

## USO DE GLICINA BETAÍNA PARA MITIGAR OS DANOS DO ESTRESSE SALINO EM ARROZ

GIULLIA CHIATTONE CORVELLO DE FREITAS FERREIRA ALVES<sup>1</sup>; TAÍS DA ROSA TEIXEIRA<sup>2</sup>; GIOVANA GIAMPAOLI FERREIRA<sup>3</sup>; CHARISMA PRIETTO DE MEDEIROS ALLES<sup>4</sup>; CHRISLAINE YONARA SCHOENHALS RITTER<sup>5</sup>; EUGENIA JACIRA BOLACEL BRAGA<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – giulliachiattone@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – taisteixeira1408@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – ferreiragiovana394@gmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – charismalles@gmail.com

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – chrislaineritterys@gmail.com

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas – jacirabraga@hotmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.), alimento básico para grande parte da população mundial, apresenta elevada sensibilidade à salinidade, sobretudo nos estádios iniciais e reprodutivos, o que compromete seu crescimento, metabolismo e rendimento (CARMONA *et al.*, 2009; SACKKEY *et al.*, 2025; KHAN *et al.*, 2025). Esse tipo de estresse resulta do acúmulo de sais solúveis no solo, condição caracterizada por condutividade elétrica superior a 4 dS m<sup>-1</sup>, sódio trocável acima de 15% e pH inferior a 8,5 (JESUS; BORGES, 2020), afetando atualmente cerca de 1,4 bilhão de hectares em todo o mundo (FAO, 2024).

A salinidade pode ter origem natural, como o intemperismo de rochas e a intrusão marinha, ou secundária, decorrente de práticas agrícolas inadequadas, como irrigação mal manejada e drenagem insuficiente (RENGASAMY, 2006). No Rio Grande do Sul, áreas próximas à Lagoa dos Patos enfrentam risco crescente de salinização em decorrência da combinação de intrusão salina, provocada pela influência das marés e ventos, e de práticas agrícolas inadequadas. Esse cenário favorece o acúmulo de sais no solo, com aumento do sódio trocável e da condutividade elétrica, comprometendo a fertilidade, a estrutura física do solo e a produtividade do arroz irrigado, principal cultura da região (SCHMIDT; FILHO, 2017).

Além de reduzir a absorção de água e nutrientes, a salinidade provoca intenso estresse oxidativo, caracterizado pelo acúmulo de espécies reativas de oxigênio (EROs), aumento do peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) e intensificação da peroxidação lipídica, evidenciada por altos teores de malondialdeído (MDA), que comprometem a integridade das membranas celulares e afetam processos metabólicos essenciais. Para mitigar tais efeitos, diferentes mecanismos são ativados, como a produção de glicina betaína (GB), um osmoprotetor de destaque, devido a sua capacidade de estabilizar estruturas celulares, regular a homeostase hídrica e iônica e potencializar a ação do sistema antioxidante (CAPARRÓS *et al.*, 2020; ZHOU *et al.*, 2020; RISEH *et al.*, 2021). Diante desse cenário, o presente estudo busca avaliar a aplicação exógena de glicina betaína na mitigação do estresse oxidativo em plantas de arroz sob salinidade, considerando H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, MDA e resposta antioxidante.

## 2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado com arroz cv. IRGA 424 RI, cultivado em vasos contendo areia e irrigado com solução nutritiva completa de Hoagland; Arnon (1938). Foram comparadas diferentes estratégias de aplicação de glicina betaína (GB): pré-tratamento das sementes (0, 50 e 100 mM), pulverização foliar (0 e 50 mM) e a combinação de ambos, visando avaliar a eficácia dessa técnica na mitigação dos efeitos do estresse salino. Para a primeira etapa, sementes desinfestadas (hipoclorito de sódio 1%) foram submetidas ao pré-tratamento com GB nas três concentrações definidas por 24 horas e, posteriormente, germinadas em câmara de crescimento (BOD) por 14 dias. Após este período foram realizados alguns testes de germinação para analisar qual a dosagem mais benéfica para o estabelecimento inicial da cultura. Ao atingirem o estágio de plântulas, aquelas submetidas a 0 ou 50 mM de GB foram transplantadas para vasos, com cinco plantas por unidade, e cultivadas até o estágio vegetativo V5. Nesse estágio, as plantas foram expostas à salinidade (0 ou 150 mM NaCl) e receberam pulverizações foliares com GB (0 ou 50 mM) a cada cinco dias, durante um período de 14 dias. O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema trifatorial ( $2 \times 2 \times 2$ ), sendo: Pré-tratamento da semente (P0 e P1)  $\times$  Pulverização foliar com GB (GB0 e GB1)  $\times$  Salinidade (S0 e S1), com cinco repetições, totalizando oito tratamentos (P0GB0S0, P0GB0S1, P0GB1S0, P0GB1S1, P1GB0S0, P1GB0S1, P1GB1S0 e P1GB1S1). Foram avaliados os teores de malondialdeído (MDA) e peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) na parte aérea e raiz uma vez que esses marcadores bioquímicos permitem mensurar a intensidade do estresse oxidativo e verificar a eficiência da glicina betaína na proteção celular sob condições de salinidade. Os dados foram submetidos à ANOVA trifatorial, teste de Tukey com significância de 5% ( $P \leq 0,05$ ).

