

Silício foliar aumenta a atividade de enzimas antioxidantes em cultivares de feijão-caupi sob restrição hídrica

Anderson reges dos santos^{1*}, Louise Fernandes de oliveira¹, Alberto soares de melo¹, Yuri lima melo¹, Maurisrael de moura rocha².

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi avaliar a aplicação de silício na atenuação do déficit hídrico em feijão-caupi, cultivados sob irrigação deficitária. A pesquisa foi executada em delineamento de blocos casualizados, constituídos por quatro genótipos de feijão-caupi, duas lâminas de irrigação (50 e 100% da evapotranspiração de referência - ETo) e três doses de silício (0; 100 e 200 mg L⁻¹), com 5 repetições. Foram realizadas avaliações fisiológicas quanto ao potencial hídrico foliar e análises de enzimas antioxidantes. Observou-se que as enzimas ascorbato peroxidase e a superóxido dismutase foram potencializadas com a aplicação foliar de silício, aumentando a tolerância ao déficit hídrico das cultivares BRS Aracé e BRS Guariba. Porém, a cultivar BRS Itaim apresentou maior potencial hídrico em condições de déficit hídrico após aplicação de Si.

Palavras-chave: Atenuador. Estresse hídrico. *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

ABSTRACT: The objective of the present study was to evaluate the application of silicon in the attenuation of water deficit in cowpea, cultivated under deficit irrigation. The research was carried out in a randomized complete block design, consisting of four cowpea genotypes, two irrigation slides (50 and 100% of the reference evapotranspiration - ETo) and three silicon doses (0, 100 and 200 mg L⁻¹), with 5 replicates. Physiological evaluations of leaf water potential and antioxidant enzyme analyzes were performed. It was observed that the enzymes ascorbate peroxidase and superoxide dismutase were potentiated with the foliar application of silicon, increasing the tolerance to the water deficit of the cultivars BRS Aracé and BRS Guariba. However, the cultivar BRS Itaim showed higher water potential under water deficit conditions after application of Si.

Keywords: Attenuators. Hydrical stress. *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

INTRODUÇÃO

No cultivo do semiárido, o aumento da escassez hídrica afeta drasticamente o desempenho do feijão-caupi, reduzindo a produção devido a alterações nas propriedades das membranas, inibição da fotossíntese e aumento nos níveis de espécies reativas de oxigênio (EROs) (DUTRA et al., 2015).

No entanto, para contornar os problemas causados pelo estresse oxidativo, as plantas possuem sistemas enzimáticos antioxidantes que constituem uma importante defesa primária para eliminar as EROs, como a superóxido dismutase (SOD) e a ascorbato peroxidase (APX), além de um sistema de osmoproteção, mediado por solutos compatíveis e removedores de radicais livres, como a prolina (ARAÚJO et al., 2018).

Além do manejo adequado da irrigação, o uso de eliciadores aumenta a eficiência no uso da água e promove melhorias nas rotas metabólicas, resultando em adaptação das plantas às mudanças ambientais. A aplicação exógena de silício é uma das alternativas que tornam as células epidérmicas das folhas mais eretas, induzindo maior absorção de CO₂ e aumentando a eficiência fotossintética, além do teor de clorofilas (FERRAZ, 2015; ZANETTI, 2016).

Considerando a importância socioeconômica dessa cultura para as regiões com limitações hídricas, a indução de melhorias na fisiologia do feijão-caupi torna-se uma ferramenta importante para viabilizar seu cultivo no semiárido. Assim, o objetivo do presente

*Universidade Estadual da Paraíba-Campina Grande-PB, regisanderson198@gmail.com.

¹Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – Departamento de Biologia, UEPB - Campina Grande- PB, Brasil.

² Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI.

estudo foi avaliar os efeitos da aplicação foliar de silício na atenuação de danos causados pela restrição hídrica, através do aumento da atividade de enzimas antioxidantes e da prolina.

