

MECANISMOS FISIOLÓGICOS ENVOLVIDOS NA TOLERÂNCIA À SALINIDADE EM PLANTAS DE *Alternanthera maritima*

CHRISLAINE RITTER¹; LILIANE SILVEIRA VARNES²; TATIANE
ROSSATTO²; PRISCILA ARIANE AULER²; MARCELO NOGUEIRA DO
AMARAL²; EUGENIA JACIRA BOLACEL BRAGA³

¹PPGFV – Universidade Federal de Pelotas – chrislaineritter@hotmail.com

²PPGFV – Universidade Federal de Pelotas – liliane.varnes@outlook.com

³PPGFV – Universidade Federal de Pelotas – jacirabraga@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Diariamente as plantas são expostas a vários ambientes estressores que podem prejudicar o desempenho e sobrevivência das culturas, sendo a salinidade um dos mais prejudiciais e o foco das pesquisas atualmente, por induzir várias alterações na fisiologia e metabolismo das plantas, que vão desde estresses de origem osmótica e iônica, podendo levar a planta à morte (GUPTA; HUANG, 2014; DARKO et al., 2019; ANAMI; MALVADE; PALAIAH, 2019). Atualmente solos afetados pelo sal ganharam uma grande preocupação mundial, visto que a disponibilidade de terras cultiváveis está reduzindo de 1-2% ao ano e solos condenados por salinidade estão aumentando (HOSSAIN, 2019).

Diante deste cenário, onde solos e água de irrigação encontram-se comprometidos devido à salinização, técnicas sustentáveis e de baixo custo como a fitorremediação têm sido intensivamente estudadas. Essa técnica consiste na utilização de plantas ou outros microrganismos como agentes de purificação em ambientes aquáticos ou terrestres com altas concentrações de sal (LONE et al., 2008).

As plantas quanto à tolerância salina podem ser divididas em glicófitas, que são extremamente sensíveis à salinidade, que inclui a maioria das grandes culturas, à exemplo do arroz, e as plantas halófitas, que conseguem se desenvolver e muitas vezes completar seu ciclo de vida em ambientes com altas concentrações de sais (WU, 2018).

Dentre as plantas que possivelmente possuem tolerância à salinidade, encontra-se a espécie *Alternanthera maritima*, pertencente à família Amaranthaceae, sendo uma espécie típica do bioma pampa. Tendo em vista a problemática da salinidade no desenvolvimento de muitas culturas, sobretudo na cultura do arroz, principalmente na região sul do Brasil onde as lavouras são irrigadas com a água da Laguna dos Patos, que, por sua vez, é salinizada pela água do mar, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a tolerância à salinidade das plantas de *A. maritima* e dos seus mecanismos fisiológicos envolvidos, e a partir destas respostas, avaliar seu potencial fitorremediador em solos contendo altas concentrações de cloreto de sódio.

2. METODOLOGIA

Plantas de *A. maritima* advindas do cultivo in vitro foram aclimatadas em casa de vegetação por 40 dias e após este período, transferidas para um sistema de cultivo hidropônico do tipo *floating*, em bandejas plásticas, sendo as tampas das bandejas compostas de dois furos para a sustentação das plantas. As plantas

permaneceram nessa condição, imersas em solução nutritiva de Hoagland: Arnon (1938), meia força, sob pH 5,0 e com bombas para a oxigenação da solução por 23 dias.

Posteriormente as plantas passaram a receber além da solução nutritiva, diferentes concentrações de cloreto de sódio (NaCl) para indução do estresse salino. Para isso, foram estabelecidos seis tratamentos, sendo um grupo controle, sem adição de NaCl, e outros cinco tratamentos representados pelas concentrações de 100 mM, 150 mM, 200 mM, 250 mM e 300 mM de NaCl. Cada tratamento foi composto por cinco repetições, sendo cada repetição representada por uma bandeja plástica com duas plantas. A solução nutritiva com cloreto de sódio (NaCl) foi trocada semanalmente e as plantas foram mantidas em casa de vegetação com umidade relativa do ar de 70%, temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$. A condutividade elétrica da solução foi aferida a cada 48 horas mediante a utilização de um condutivímetro portátil (Corning/CD-30).