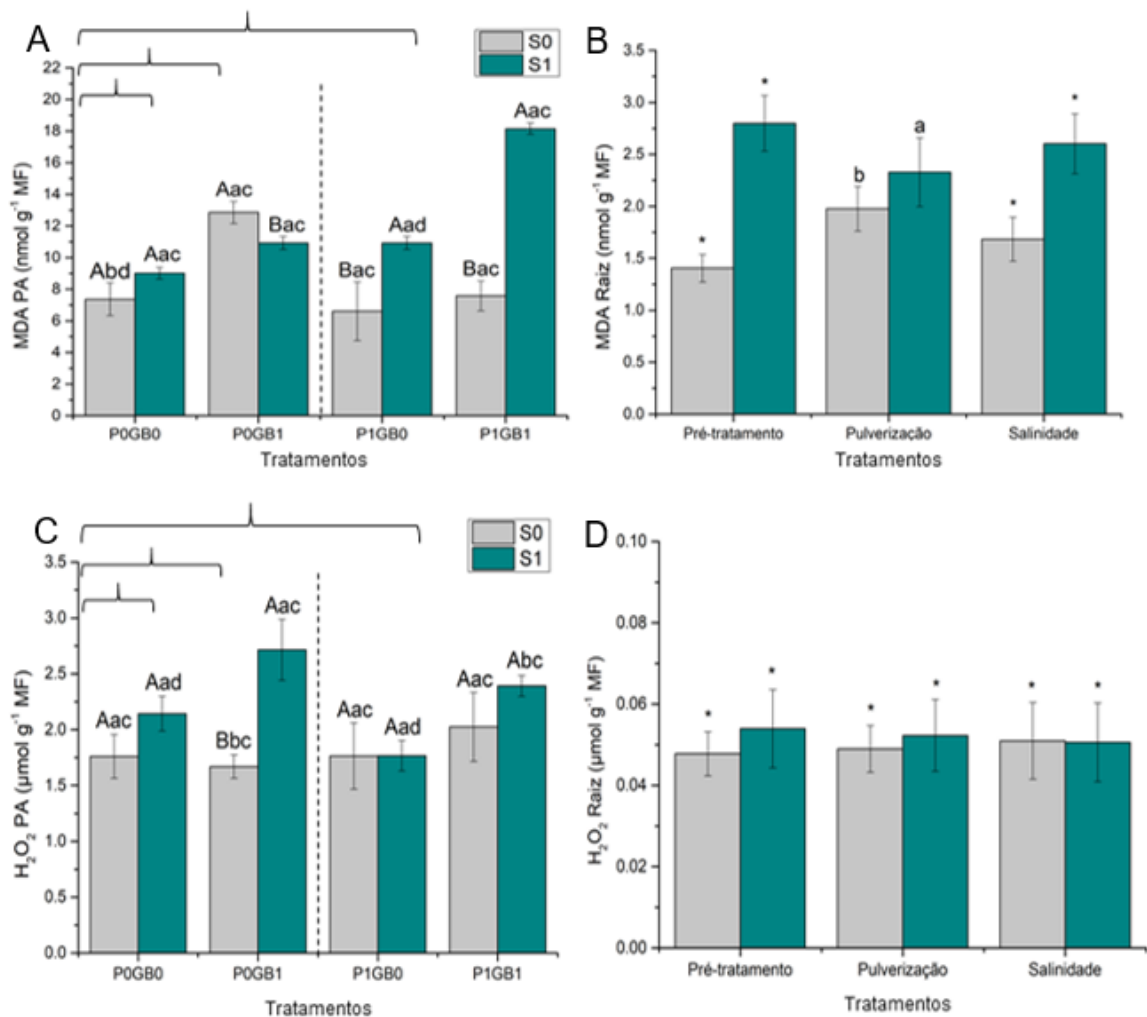
## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos testes realizados, observou-se que a salinidade promoveu aumentos expressivos nos teores de malondialdeído (MDA) e peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) tanto na parte aérea quanto nas raízes, indicando intensificação da peroxidação lipídica e do estresse oxidativo.

Na parte aérea, a aplicação de glicina betaína (GB), tanto via pulverização foliar quanto via pré-tratamento na semente, não proporcionou proteção consistente. Em alguns casos, especialmente na combinação de pré-tratamento e aplicação foliar sob salinidade, os níveis de MDA e  $H_2O_2$  foram ainda maiores, sugerindo efeito paradoxal possivelmente relacionado a desequilíbrios osmóticos ou à indução de espécies reativas de oxigênio como sinalização. Sem pré-tratamento, a pulverização de GB sob salinidade elevou o MDA e  $H_2O_2$  em relação ao controle, indicando que a GB não reduziu o estresse e, com pré-tratamento, os valores de MDA incrementaram em condições salinas, reforçando que a proteção foi limitada.

