

RESPOSTA ANTIOXIDANTE DE PLANTAS DE *Alternanthera littoralis* var. *maritima* QUANDO EXPOSTA A DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE

CHARISMA PRIETTO DE MEDEIROS ALLES¹; CHRISLAINE YONARA SCHOENHALS RITTER²; JAQUELINE DA SILVA DOS SANTOS²; GUSTAVO MUNIZ PEREIRA²; EUGENIA JACIRA BOLACEL BRAGA³

¹Graduanda de biotecnologia - UFPel, bolsista PIBIC/CNPq – charismalles@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – chrislaineritterys@gmail.com

³Professora Associada IV do Depto. de Botânica/IB - UFPel – jacirabraga@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Solos globalmente afetados pela salinidade já atingiram 424 milhões de hectares na camada superficial do solo (0-30 cm) e 833 milhões de hectares na camada subsolo (30-100 cm) (FAO, 2022). Fatores como o aumento do nível do mar, a influência nas zonas costeiras e o aumento da evaporação, contribuem para agravar este cenário, tornando crucial a identificação e caracterização de plantas tolerantes ao sal para garantir a segurança alimentar (Bhuiyan; Dutta, 2012; Wu *et al.*, 2019; Ullah *et al.*, 2021).

Plantas halófitas são de particular interesse devido a sua elevada tolerância a elementos como o sódio, em contraste com a maioria das espécies cultivadas, tornando estas plantas uma alternativa viável para culturas comerciais e contribuindo oferecendo soluções econômicas e ambientais, como a fitorremediação de solos contaminados por sal (Panta *et al.*, 2014; Anjum *et al.*, 2014).

Plantas pertencentes à família Amaranthaceae apresentam notável resiliência a condições ambientais adversas, incluindo solo de baixa fertilidade, escassez de água, altas temperaturas e salinidade elevada (Zhigila *et al.*, 2014; Bhargava *et al.*, 2020). A espécie *Alternanthera littoralis* var. *maritima* é uma planta herbácea comumente encontrada em praias arenosas ao longo da costa leste brasileira (Fahn; Cutler 1992; Cordazzo *et al.*, 2006; Yu *et al.*, 2008). Dado o aumento das áreas salinizadas, e a redução dos recursos hídricos, especialmente em zonas áridas e semiáridas do Brasil, faz-se necessária a incorporação de espécies vegetais cada vez mais tolerantes e adaptadas a estes ambientes, visto que o cultivo nestas regiões está cada vez mais desafiador (Azeem *et al.*, 2023).

Neste contexto, plantas halófitas adaptadas a ambientes de dunas/praias como *Alternanthera littoralis* var. *maritima*, onde culturas convencionais não conseguem sobreviver, abre caminhos promissores para a agricultura salina e fitorremediação de solos contaminados. Por isso, o objetivo do presente estudo foi avaliar a resposta antioxidante da espécie quando exposta a diferentes níveis de salinidade.

2. METODOLOGIA

Para testar a tolerância ao sal, plantas de *Alternanthera littoralis* var. *maritima* foram coletadas na praia do Cassino, localizada no Estado do Rio Grande do Sul no Brasil. As plantas foram propagadas por meio de estacas de matriz única, para reduzir a variabilidade genética entre os clones. Após 30 dias, suas raízes foram lavadas e transplantadas para vasos plásticos (2L), em sistema de cultivo hidropônico em solução nutritiva de Hoagland; Arnon (1938), meia força em pH 5,8.

Após 15 dias em solução nutritiva, foi adicionado cloreto de sódio nas concentrações de 0mM (controle), 100 mM, 200 mM e 300 mM. Cada tratamento foi composto por oito repetições, cada uma contendo duas plantas e mantidos por 21 dias. Ao final desse período, foram coletadas amostras de folhas e raízes de cada tratamento e realizadas as análises do sistema antioxidante enzimático.

