

SALINIDADE NÃO ELEVA OS NÍVEIS DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO E PEROXIDAÇÃO LIPÍDICA NA ESPÉCIE *Alternanthera maritima*

CHARISMA PRIETTO DE M. ALLES¹; CHRISLAINE YONARA SCHOENHALS RITTER²; MARCELO N. DO AMARAL²; JAQUELINE DA SILVA DOS SANTOS²; LUANA VANESSA PERETTI MINELLO²; EUGENIA JACIRA BOLACEL BRAGA³

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

²*Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) – chrislaineritterys@gmail.com*

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

1. INTRODUÇÃO

A intensa variabilidade ambiental tem exposto as plantas a uma série de ambientes perturbadores que interferem no crescimento, desenvolvimento, rendimento e sobrevivência da maioria das espécies existentes. Todavia, a salinidade do solo e da água de irrigação, têm se apresentado como um dos mais prejudiciais quando presente em altas concentrações, levando a uma série de modificações na fisiologia, morfologia e no metabolismo de muitas plantas, em vista da sua grande sensibilidade ao sal (RAZA et al., 2019).

Diferentemente de plantas glicófitas, como a cultura do arroz, que é sensível quando submetida a ambientes de moderada e alta salinidade, espécies de plantas pertencentes ao grupo das halófitas, possuem grande habilidade em desenvolver-se em ambientes salinos. Estas são capazes de completar seu ciclo de vida e reproduzir-se em concentrações salinas superiores à 200 mM de NaCl, seja em ambientes alagados, planaltos ou mesmo em áreas desérticas, ocupando cerca de 1% da flora total do mundo, entre eudicotiledôneas e monocotiledôneas (HASANUZZAMAN, 2014; ZELM et al., 2020).

A maior tolerância de plantas halófitas a ambientes salinos, ocorre em virtude de diversos mecanismos de tolerância e evitação ao sal, como tolerância osmótica, que através de sinais de longa distância, regula a abertura estomática, as taxas de transpiração e a biossíntese de compostos osmoprotetores; a compartimentalização de íons Na⁺ em vacúolos; a exclusão de sais nas raízes por transportadores específicos ou por estruturas morfológicas como glândulas secretoras e pêlos vesiculares, dentre outros (FERNANDES et al., 2010; ROY et al., 2014).

Ao serem expostas a ambientes adversos, as plantas podem sofrer com o estresse oxidativo, ou seja, um desequilíbrio entre a atuação do sistema antioxidante e os efeitos tóxicos das espécies reativas de oxigênio (ERO). Estas, quando em altas concentrações nas células, são responsáveis por efeitos diretos e significativos em membranas celulares, danos no DNA, redução em atividades enzimáticas, desnaturação de proteínas, além de alterações em outras funções celulares importantes (NOCTOR; FOYER, 1998; SCHNEIDER; OLIVEIRA, 2004).

Por outro lado, de acordo com Bose et al. (2014), plantas halófitas parecem apresentar maior capacidade de proteger e estabilizar os fotossistemas sob ambientes salinos. Isso porque as halófitas possuem uma ampla capacidade de reduzir essas EROs através de seu eficiente sistema antioxidante, composto de elementos enzimáticos e não enzimáticos (LARCHER, 2000; REGINATO et al., 2014).

Pensando nisso, utilizamos neste estudo a espécie *Alternanthera maritima*, uma espécie típica do bioma pampa, pertencente à família Amaranthaceae e com

possível tolerância à sal. Este estudo visa investigar o conteúdo de peróxido de hidrogênio e peroxidação lipídica em parte aérea e raiz de plantas de *A. maritima* submetidas a diferentes concentrações de NaCl.

2. METODOLOGIA

Visando a necessidade de plantas padronizadas para este experimento, foram coletadas gemas laterais de plantas de *A. maritima*, advindas de casa de vegetação, para o cultivo *in vitro*, em laboratório. Este material foi devidamente desinfestado com hipoclorito de sódio (2%) e cultivado em meio MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962) por 30 dias. Posteriormente, as plantas foram transferidas para bandejas de semeadura de 288 células (67,4cm x 34,4cm x 4,7cm) e substrato do tipo PlantMax e levadas para casa de vegetação para aclimatização. As plantas foram mantidas em casa de vegetação, com umidade relativa do ar de 70%, temperatura de 25±2°C, irrigação constante e aplicação semanal de solução nutritiva de Hoagland; Arnon (1938), meia força (50%), para suprir as necessidades nutricionais. Decorridos 20 dias, as plantas foram retiradas das bandejas de isopor, seu sistema radicular foi lavado em água corrente e foram transferidas para um sistema de cultivo hidropônico em vasos plásticos com capacidade máxima de 2 L, tampados com discos de isopor no diâmetro do vaso, contendo dois furos para a sustentação das plantas. Foi utilizada solução nutritiva de Hoagland; Arnon (1938), pH 5,8, por 15 dias, e bombas submersas para a oxigenação da solução.

