Os máximos valores obtidos em plantas sem adubação potássica foram de 0,52; 0,49 e 0,46 mg g⁻¹, nas doses máximas de Si de 6,95 8,10 e 8,20 kg ha⁻¹ em Chla. Já na eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) exibiram o efeito isolado no fator regimes hídricos ($p < 0,01$), tanto em plantas com e sem adubação com K, com o efeito de doses ajustando-se ao modelo polinomial quadrático respectivamente (FIGURA 1 c-d). A Fv/Fm em plantas sem e com adubação com K, apresentaram seus máximos valores de 0,823; 0,810; 0,802; 0,828; 0,815 e 0,804 com suas máximas doses de Si em 7,50; 6,25; 9,00; 8,00; 6,00 e 6,33 kg ha⁻¹, respectivamente nos regimes WWD, MWD e SWD. As aplicações de Si conseguiram manter hidratação nas plantas e por conseguinte um aumento dos pigmentos e na sua vez aumentar a eficiência no aparato fotossintético, já que a manutenção do status hídrico nas plantas promove a síntese da formação dos pigmentos que intervêm diretamente no processo fotossintético, tendo dessa forma similitude com o achado em trigo por (AURANGZAIB et al., 2022).

CONCLUSÕES: A aplicação de silício manteve a integridade dos pigmentos fotossintéticos, o que contribuiu para o aumento da eficiência fotoquímica na maquinaria fotossintética em plantas de milho cultivadas sob déficit hídrico severo e moderado.

AGRADECIMENTOS: A Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo pelo auxílio à pesquisa (Processo 2021/12531-7) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

REFERÊNCIAS:

ABD EL-MAGEED, T. A. et al. Silicon Defensive Role in Maize (*Zea mays* L.) against Drought Stress and Metals-Contaminated Irrigation Water. **Silicon**, v. 13, n. 7, p. 2165–2176, 1 jul. 2021.

ANDRIOLI, I.; J. F. CENTURION. **Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal**. En Congresso Brasileiro de Ciência do Solo 27: Resumos da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Anais...**Brasilia, DF: 1999. . Acesso em: 27 abr. 2023

AURANGZAI, M. et al. Foliar Spray of Silicon Confers Drought Tolerance in Wheat (*Triticum aestivum* L.) by Enhancing Morpho-Physiological and Antioxidant Potential. **Silicon**, v. 14, n. 9, p. 4793–4807, 1 jun. 2022.

KAUSHAL, M. et al. Maize: an underexploited golden cereal crop. **Cereal Research Communications**, v. 51, n. 1, p. 3–14, 1 mar. 2023.

LICHTENTHALER, H. K.; BUSCHMANN, C.; KNAPP, M. How to correctly determine the different chlorophyll fluorescence parameters and the chlorophyll fluorescence decrease ratio RfD of leaves with the PAM fluorometer. **Photosynthetica**, v. 43, n. 3, p. 379–393, set. 2005.

NEMESKÉRI, E.; HELYES, L. Physiological Responses of Selected Vegetable Crop Species to Water Stress. **Agronomy 2019, Vol. 9, Page 447**, v. 9, n. 8, p. 447, 13 ago. 2019.

RIVERO, R. M. et al. Developing climate-resilient crops: improving plant tolerance to stress combination. **The Plant Journal**, v. 109, n. 2, p. 373–389, 1 jan. 2022.

ROCHA, J. R. et al. Si fertigation attenuates water stress in forages by modifying carbon stoichiometry, favouring physiological aspects. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 207, n. 4, p. 631–643, 1 ago. 2021.