A atividade antioxidante foi avaliada pela quantificação das enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e ascorbato peroxidase (APX) seguindo o protocolo de Giannopolitis & Ries (1977), Azevedo et al. (1998) e Nakano e Asada (1981) respectivamente.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk, análise de variância ($p \leq 0,05$ %) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software estatístico SISVAR, DES/UFLA versão 5.8/1992.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observando os resultados obtidos em folhas (a) e raízes (b) a atividade da SOD nas folhas (a), ainda que sem diferença significativa, aumentou progressivamente com o aumento das concentrações de NaCl. Já nas raízes (b), a atividade da enzima SOD aumentou significativamente, especialmente a partir de 100 mM de NaCl, sugerindo uma resposta antioxidante robusta, sobretudo em raízes.

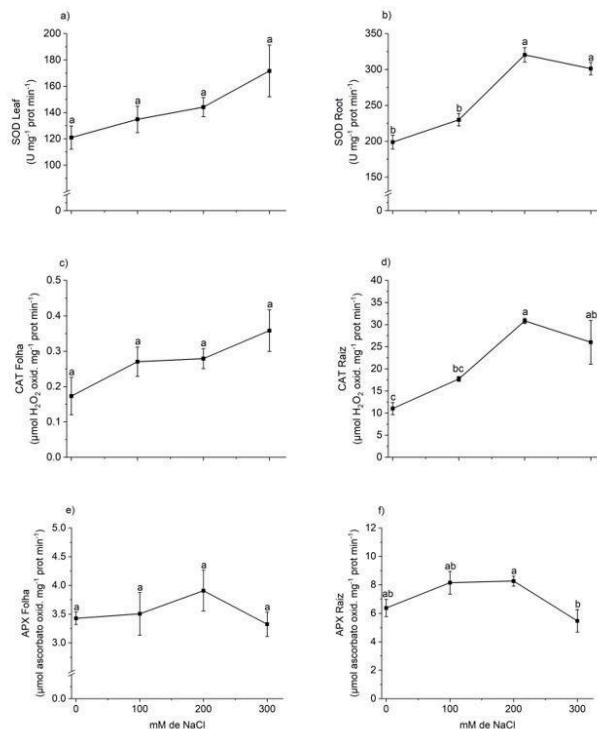
As figuras (c) e (d) mostram a atividade da enzima CAT em folhas e raízes. A atividade da enzima CAT nas folhas (c), apresentou uma resposta semelhante ao observado para SOD, com aumento gradual em sua atividade, no entanto, sem diferença significativa dos demais tratamentos de NaCl e controle.

Nas raízes (d), a atividade da CAT exibiu um aumento mais acentuado, especialmente em 200 mM de NaCl, seguido por uma tendência a redução em 300 mM de NaCl, mas sem diferença significativa dos tratamentos 100 mM e 200 mM.

Os gráficos (e) e (f) representam a atividade da APX em folhas e raízes. Nas folhas (e), a atividade da APX permaneceu relativamente constante, sem diferença significativa entre as diferentes concentrações de NaCl. Nas raízes (f), a atividade da APX apresentou um aumento inicial, atingindo um pico de atividade em 200 mM de NaCl.

No entanto, quando submetida a concentração máxima de NaCl (300 mM), a atividade de APX reduziu significativamente em relação a sua atividade no tratamento de 200 mM, porém, sem diferença significativa em relação às plantas controle e expostas a 100 mM de NaCl.

Figura 1. Atividade da enzima superóxido dismutase (SOD) em folha e raiz (a, b), catalase (CAT) em folha e raiz (c, d) e ascorbato peroxidase (APX) em folha e raiz (e, f) em *Alternanthera littoralis var. maritima*, submetida a diferentes concentrações de NaCl (0, 100, 200 e 300 mM) durante 21 dias em sistema de cultivo hidropônico



4. CONCLUSÕES

Após análise dos resultados pode-se observar a capacidade adaptativa de *Alternanthera littoralis* var. *maritima* frente a ambientes de moderada salinidade. Através da regulação da homeostase iônica e ativação de sistemas antioxidantes, a espécie demonstra uma resposta interessante ao ambiente salino.

