

# **SILÍCIO E DÉFICIT HÍDRICO EM PLANTAS JOVENS DE *Eucalyptus urophylla*: ANÁLISE DO POTENCIAL MITIGATÓRIO NOS ASPECTOS FISIOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS E NUTRICIONAIS<sup>1</sup>**

Leonardo Santos de Oliveira<sup>2</sup>, Leandro Dias da Silva<sup>3</sup>, Paulo Araquém Ramos Cairo<sup>4</sup>, Raul Antônio Araújo do Bonfim<sup>5</sup>, Mateus Pires Barbosa<sup>5</sup>, Milton Carriço Sá<sup>2</sup>, Marcos Ferreira Almeida<sup>2</sup>

## **RESUMO**

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de pré-tratamentos com diferentes métodos de aplicações exógenas de silício (Si) sobre características fisiológicas e bioquímicas de plantas jovens de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, sob estresse hídrico. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (3x2)+1 cujos fatores foram três métodos de aplicações de Si (solução 2 mM fornecida via pulverização foliar, incorporação ao substrato e em combinação pulverização+substrato), dois regimes hídricos (irrigação equivalente a 90 e 30% da capacidade de vaso) e um tratamento adicional como testemunha (sem aplicação de Si). Foram realizadas as avaliações a partir do início dos sintomas visíveis do estresse hídrico, onde foram avaliados os teores de pigmentos fotossintéticos, prolina e quantificação dos açúcares solúveis. Aplicações de Si proporcionaram aumento nos teores de prolina, clorofilas totais, carotenoides e açúcares solúveis, principalmente quando as plantas se encontram sob o estresse hídrico.

**Palavras-chave:** Estresse hídrico, eucalipto, plantas lenhosas

## **SILICON AND WATER DEFICIT IN YOUNG PLANTS OF *Eucalyptus urophylla*: ANALYSIS OF THE MITIGATION POTENTIAL IN PHYSIOLOGICAL, BIOCHEMICAL AND NUTRITIONAL ASPECTS**

### **ABSTRACT**

The objective of this work was to evaluate the effects of pre-treatments with different methods of exogenous applications of silicon (Si) on physiological and biochemical characteristics of young plants of *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, under water stress. The experiment was carried out in a completely randomized design in a factorial scheme (3x2)+1 whose factors were three methods of application of Si (2mM solution provided via foliar spray, incorporation into the substrate and in combination spray+substrate), two water regimes (irrigation equivalent to 90% and 30% of the vessel capacity) and an additional treatment as a control (without application of Si). Assessments were carried out from the beginning of the visible symptoms of water stress, where the levels of proline, photosynthetic pigments and quantification of soluble sugars were evaluated. Applications of Si provided an increase in the levels of proline, carotenoids, total chlorophylls and soluble sugars, especially when plants are under water stress.

**Keywords:** Water stress, eucalyptus, woody plants

### **INTRODUÇÃO**

A cultura do eucalipto tem se expandido em quase todo o território brasileiro, incluindo as regiões que possuem características climáticas desfavoráveis, como precipitação escassa e irregular (IBÁ, 2020). A baixa pluviosidade e a distribuição

<sup>1</sup>Apoio financeiro: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), <sup>2</sup>Graduando em Engenharia Agrônoma, Programa de Iniciação Científica, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), <sup>3</sup>Pós-Doutorando – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAGRO-UESB), <sup>4</sup>Professor Titular, Departamento de Fitotecnia e Zootecnia (DFZ-UESB), <sup>5</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestrando (PPGAGRO-UESB).

instável de chuvas afetam negativamente o crescimento das mudas. Genótipos tolerantes ao déficit hídrico são utilizadas para contornar esta situação, no entanto essa estratégia, por si só, pode não ser suficiente para prevenir os efeitos fisiológicos prejudiciais da baixa disponibilidade de água no solo, especialmente nos estádios iniciais de crescimento.

A deficiência hídrica inibe a taxa de crescimento das plantas, reduzindo a expansão foliar e os movimentos estomáticos (Li et al., 2020). Na literatura, estudos relatam que o silício (Si), embora não seja considerado como um elemento essencial, é benéfico para a maioria das plantas, pois influencia positivamente o seu crescimento e a sua tolerância ao estresse hídrico (Cao et al., 2020; Thorne et al., 2020; Vandeger et al, 2020).

Diante disso, este estudo teve por objetivo avaliar os efeitos de pré-tratamentos com diferentes métodos de aplicações exógenas de Si sobre características fisiológicas, e bioquímicas de plantas jovens de *Eucalyptus urophylla* sob estresse hídrico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), localizado em Vitória da Conquista, BA. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (3x2)+1, cujos fatores foram três métodos de aplicações de Si (solução 2 mM fornecida via pulverização foliar, incorporação ao substrato e em combinação pulverização+substrato), dois regimes hídricos (irrigação equivalente a 90% e 30% da capacidade de vaso) e um tratamento adicional como testemunha (sem aplicação de Si), com seis repetições, sendo uma planta por vaso.