MATERIAL E MÉTODOS

Três fatores foram estudados: cultivares (CT), reposição hídrica (RH) e silício (Si). O fator cultivar foi formado por quatro cultivares de feijão-caupi: BRS Guariba (G1), BRS Itaim (G2), BRS Aracê (G3) e o BRS Rouxinol (G4). A RH correspondeu a ausência (W-100 - 100% ETo) e presença (W-50 - 50% ETo) de déficit hídrico, monitorada por evapotranspirador modelo EVAPOREMETER® JR-120. Já o fator 'Si' foi composto por concentrações de silicato de potássio: (zero, 100 e 200 mg.L⁻¹).

O experimento foi conduzido em vasos de 20 L na área experimental da Universidade Estadual da Paraíba, onde o solo utilizado foi analisado e corrigido de acordo com as necessidades da cultura. Para tanto, a combinação dos três fatores (4 CT x 2 RH x 3 Si) resultou em 24 tratamentos arrançados no delineamento experimental em blocos ao acaso, com cinco repetições. Os tratamentos foram aplicados no estágio V5 do ciclo vegetativo da cultura, que permaneceram nessas condições por 7 dias.

Assim, foi possível analisar o status hídrico da planta por meio do potencial hídrico foliar (Ψ_w), realizado entre 4h e 6h, utilizando-se uma câmara de Scholander (MPa); a atividade da enzima superóxido dismutase (SOD), por metodologia descrita por Beauchamp e Fridovich (1971), determinada com base na capacidade de inibição da fotoredução do cloreto de nitrotetrazólio azul (NBT) pela enzima presente no extrato vegetal, com leituras realizadas a 560 nm e expressas em U.min⁻¹.gMF⁻¹; a atividade da ascorbato peroxidase (APX), por metodologia descrita por Nakano e Asada (1981), por meio do monitoramento do decréscimo da absorbância a 290 nm, expresso em nmol ASC.min⁻¹.gMF⁻¹.

Os dados obtidos foram avaliados por análise de variância (teste F até 5% de probabilidade), seguidos por análises do teste de comparação de médias (Tukey, $p < 0,05$) para os níveis de silício e o teste de pares independentes (t de Student, $p < 0,05$) para o fator déficit hídrico, utilizando-se o software SISVAR 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar o potencial hídrico foliar (Ψ_w) (Figura 1), observou-se que os cultivares BRS Itaim, BRS Guariba, BRS Rouxinol e BRS Aracê atingiram potenciais de -0,69; -0,55; -0,57 e -0,53 MPa, respectivamente, sob restrição hídrica e ausência de Si. Na lâmina de irrigação de W-100, os mesmos cultivares apresentaram os potenciais de -0,25; -0,52; 0,39 e -0,35 Mpa, respectivamente. Plantas bem hidratadas apresentam o potencial hídrico entre 0 e -0,5 Mpa, já em condições de déficit hídrico moderado os potenciais hídricos podem variar entre -0,6 e -2,0 MPa (TAIZ et al., 2017).

Nas parcelas sob a lâmina W-50 com 200 mg L⁻¹ de Si, quando comparadas com o tratamento W-50 na ausência de Si, houve aumento no Ψ_w de 44,92% para o BRS Itaim e de 3,5% para o 'BRS Rouxinol'. Nas parcelas sob a lâmina de W-50 e 100 mg L⁻¹ de Si, o 'BRS Itaim' não apresentou diferença significativa quando comparado com a dose de 200 mg L⁻¹ de Si, contudo no 'BRS Rouxinol' houve um aumento de 33,33% comparadas com o tratamento W-50 na ausência de Si. Neste contexto, o Si mitigou o efeito deletério da restrição hídrica, pois os ajustes do Ψ_w foliar registrados nessa pesquisa podem inferir na melhoria do mecanismo de abertura dos estômatos, o que sugere maior eficiência fotossintética e produção de fotossimilados (ARAÚJO et al., 2018).

