

EFEITO DO BIOESTIMULANTE A BASE DE CITOCININA NA ATENUAÇÃO DO ESTRESSE SALINO EM SEMENTES DE ARROZ

**FELIPE DE OLIVEIRA FISCHER¹; GIMENA ARAMI FERNÁNDEZ FACCIOLO²;
ALINE FLORES VILKE³; MATEUS DA SILVEIRA PASA⁴**

¹Universidade Federal de Pelotas – felipeoliveirafischer@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – gimenaaramifernandez@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – alinevilke@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – mateus.pasa@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*) no sul do Rio Grande do Sul é de grande importância econômica e social, representando cerca de 70% da produção nacional (CONAB, 2025). A região apresenta condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo, mas fatores abióticos como a salinização do solo podem comprometer a produtividade e a qualidade dos grãos.

A salinidade, frequente em áreas irrigadas pela Lagoa dos Patos e Lagoa Mirim, reduz a disponibilidade de nutrientes e provoca queda significativa no rendimento, sobretudo quando a condutividade elétrica do extrato saturado (CEes) ultrapassa 4,0 dS m⁻¹ (CARMONA; ANGHINONI; WEBER, 2011).

O tratamento de sementes é uma alternativa promissora para mitigar estresses, pois melhora o estabelecimento inicial da cultura e a uniformidade da emergência (ELLI et al., 2022). Entre os compostos aplicados, destacam-se os bioestimulantes, que atuam na divisão celular, absorção de nutrientes e tolerância a condições adversas (TAIZ et al., 2017).

As citocininas, em especial, têm mostrado efeitos positivos na germinação e no vigor inicial de sementes (FARIA et al., 2021). No entanto, ainda são escassos os estudos sobre seu uso no tratamento de sementes de arroz sob estresse salino. Assim, este trabalho avaliou o efeito de um bioestimulante à base de citocinina na germinação de sementes de arroz submetidas a diferentes níveis de salinidade.

2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPel).

Foram utilizadas sementes de arroz da cultivar Pampa, submetidas ao tratamento com um bioestimulante cuja formulação contém 6-benzilaminopurina (citocinina) na concentração de 24,0 g/L, além de outros componentes que totalizam 949,5 g/L. As doses aplicadas foram estabelecidas em 0; 0,1; 0,15 e 0,20 mL, considerando-se a concentração da citocinina presente no produto (Tabela 1).

Tabela 1. Concentrações de citocinina nas diferentes dosagens do bioestimulante aplicado no tratamento de sementes de arroz cv. Pampa.

Dose (mL)	Citocinina (mg)
0	0
0,1	2,4
0,15	3,16
0,2	4,8

Para a realização dos tratamentos, as sementes foram distribuídas em sacos plásticos individuais, correspondentes a cada dose aplicada. A calda foi previamente distribuída no fundo de cada saco de polietileno e, em seguida, as sementes foram agitadas até completa homogeneização. Posteriormente, foram transferidas para caixas de papelão e mantidas à temperatura ambiente de 25°C por 24 horas, a fim de possibilitar a secagem da calda antes da utilização nas avaliações fisiológicas.

O efeito dos tratamentos foi avaliado por meio do teste de germinação, utilizando-se 200 sementes por tratamento, divididas em quatro subamostras de 50 sementes. As sementes foram dispostas em rolos de papel germitest, previamente umedecidos com soluções salinas de NaCl nas concentrações de 0 e 150 mM L⁻¹, em volume equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram mantidos em germinador regulado a 25 °C, e as avaliações foram realizadas aos 14 dias após a semeadura, considerando-se apenas as plântulas normais, de acordo com os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 × 2, com quatro repetições. O fator A correspondeu às doses do bioestimulante (0; 0,1; 0,15 e 0,20 mL), enquanto o fator B representou as concentrações de NaCl (0 e 150 mM L⁻¹). Os dados foram testados quanto à homogeneidade de variâncias e submetidos à análise de variância (ANOVA, $p \leq 0,05$). Quando identificadas diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R.