Foram utilizadas mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, aos 80 dias de idade, adquiridas em viveiro comercial localizado no município de Águas Vermelhas, norte de Minas Gerais. Aos 100 dias de idade foi realizado o transplântio em vasos de 20L com areia, e feita uma primeira adubação, utilizando uma solução nutritiva (Hoagland e Arnon, 1952) com aumento gradual da força iônica até 50%.

As mudas foram submetidas a um pré-tratamento com aplicações exógenas de solução de silicato de potássio (137,0 g Si L<sup>-1</sup>), na concentração de 2 mM. Aos 30 dias após o transplântio (130 dias de idade), foram estabelecidos os regimes hídricos.

Foram avaliados os pigmentos fotossintéticos (clorofilas totais e carotenoides) utilizando dimetilsulfóxido (DMSO) saturado com CaCO<sub>3</sub> (Hiscox e Israelstam, 1979), determinação do conteúdo de prolina conforme Bates et al. (1973) e quantificação dos açúcares solúveis totais (Yemm e Willis, 1955).

Os dados foram avaliados quanto à homogeneidade, pelo teste de Cochran, e quanto à distribuição normal dos resíduos, pelo teste de Lilliefors. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância e comparações múltiplas de médias, pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) empregando-se o programa estatístico SISVAR.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

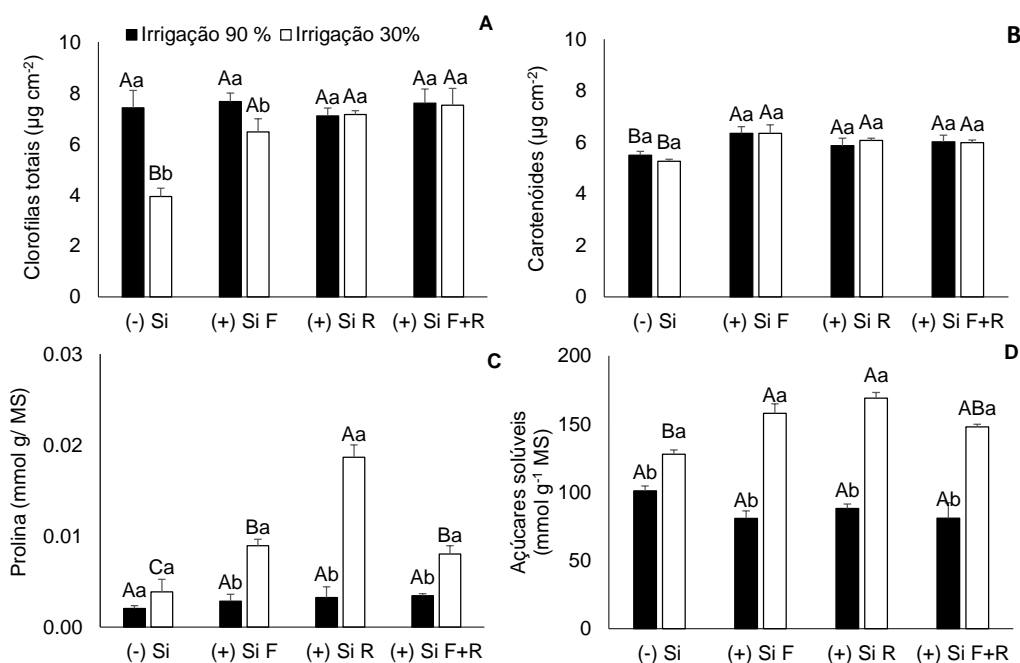
Em relação aos pigmentos cloroplastídicos, verificou-se que não houve diferença significativa para as clorofilas totais sob irrigação 90%. No entanto, para as plantas sob irrigação 30%, a aplicação de silício (Si) nos diversos métodos de aplicação, apresentou diferença significativa quando comparada as plantas sem a presença do Si nas plantas de *E. urophylla* (Figura 1A). Observou-se para o conteúdo de carotenóides, diferença significativa apenas para o tratamento onde não houve aplicação do Si. Além disso, não houve diferença entre os regimes hídrico aplicados (Figura 1B). Em geral, o déficit hídrico promove danos oxidativos aos cloroplastos, degradando os pigmentos fotossintéticos, afetando negativamente a mobilidade dos elétrons entre os aceptores da cadeia transportadora nos centros de reação dos fotossistemas (ASHRAF et al.,

2013), conseqüentemente influenciando a taxa fotossintética, produção de fotoassimilados e o crescimento das plantas.