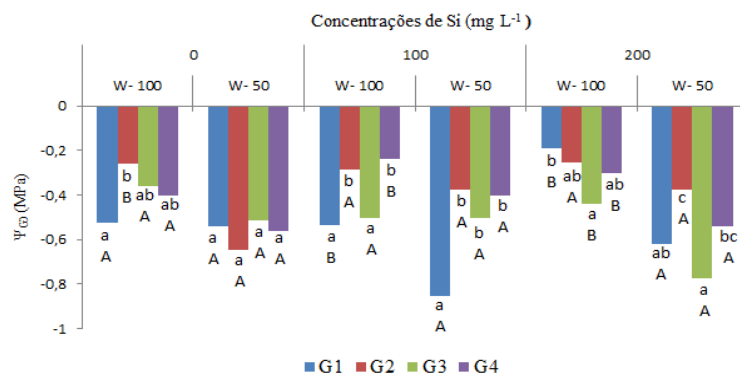


Figura 1. Potencial hídrico foliar (Ψ_w) dos cultivares de feijão-caupi: BRS Guariba (G1), BRS Itaim (G2), BRS Aracé (G3), BRS Rouxinol (G4), condicionados a dois regimes hídricos (W-100 e W-50) e três concentrações de Si (0; 100 e 200 mg L⁻¹). Letras minúsculas diferenciam os cultivares. Letras maiúsculas diferenciam as duas condições hídricas. Campina Grande, PB, 2019.

Quanto à atividade da APX, verificou-se que na lâmina W-50, na ausência de Si, apenas as cultivares BRS Aracê e BRS Rouxinol apresentaram aumentos de 200 e 83%, respectivamente, na atividade da enzima, comparados à lâmina W-100 (Figura 2A). Quando aplicado o Si (100 e 200 mg.L⁻¹ de Si), todas as cultivares aumentaram a atividade da enzima antioxidante. Na lâmina W-50, com 100 mg.L⁻¹ de Si, o maior aumento foi para o BRS Itaim (7 vezes), comparado à lâmina W-100 com a mesma dose de Si. Já na lâmina W-50, com 200 mg.L⁻¹ de Si, houve aumentos de 384 e 234% na atividade da APX na BRS Rouxinol e BRS Guariba, respectivamente, comparadas à lâmina W-100 com a mesma dose de Si (Figura 2A).

Para Zanetti et al. (2016) e Ferraz et al. (2014) o Si potencializa a atividade antioxidante da APX (100 e 200 mg.L⁻¹ de Si), a qual tem alta afinidade pelo peróxido de hidrogênio, permitindo a sua eliminação em baixas concentrações.

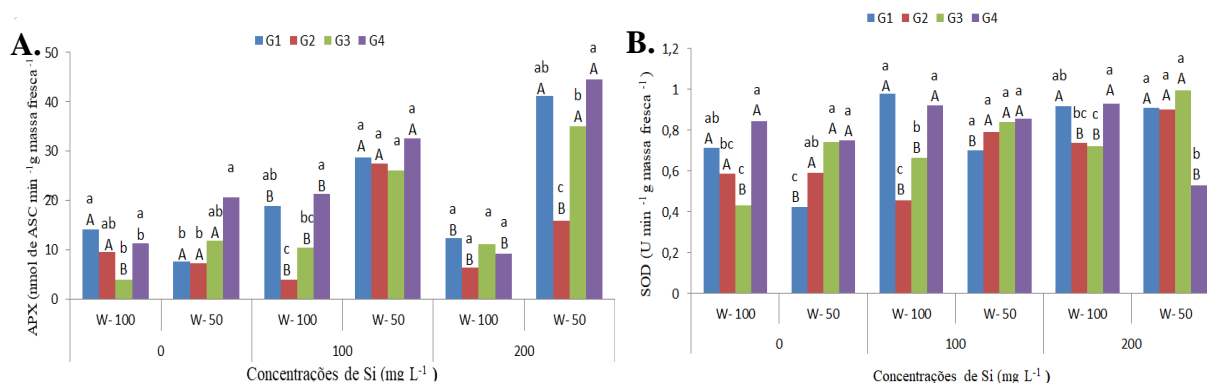


Figura 2. Atividades das enzimas ascorbato peroxidase (APX) (A) e superóxido dismutase (SOD) (B) nas cultivares de feijão-caupi: BRS Guariba (G1), BRS Itaim (G2), BRS Aracé (G3), BRS Rouxinol (G4), submetidos a duas lâminas de irrigação (W-100 e W-50) e três concentrações de Si (0; 100 e 200 mg L⁻¹). Letras minúsculas diferenciam os cultivares. Letras maiúsculas diferenciam as duas condições hídricas. Campina Grande, PB, 2019.