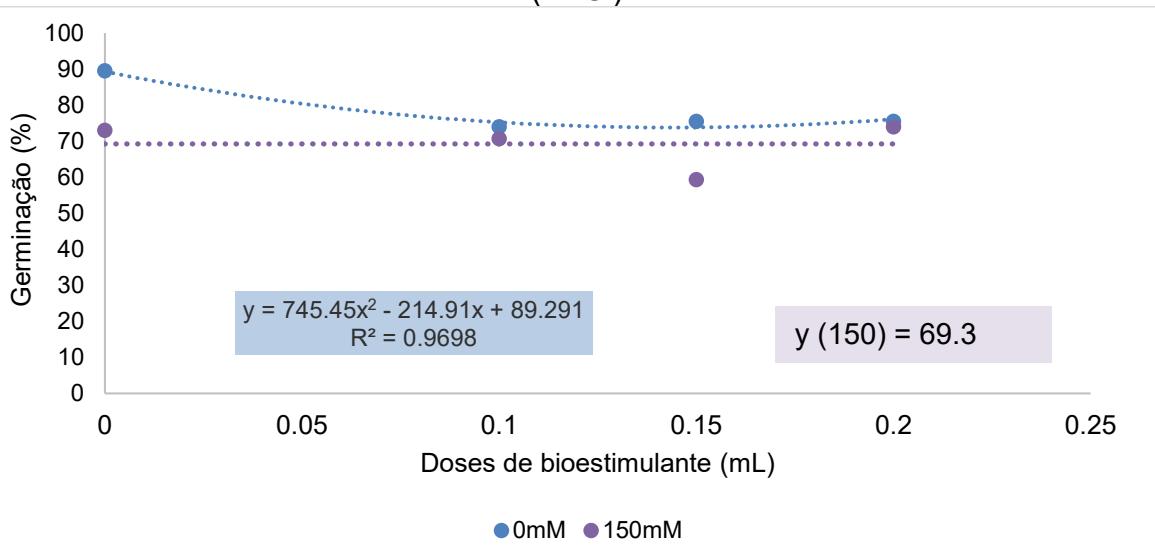
2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável germinação, verificou-se interação significativa ($p \leq 0,05$) entre os fatores doses de bioestimulante e níveis de salinidade. Os resultados demonstram que o estresse salino foi um fator preponderante na inibição da germinação das sementes de trigo, enquanto o bioestimulante à base de citocinina modulou positivamente este processo apenas na condição sem estresse.

Na ausência de salinidade (0 mM NaCl), as doses do bioestimulante apresentaram um comportamento quadrático (Figura 1). Observou-se um aumento na porcentagem de germinação com doses intermediárias do produto. Este resultado sugere que a citocinina, em dosagens adequadas, pode estimular os processos fisiológicos envolvidos na germinação, tais como a mobilização de reservas e a divisão celular do embrião. Pesquisas anteriores suportam estes achados; por exemplo, trabalhos com aplicação de reguladores vegetais em cereais têm demonstrado que citocininas exógenas podem potencializar a germinação em condições ideais (FARIA et al., 2021).

Por outro lado, sob estresse salino elevado (150 mM NaCl), não foi observado um efeito do bioestimulante. A germinação manteve-se reduzida, não diferindo estatisticamente do tratamento controle sem bioestimulante na mesma condição salina. Isso indica que o estresse osmótico e iônico provocado pelo excesso de sais limitou severamente a capacidade do bioestimulante em reverter os danos celulares iniciais. Conforme observado por Silva et al. (2021), a salinidade elevada causa desidratação tecidual e toxicidade iônica, que inibem a atividade enzimática e a reidratação do embrião, processos cruciais que não foram totalmente restaurados pela aplicação de citocinina.