Na raiz, os níveis de  $H_2O_2$  permaneceram estáveis, embora tenha ocorrido aumento na peroxidação lipídica, indicando que esse órgão apresentou maior controle do metabolismo de EROS em comparação à parte aérea. Esses resultados sugerem que, embora a GB possa atuar na mitigação do estresse, sua eficácia depende do órgão, da concentração e da interação com o pré-tratamento, sendo mais limitada sob condições de salinidade intensa.

Figura 1 - Teor de malondialdeído parte aérea (A) e raiz (B) e Peróxido de hidrogênio parte aérea (C) e raiz (D) em plantas de arroz, cultivar IRGA 424 RI, submetidas a *pré-tratamento* na semente, aplicação foliar de Glicina Betaína e a condição de salinidade no estágio V5. *Pré-tratamento* (P0 - 0 mM e P1 - 50 mM de GB), pulverização foliar (GB0 - 0 mM e GB1 - 50 mM de GB) e condição salina (S0 - 0 mM e S1 - 150 mM de NaCl). Na Parte Aérea: Letras maiúsculas iguais não diferem entre si na comparação entre condições salinas (S0 e S1) dentro do mesmo grupo de tratamento (interação entre *pré-tratamento* e pulverização). \*\*Letras minúsculas (a e b) comparam o efeito da pulverização (GB0 e GB1) dentro de cada condição de *pré-tratamento* e salinidade. \*\*\*Letras minúsculas (c e d) indicam diferenças entre os tratamentos com e sem *pré-tratamento* (P0 e P1) dentro da mesma combinação de pulverização (GB) e salinidade (S). Na raiz: *Pré-tratamento* (P0 - 0 mM e P1 - 50 mM de GB), pulverização foliar (GB0 - 0 mM e GB1 - 50 mM de GB) e condição salina (S0 - 0 mM e S1 - 150 mM de NaCl). \* Letras minúsculas comparam presença e ausência isoladamente dentro de cada tratamento: *pré-tratamento*, pulverização e salinidade. Símbolo (\*) indica não significativo (Teste de Tukey  $p \leq 0.05$ ).



#### 4. CONCLUSÕES

A glicina betaína atenua parcialmente os efeitos da salinidade em arroz mas, nas variáveis analisadas relacionadas ao estresse oxidativo, não foi eficiente. Na parte aérea, tanto o malondialdeído quanto o peróxido de hidrogênio aumentaram sob salinidade, e a GB, isoladamente ou em combinação com *pré-tratamento*, não conseguiu reduzir esses indicadores, sendo observados, em alguns casos, até aumentos nos níveis de MDA e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Na raiz, os valores de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> permaneceram estáveis, enquanto o MDA apresentou elevação com a pulverização de GB,

evidenciando dano oxidativo. Dessa forma, embora a GB possa contribuir para a manutenção de algumas funções fisiológicas, sua eficácia isolada ou em associação com pré-tratamento foi limitada frente ao estresse salino, destacando a necessidade de estudos bioquímicos adicionais para elucidar seus mecanismos de ação relacionados à atividade antioxidante e à homeostase iônica.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARMONA, F. de C. *et al.* Estabelecimento do arroz irrigado e absorção de cátions em função do manejo da adubação potássica e do nível de salinidade no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 2, p. 371–383, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000200015>.

FAO. **Global status of salt-affected soils: main report**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2024. Acessado em 19 ago. 2025. Online. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb9910en/cb9910en.pdf>.

GARCÍA-CAPARRÓS, P. *et al.* Effects of exogenous application of osmotic adjustment substances on growth, pigment concentration, and physiological parameters of *Dracaena sanderiana* under different levels of salinity. **Agronomy**, v. 10, n. 1, p. 125, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10010125>.

JESUS, J. J.; BORGES, M. T. B. Salinização de solos em Portugal. **Revista de Ciência Elementar**, v. 8, n. 3, 2020. DOI: <https://doi.org/10.24927/rce2020.047>.

KHAN, F. H. *et al.* Involvement of reactive carbonyl species in inhibition of germination and seedling growth by salt stress in rice. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, 2025. <https://doi.org/10.1093/bbb/zba062>.

RENGASAMY, P. World salinization with emphasis on Australia. **Journal of Experimental Botany**, v. 57, n. 5, p. 1017-1-23, 2006. <https://doi.org/10.1093/jxb/erj108>.

RISEH, R. S., *et al.* Salinity stress: toward sustainable plant strategies and using plant growth-promoting rhizobacteria encapsulation for reducing it. **Sustainability**, v. 13, n. 22, p. 12758, 2021. <https://doi.org/10.3390/su132212758>.

SACKEY, O. K. *et al.* A comprehensive review on rice responses and tolerance to salt stress. **Frontiers in Plant Science**, v. 16, 2025. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1561280>.

SCHMIDT, R., FILHO, A. C. Salinização na planície costeira do Rio Grande do Sul: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2017.

ZHOU, H. *et al.* Insights into plant salt stress signaling and tolerance. **Journal of Genetics and Genomics**, v. 51, n. 1, p. 16–34, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.jgg.2023.08.007v>.