Avaliando-se a condição de 50% de água, verificou-se que as cultivares BRS Guariba, BRS Itaim e BRS Aracé, sob concentração de 200 mg.L⁻¹ de Si, obtiveram aumentos para a atividade de SOD de 53,5; 34,4 e 24,5%, respectivamente, em comparação com os tratamentos sem Si. Acrescenta-se que na lâmina de 50%, registrou-se que o BRS Rouxinol, apresentou melhor desempenho na atividade desta enzima na dose de 100 mg.L⁻¹ de Si, aumentando em 12,3% seus níveis, em relação à ausência do Si (Figura 2B).

O aumento da atividade da SOD nas cultivares BRS Rouxinol e BRS Aracé, por exemplo, possivelmente foi potencializado pela ação benéfica do Si. É descrito por alguns

pesquisadores que a atividade da SOD aumenta sob déficit hídrico e que o Si pode contribuir para o aumento desta atividade (FERRAZ et al., 2014).

CONCLUSÕES

As enzimas ascorbato peroxidase e superóxido dismutase foram potencializadas com a aplicação foliar de silício, aumentando a tolerância ao déficit hídrico das cultivares BRS Aracé e BRS Guariba. Porém a cultivar BRS Itaim apresentou maior potencial hídrico em condições de déficit hídrico após aplicação de Si.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E. D. D., MELO, A. S. D., ROCHA, M., SOCORRO, D., CARNEIRO, R. F., ROCHA, M. D. M.. Germination and initial growth of cowpea cultivars under osmotic stress and salicylic acid. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 1, p. 80-89, 2018.
- BEAUCHAMP, C.; FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase – improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. **Analytical Biochemistry**, v.44, n.1, p.276-287, 1971.
- DUTRA, A. F.; MELO A. S.; FILGUEIRAS, L.M.B.; SILVA. A. R. F.; OLIVEIRA I. M.;BRITO M.E.B. Parâmetros fisiológicos e componentes de produção de feijão-caupi cultivado sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.10, n.2, p.189-197,2015.
- FERRAZ, R.L.S; BELTRÃO, N.E.M.; MELO, A.S.; MAGALHÃES, I.D.; FERNANDES, P.D.; ROCHA, M.S. Trocas gasosas e eficiência fotoquímica de cultivares de Algodoeiro herbáceo sob aplicação de silício foliar. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.2, p.735-748,2014.
- SILVA,A.C.da.SUASSUNA,J.F.MELO,A.S.de.;COSTA,R.R.;ANDRADE,W.L.de.;SILVA D.C. da.; Ácido salicílico como atenuador do estresse hídrico na germinação e no desenvolvimento inicial de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**,v.21,n.3,p.156- 162,2017.
- SCHOLANDER, P.F.;HAMMEL,H.T.;HEMMINGSSEN, E.A.;BRADSTREET, E.D. Sap pressure in vascular plants. **Science**, v.148, n.3668, p.339-346, 1965.
- NAKANO, Y.; ASADA, K. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidases in spinach chloroplast. **Plant and Cell Physiology**, v. 22, n.5, p. 867-880, 1981.
- TAIZ, L. ZEIGER, E.;MOLLER,I.M.;MURPHY,A.**Fisiologia e desenvolvimento vegetal**.6ª Ed.PortoAlegre:Artmed,2017.858p.
- ZANETTI,L.V.;MILANEZ,C.R.D.;GAMA,V.N.;AGUILAR,M.A.G.;SOUZA,C.A.S;CAMP OS TRINI,E.;FERRAZ,T.M.;FIGUEIREDO,F.A.M.M. de A. Leaf application of silicon in young cacao plants subjected to water déficit. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51,n.3,p.215-223,2016.