Após 55 dias nos tratamentos, as plantas foram coletadas e avaliada a condutância estomática, utilizando porômetro foliar (Decagon Devices Pullman, WA), o conteúdo relativo de água, mediante a relação entre a diferença de massa fresca e seca, e a diferença da massa túrgica e seca, e o conteúdo de pigmentos aferido em espectrofotômetro nos comprimentos de onda 663 nm (clorofila *a*), 645 nm (clorofila *b*) e 470 nm (carotenoides).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), e os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico SISVAR.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conteúdo relativo de água (Figura 1A) não demonstrou diferença significativa ($P > 0,05$) conforme o aumento nas concentrações de cloreto de sódio (NaCl). Já com relação a condutância estomática (g_s), é possível observar na Figura 1B, um incremento significativo logo na concentração de 100 mM de NaCl, atingindo um valor de $154,71 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. As demais concentrações não diferiram estatisticamente entre si e da concentração de 100 mM de NaCl.

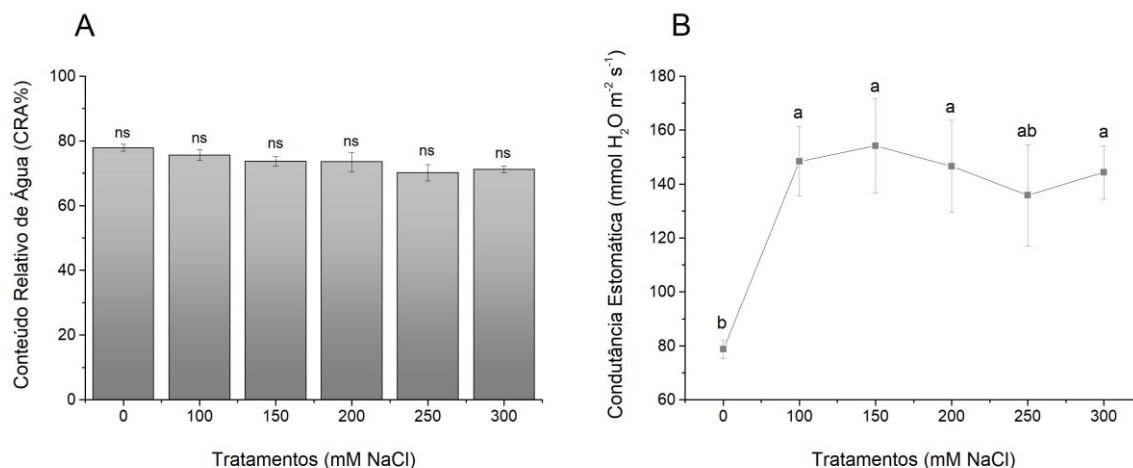


Figura 1 - Conteúdo relativo de água (CRA) (A) e Condutância estomática (g_s) (B) em plantas de *Alternanthera maritima*, submetidas a diferentes concentrações de NaCl. Letras minúsculas

diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos de acordo com o teste de Tukey ($P < 0.05$). *ns: não significativo.

Para a concentração de pigmentos (Figura 2), não houve diferença significativa no acúmulo de clorofila e carotenoides nas diferentes concentrações de NaCl em plantas de *A. maritima*.