Essas descobertas não apenas enriquecem nosso entendimento sobre os mecanismos de adaptação das plantas, sobretudo de *Alternanthera littoralis* var. *maritima* às condições adversas, como também evidenciam seu potencial uso como uma opção viável e sustentável para a fitorremediação de solos contaminados por sal, oferecendo *insights* importantes para o desenvolvimento de estratégias de manejo mais sustentáveis para a restauração da qualidade do solo e equilíbrio dos ambientes costeiros e manejo de lavouras de produção.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJUM N. A.; AHMAD I.; VÁLEGA M. et al. Salt marsh halophyte services to metal-metalloid remediation: assessment of the processes and underlying mechanisms. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**. 2014

AZEEM, M. et al. Salinity stress improves antioxidant potential by modulating physio-biochemical responses in *Moringa oleifera* Lam. **Sci Rep.** Feb 18;13(1):2895. doi: 10.1038/s41598-023-29954-6. PMID: 36807545; PMCID: PMC9938910. 2023

AZEVEDO, R. A. et al. Response of antioxidant enzymes to transfer from elevated carbon dioxide to air and ozone fumigation, in the leaves and roots of wild-type and a catalase-deficient mutant of barley. **Physiol. Plant.** 104, 280–292. 1998

BHARGAVA, A.; SRIVASTAVA, S. Response of Amaranthus sp. to Salinity Stress: A Review. In **Emerging Research in Alternative Crops**; Springer: Cham, Switzerland, 2020.

BHUIYAN, M. J. A. N.; DUTTA, D. Assessing impacts of sea level rise on river salinity in the Gorai river network, Bangladesh. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 96, 219–227. doi:10.1016/j.ecss.2011.11.005. 2012

CORDAZZO, C.V.; PAIVA, J. B.; SEELIGER, U. Guia Ilustrado: plantas das dunas da costa sudoeste atlântica. **USEB**, Pelotas. pp. 11–21. 2006

FAHN, A.; CUTLER, D. F.; 1992. Xerophytes. **Gebrüder Borntraeger**, Berlin. pp. 176.

FAO. **Global Map of Salt Affected Soils**. Version 1.0. Disponível em: <https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases/global-map-of-salt-affected-soils/en/>

GIANNOPOLITIS, C. N.; RIES, S. K. Superoxide dismutases: I. Occurrence in higher plants. **Plant Physiol.** v. 59, p. 309–314. doi:10.1104/ pp.59.2.309. 1977

HOAGLAND, D. R.; ARNON D. I. The water-culture method for growing plants without soil. 39-pp. 1938

NAKANO, Y.; ASADA, K. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. **Plant and cell physiology**, v. 22, n. 5, p. 867-880, 1981.

PANTA, S.; FLOWERS, T.; LANE, P.; DOYLE, R.; HAROS, G.; SHABALA, S. Halophyte agriculture: Success stories. **Environ. Exp. Bot.** v. 107, p. 71–83, 2014.

ULLAH, A.; BANO, A.; KHAN, N. Climate Change and Salinity Effects on Crops and Chemical Communication Between Plants and Plant Growth-Promoting Microorganisms Under Stress. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 5, p. 618092, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.618092>

WU, H.; SHABALA, L.; ZHOU, M.; SU, N.; WU, Q.; UL-HAQ, T. et al. (2019). Root vacuolar Na⁺ sequestration but not exclusion from uptake correlates with barley salt tolerance. **The Plant Journal**. doi:10.1111/tpj.14424

YU, F. H. N.; WANG, W. M.; HEL, Y.; CHU, M. 2008. Adap-tation of rhizome connections in drylands: increasing tolerance of clones to wind erosion. **Ann. Bot.** 102: 571–577.

ZHIGILA, D. A.; SAWA, F. B. J.; ABDUL, S. D.; DANAILU, G. (2014). Diversity of pollen morphology in accessions of Sesamum indicum L. **International Journal of Modern Botany**, 4(1): 22 – 28.