Nos primeiros 15 dias, as plantas permaneceram com as raízes submersas somente em solução nutritiva de Hoagland; Arnon (1938), permitindo um curto período de adaptação à nova condição estabelecida. Decorridos 15 dias, foi realizada a adição de cloreto de sódio nas concentrações 0 mM, 100 mM, 200 mM e 300 mM. As coletas de parte aérea e raiz para análise foram realizadas em quatro momentos distintos, sendo aos 0, 7, 14 e 21 dias após a adição de cloreto de sódio.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável H₂O₂ (Figura 1), foi observada uma resposta linear e significativa no conteúdo de H₂O₂ em folhas (Fig. 1A) ao longo do tempo para o tratamento de 300 mM de NaCl. Por outro lado, não foi observado resposta significativa no conteúdo de H₂O₂ em raízes ao longo dos dias e diferentes concentrações de NaCl (Fig. 1B).

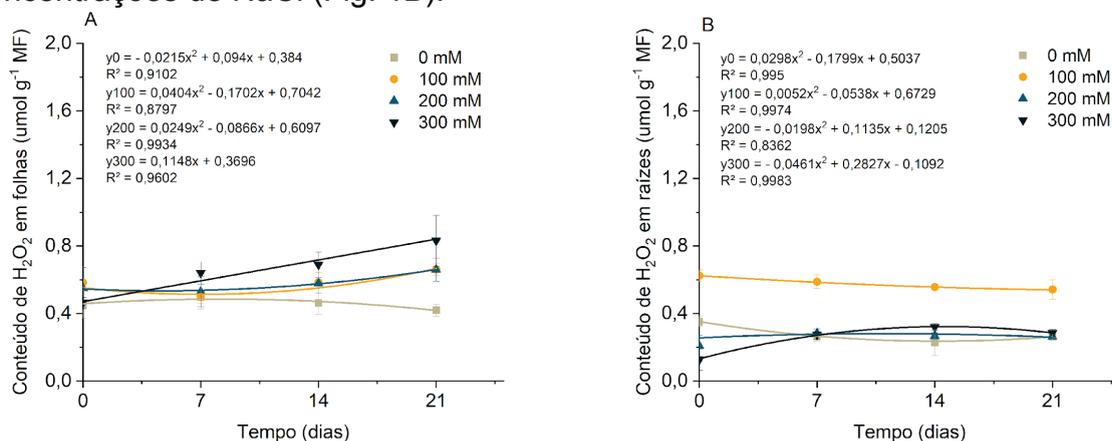


Figura 1 - Conteúdo de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) na parte aérea (A) e raízes (B) de plantas de *Alternanthera maritima*, submetidas a diferentes concentrações de NaCl por 0, 7, 14 e 21 dias em sistema de cultivo hidropônico.

De acordo com a Figura 2 é possível observar que o conteúdo de malondialdeído (MDA) em folhas (Fig. 2A) ao longo do tempo e concentrações de NaCl não demonstraram diferença significativa em relação ao seu controle. Por outro lado, em raízes (Fig. 2B), uma resposta linear e significativa no conteúdo de MDA pôde ser observada ao longo do tempo para o tratamento de 100 mM de NaCl. Quando as plantas foram submetidas às demais concentrações de NaCl, não foi observada diferença significativa ao longo do tempo.