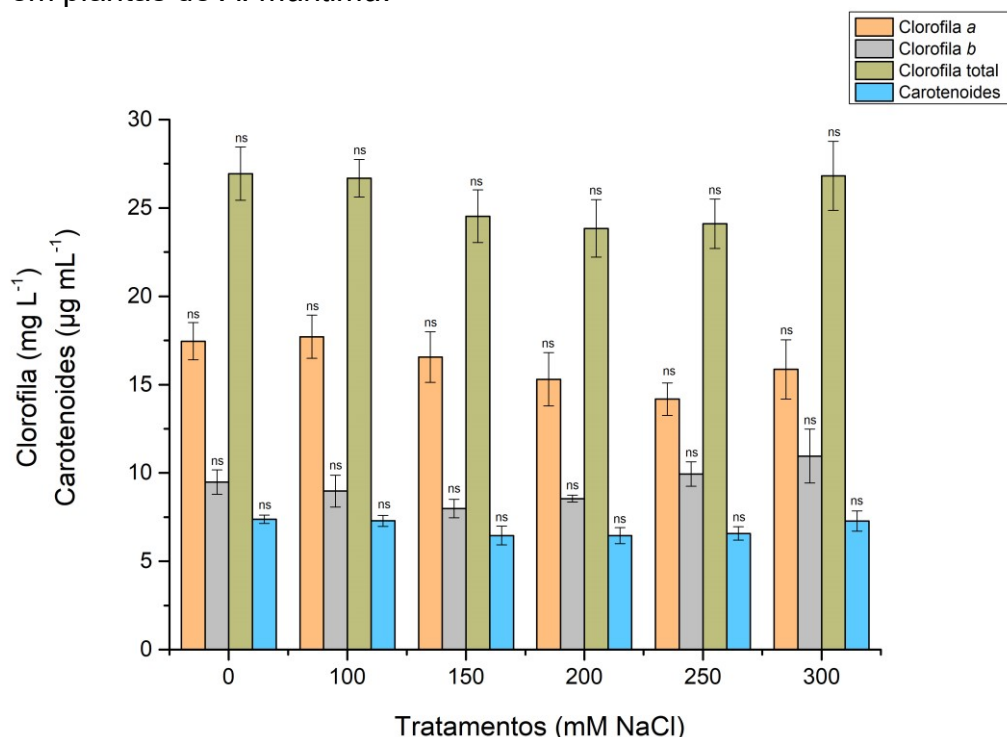


Figura 2 – Conteúdo de clorofila e carotenoides em plantas de *Alternanthera maritima*, submetidas a diferentes concentrações de NaCl. ns: não significativo

Devido à importância do CRA nos processos fisiológicos das plantas, os resultados obtidos por *A. maritima* para esta variável, foram interessantes, demonstrando uma maior tolerância desta espécie ao NaCl. Essa maior tolerância é possível devido a ativação de mecanismos de ajustamento osmótico que permite manter o conteúdo de água das folhas e consequentemente a condutância estomática, conforme a Figura 1, o que pode permitir uma boa assimilação de CO₂ (substrato para a produção de energia), manutenção das taxas fotossintéticas e acúmulo de biomassa.

Para que a condutância estomática ocorra, esta depende diretamente das condições hídricas dos tecidos, e que neste estudo se manteve em alta mesmo sob altas concentrações de NaCl. Diante disso, a condutância estomática também manteve sua atividade, apresentando inclusive um acréscimo significativo em relação ao controle, o que são resultados promissores.

O conteúdo de pigmentos como clorofila e carotenoides (Figura 2), também não foi comprometido pela alta concentração de NaCl, demonstrando que não houve interferência na sua biossíntese. De forma geral, em plantas sensíveis, ocorre o comprometimento da biossíntese destes pigmentos, afetando a captação e transferência de energia luminosa e de excitação ao complexo fotossistema II, o que compromete todo o aparato fotossintético e crescimento destas plantas (STOBART et al., 1985).

4. CONCLUSÕES

Após a realização das análises fisiológicas, foi possível observar que plantas de *Alternanthera maritima* conseguem se desenvolver normalmente até a concentração de 300 mM de NaCl, sem prejuízos significativos nos parâmetros avaliados, o que é uma resposta interessante visando testar a capacidade fitorremediadora desta espécie.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANAMI, B.S.; MALVADE, N.N.; PALAIAH, S. Classification of yield affecting biotic and abiotic paddy crop stresses using field images. **Information Processing in Agriculture**, v. 7, n. 2, p. 272-285, 2020. DOI: 10.1016/j.inpa.2019.08.005

DARKO, E.; VÉGH, B.; KHALIL, R.; MARČEK, T.; SZALAI, G.; PÁL, M.; JANDA, T. Metabolic responses of wheat seedlings to osmotic stress induced by various osmolytes under iso-osmotic conditions. **Plos One**, v. 14, n. 12, e0226151, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226151>

GUPTA, B.; HUANG, B. Mechanism of Salinity Tolerance in Plants: Physiological, Biochemical, and Molecular Characterization. **International Journal of Genomics**, p. 1-18, 2014. DOI: 10.1155/2014/701596

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. The water-culture method for growing plants without soil. **California Agricultural Experimental Station**, n. 347, 1938.

HOSSAIN, Md. S. Present scenario of global salt affected soils, its management and importance of salinity research. **International Research Journal of Biological Sciences**, v. 1, n. 1. 2019

LONE, M. I.; HE, Z.; STOFFELLA, P.J.; YANG, X. Phytoremediation of heavy metal polluted soils and water: Progresses and perspectives. **Journal of Zhejiang University SCIENCE B**, v. 9, n. 3, p. 210-220, 2008. DOI: 10.1631/jzus.b0710633

STOBART, A.; GRIFFITHS, W.; AMEEN-BUKHARI, I.; SHERWOOD, R. The effect of Cd²⁺ on the biosynthesis of chlorophyll in leaves of barley. **Physiologia Plantarum**, v. 63, 293–298, 1985. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1985.tb04268.x>

WU, H.; ZHANG, X.; GIRALDO, J.P.; SHABALA, S. It is not all about sodium: revealing tissue specificity and signaling roles of potassium in plant responses to salt stress. **Plant Soil**, v. 431, p. 1-17, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-018-3770-y>