Sob condições de restrição hídrica, demonstrou-se que a prolina teve aumento significativos, quando comparadas às plantas de irrigação 90%. Contudo, plantas submetidas a irrigação 30% sob aplicação do Si em raízes, apresentou diferenças significativas em relação aos demais métodos de aplicação. Correa (2019) observou influência positiva do Si em raízes de tomate sob déficit hídrico, como visto no presente estudo. O autor atribuiu isso a uma possível indução da biossíntese de hormônios que promoveriam crescimento do sistema radicular, o que poderia aumentar a área de exploração de solo e, conseqüentemente, a absorção de água. Além disso, plantas sem a aplicação de Si, foram as que obtiveram menor conteúdo de prolina (Figura 1C). No entanto, o conteúdo de prolina nas folhas aumenta com o declínio da disponibilidade hídrica, sugerindo que sua produção é provavelmente uma resposta comum sob condições de deficiência hídrica (FARHAD et al., 2011). Esses resultados corroboram para a compreensão de que o acúmulo de aminoácidos como a prolina, podem agir para mitigar os efeitos do déficit hídrico.

Para as avaliações de açúcares solúveis plantas sob irrigação 90% não demonstraram diferenças entre os métodos de aplicação. Entretanto, observou-se diferenças entre os regimes hídricos para todos os tratamentos, tendo assim, maiores conteúdos de açúcares solúveis em plantas submetidas à irrigação 30% (Figura 1D). Contudo, Ming et al. (2012) ressaltaram que o silício aumenta a tolerância das plantas ao déficit hídrico pelo fato de aumentar os níveis de açúcares que minimizam o desequilíbrio osmótico.

## FIGURAS



**FIGURA 1:** Conteúdo de clorofilas totais (A), carotenóides (B), prolina (C) e açúcares solúveis totais (D) em plantas de *Eucalyptus urophylla* pré-tratadas com diferentes métodos de aplicações exógenas de Si sob restrição hídrica. As colunas são médias de 4 repetições e as barras representam o erro padrão da média. Letras maiúsculas indicam comparação entre os métodos de aplicação exógena de Si dentro dos regimes hídricos e letras minúsculas comparação entre regimes hídricos pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

## CONCLUSÕES

Aplicações de Si proporcionaram aumento nos teores de prolina, carotenoides, clorofilas totais e açúcares solúveis, principalmente quando as plantas se encontram sob o estresse hídrico, apresentando então um potencial para mitigar os efeitos negativos da deficiência hídrica em plantas jovens de *Eucalyptus urophylla*.

### AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia pela concessão da bolsa e infraestrutura para a realização do trabalho.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASHRAF, M.; HARRIS, P. Photosynthesis under stressful environments: An overview. **Photosynthetica**, v. 51, n. 1, p. 163–190, 2013.
2. BATES, L.S.; WALDREN, R.P.; TEARE, I.D. Rapid determination of free proline for water stress studies. **Plant and Soil**, v. 39, p. 205-207, 1973.
3. CAO, B.; MA, Q.; XU, K. Silicon restrains drought-induced ROS accumulation by promoting energy dissipation in leaves of tomato. **Protoplasma**, v. 257, p. 537-547, 2020.
4. FARHAD, M.S.; BABAK, A.M.; REZA, Z.M.; HASSAN, R.S.M.; AFSHIN, T. Response of proline, soluble sugars, photosynthetic pigments and antioxidant enzymes in potato (*Solanum tuberosum* L.) to different irrigation regimes in greenhouse condition. **Australian Journal of Crop Science**, v. 5, n. 1, p. 55-60, 2011.
5. HISCOX, J.D.; ISRAELSTAM, G.F. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. **Canadian Journal of Botany**, v. 57, n. 12, p. 1332-1334, 1979.
6. IBÁ – **Indústria Brasileira de Árvores. Relatório Anual 2020**. 66 p. São Paulo, IBÁ, 2020.
7. LI, W.; YAJUN, W.; YUBAO, Z.; RUOYU, W.; ZHONGKUI, X. Impacts of drought stress on the morphology, physiology, and sugar content of Lanzhou lily (*Lilium davidii* var. Unicolor). **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 42, n. 8, p. 127, 2020.
8. MING, D.F.; PEI, Z.F.; NAEEM, M.S.; GONG, H.J.; ZHOU, W.J. Silicon alleviates peginduced water-deficit stress in upland rice seedlings by enhancing osmotic adjustment. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 198, p. 14-26, 2012.
9. THORNE, S.J.; HARTLEY, S.E.; MAATHUIS, F.J.M. Is silicon a panacea for alleviating drought and salt stress in crops? **Frontiers in Plant Science**, v. 11, p. 1221-1237, 2020.
10. Vandegeer, R.K.; Zhao, C.; Cibils-Stewart, X.; Wuhrer, R.; Hall, C.R.; Hartley, S.E.; Tissue, D.T.; Johnson, S.N. Silicon deposition on guard cells increases stomatal sensitivity as mediated by K<sup>+</sup> efflux and consequently reduces stomatal conductance. **Physiologia Plantarum**, v. 171, n. 3, p. 358-370, 2020.
11. YEMM, E.W.; COCKING, E.C. The determination of amino acid with ninhydrin. **Analyst**, v. 80, p. 209-213, 1955.