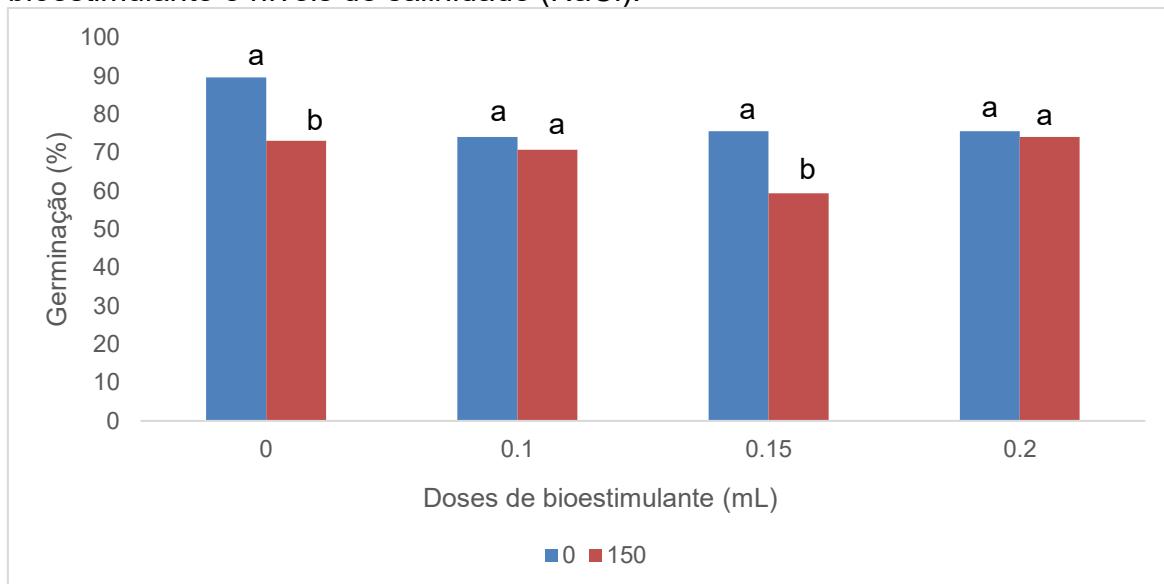
Figura 1 - Germinação de sementes de arroz sob diferentes doses de bioestimulante e níveis de salinidade (NaCl).



Fonte: Autores, 2025

A comparação direta entre os níveis de salinidade dentro de cada dose de bioestimulante confirmou a dominância do fator salino. Para a dose de 0 mL, a germinação foi claramente superior na condição sem sal. O mesmo padrão repetiu-se para a dose de 0,15 mL, onde a ausência de salinidade resultou numa germinação significativamente mais alta. Estes resultados corroboram a noção de que a tolerância à salinidade durante a germinação é um desafio fisiológico complexo que não foi superado pela aplicação exógena de citocinina nas condições deste estudo (SHABALA; MUNNS, 2017).

Figura 2 - Germinação de sementes de arroz sob diferentes doses de bioestimulante e níveis de salinidade (NaCl).



Fonte: Autores, 2025

A inefetividade do bioestimulante sob estresse salino severo pode estar relacionada ao facto de que a germinação é um processo governado por um balanço hormonal muito específico, que é profundamente perturbado pela salinidade. Embora as citocininas possam promover a germinação em condições

ótimas, sua ação pode ser insuficiente para contrabalançar a severidade do estresse abiótico nesta fase.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que o bioestimulante à base de citocinina aumentou a germinação de sementes de trigo na condição sem sal, mas não reduziu os efeitos negativos do estresse salino severo durante o processo germinativo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARMONA, F. C.; ANGHINONI, I.; WEBER, E. J. **Salinidade da água e do solo e seus efeitos sobre o arroz irrigado no Rio Grande do Sul**. Cachoeirinha: IRGA, 2011. 54 p. (Boletim Técnico, n. 10). Disponível em: https://multimidia.ufrgs.br/conteudo/labgeo-ecologia/Arquivos/Publicacoes/Periodicos/2011/Carmona_et_al_2011_Boletim_IRGA_10.pdf. Acesso em: 21 ago. 2025.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos – v. 12, safra 2024/25, n. 10: décimo levantamento, julho 2025**. Brasília, DF: Conab, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos/10o-levantamento-safra-2024-25/e-book_boletim-de-safras-10o-levantamento-2025.pdf. Acesso em: 18 ago. 2025.
- ELLI, Elvis Felipe; MONTEIRO, Gean Charles; KULCZYNSKI, Stela Maris; CARON, Braulio Otomar; QUEIRÓZ DE SOUZA, Velci. **Potencial fisiológico de sementes de arroz tratadas com biorregulador vegetal**. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 47, n. 2, p. 366–373, abr./jul. 2016. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195344325018>. Acesso em: 23 ago. 2025.
- FARIA, J. C. et al. **Reguladores vegetais na germinação de sementes de trigo**. Revista de Agricultura Neotropical, v. 8, n. 2, p. e3456, 2021. Disponível em: <https://www.revistas.ufgd.edu.br/index.php/agricultura/article/view/3456>.
- MUNNS, R.; TESTER, M. **Mechanisms of salinity tolerance**. Annual Review of Plant Biology, v. 59, p. 651–681, 2008. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>.
- SHABALA, S.; MUNNS, R. **Salinity stress: physiological constraints and adaptive mechanisms**. Crop Physiology, v. 2, p. 24-63, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780124171046000033>.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.