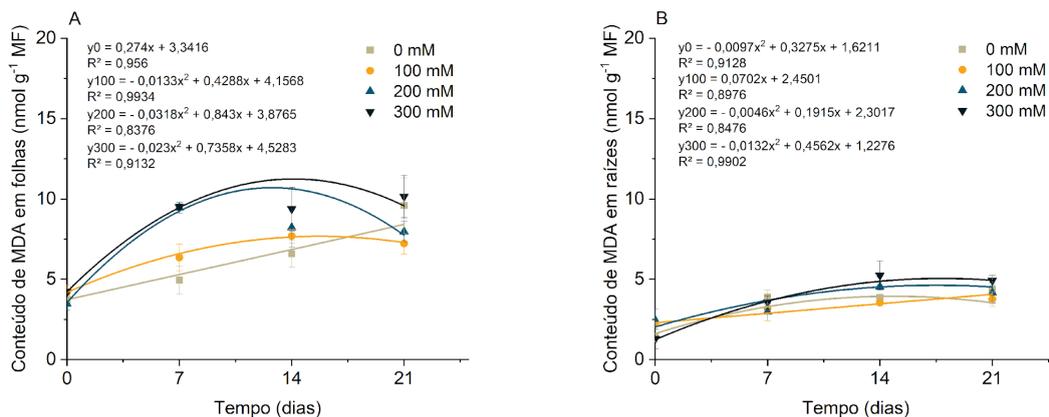


Figura 2 - Conteúdo de malondialdeído (MDA) na parte aérea (A) e raízes (B) de plantas de *Alternanthera maritima*, submetidas a diferentes concentrações de NaCl por 0, 7, 14 e 21 dias em sistema de cultivo hidropônico.

Diferentes estratégias fisiológicas, bioquímicas e moleculares estão sendo adaptadas por plantas para lidar com altos conteúdos intracelulares de íons tóxicos, e nossos resultados demonstram que não houve um conteúdo de H₂O₂ e MDA tão significativo em plantas de *A. maritima* ao longo do tempo e submetida a diferentes concentrações de NaCl. As plantas, sobretudo plantas halófitas, induzem um sistema bastante eficiente de defesa antioxidante enzimático e não-enzimático para a eliminação de EROs, além de modificações estruturais da composição da membrana, alterações na celulose, hemicelulose, lignina e componentes de pectina.

Sabe-se também, que espécies tolerantes ao sal apresentam eficientes mecanismos/transportadores específicos para a exclusão e/ou compartimentalização de íons tóxicos em vacúolos. Esta sendo uma estratégia interessante para aliviar o estresse, promover a osmorregulação da célula, e permitir o crescimento e desenvolvimento eficaz da espécie.

4. CONCLUSÃO

Podemos observar através deste estudo que, mesmo a espécie *Alternanthera maritima* seja exposta a altas concentrações de cloreto de sódio, não ocorre acúmulo de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) e malondialdeído (MDA), demonstrando a interessante adaptabilidade e potencial tolerância ao sal. Outros estudos com intuito de investigar o sistema antioxidante enzimático e não enzimático, além da capacidade da espécie em compartimentalizar, excluir sódio, e o potencial de *A. maritima* na fitorremediação de solos salinos, são de grande importância para aprofundar os conhecimentos nesta espécie e em estudos relativos a tolerância salina.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOSE J.; Rodrigo-Moreno A.; Shabala S. Homeostase de ROS em halófitas no contexto de tolerância ao estresse salino. *J. Exp. Robô.* 2014; 65 :241–1257.
- FERNANDES, P.D.; GHEYI, H. R.; ANDRADE, E. P.; MEDEIROS, S. S. **Biossalinidade e produção agrícola.** In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. Manejo da salinidade na agricultura. Fortaleza, INCT Sal, 2010. 472p.
- HASANUZZAMAN, M.; NAHAR, K.; ALAM, Md. M. et al. (2014). Potential Use of Halophytes to Remediate Saline Soils. **BioMed Research International**, p. 1-12, 2014.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water-culture method for growing plants without soil. **California Agricultural Experimental Station**, n. 347, 1938.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal.** São Carlos/SP: Rima Arts e Textos, 2000. 531 p. 2000.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v. 15, p. 473-497, 1962.
- NOCTOR, G.; FOYER, C. H. Ascorbate and glutathione: Keeping Active Oxygen Under Control. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 49, n. 1, p. 249-279, 1998.
- RAZA, A.; RAZZAQ, A.; MEHMOOD, S. et al. Impact of Climate Change on Crops Adaptation and Strategies to Tackle Its Outcome: A Review. **Plants**, v. 8, n. 2, p. 34, 2019.
- REGINATO et al., Physiological responses of a halophytic shrub to salt stress by Na₂SO₄ and NaCl: oxidative damage and the role of polyphenols in antioxidant protection. **AoB Plants**, v. 6, 2014.
- ROY, S. J.; NEGRÃO, S.; TESTER, M. Salt resistant crop plants. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 26, p. 115-124, 2014.
- SCHNEIDER, C. D.; OLIVEIRA, A. R. de. Radicais livres de oxigênio e exercício: mecanismos de formação e adaptação ao treinamento físico. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 10, n. 4, p. 308-313, 2004.
- VAN ZELM, E.; ZHANG, Y.; TESTERINK, C. Salt Tolerance Mechanisms of Plants. **Annual Review of Plant Biology**, v. 71, n. 1, p. 403-433, 2020.