



## GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE MORINGA (*Moringa oleifera* Lam.) SOB ESTRESSE SALINO

Breno Eduardo Almeida Pimenta<sup>1\*</sup>, Aline Vanessa Avelino de Freitas<sup>1</sup>, Celianne Valéria Ferreira de Oliveira Duarte<sup>1</sup>, Pablo Ferreira da Silva<sup>1</sup>, Iracema de Azevedo Monte Paiva<sup>1</sup>, Talissa da Conceição Eutério<sup>1</sup>, Daise Feitoza da Rocha<sup>1</sup>, Emanuele Lucas Moura<sup>1</sup>, Marcos Ilson de Oliveira Teixeira<sup>1</sup>, Clárisse Pereira Benedito<sup>1</sup>

Universidade Federal Rural do Semi-Árido<sup>1</sup>

\*breno.pimenta@alunos.ufersa.edu.br

### RESUMO

Esse trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos negativos que a salinidade pode causar na germinação e vigor de sementes de moringa. Para isso, o experimento foi realizado na UFERSA, em Mossoró-RN, sob delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Sementes de moringa foram submetidas a quatro concentrações salinas (0, 3, 6 e 9 dS.m<sup>-1</sup>), preparadas com NaCl. O teste de germinação foi conduzido pelo método do rolo de papel, com o material mantido em câmara de germinação a 25°C e fotoperíodo de 12 horas por 16 dias. Foram avaliados a primeira contagem, a porcentagem de germinação final e o índice de velocidade de germinação (IVG). Por meio da análise de regressão, observou-se que todas as variáveis responderam de forma quadrática à salinidade, com modelos de alto coeficiente de determinação ( $R^2 > 0,83$ ), contrariando a hipótese de um efeito unicamente negativo. Verificou-se que concentrações salinas moderadas foram benéficas, otimizando o vigor e o sucesso germinativo. Contudo, níveis elevados de salinidade se mostraram deletérios, reduzindo drasticamente todos os parâmetros. Este comportamento dual sugere que a salinidade moderada pode induzir um favorável condicionamento osmótico, enquanto o estresse salino elevado impõe severas limitações hídricas e de toxicidade iônica que retardam o metabolismo. A identificação dessa plasticidade adaptativa é de grande importância para o cultivo da espécie em regiões semiáridas, e a partir dos dados, conclui-se que a germinação da moringa é estimulada pela salinidade na faixa de 3,3 a 4,2 dS.m<sup>-1</sup> e inibida por concentrações superiores.

*Palavras-chaves:* Moringaceae, Salinidade, Estresses abióticos

### INTRODUÇÃO

A moringa (*Moringa oleifera* Lam.) é uma espécie arbórea florestal pertencente à família Moringaceae, cujo único gênero é a Moringa (ALMEIDA *et al.*, 2017). No Brasil, seu cultivo vem se intensificando nos últimos anos em função da sua versatilidade de uso, bem como suas propriedades nutricionais. Trata-se de uma espécie rústica de rápido crescimento e necessita de pouca tecnologia para o cultivo, tornando-se uma excelente alternativa para o pequeno e médio produtor, uma vez que possui alto valor agregado e capacidade de adaptação em diversas regiões do país em especial na região Nordeste (SILVA *et al.*, 2020). A principal forma de multiplicação desta espécie é por meio de sementes.

Os principais fatores que interferem na germinação das sementes são disponibilidade de água, temperatura e oxigênio. A salinidade do solo ou da água pode interferir na germinação ao criar um ambiente desfavorável para a absorção de água pelas sementes, devido a diminuição do potencial osmótico. Concentrações elevadas de sais podem provocar estresse hídrico, dificultar a hidratação dos tecidos e inibir processos metabólicos essenciais, resultando em taxas de germinação mais baixas (VILLA *et al.*, 2019).

O estresse salino é um dos fatores ambientais que mais limitam o desenvolvimento e a produção dos plantios florestais, causando danos na sua produtividade, principalmente em função das condições ambientais. Tanto os eventos ambientais do clima, intemperismo, como também a ação antrópica por meio da aplicação de fertilizante com altos teores de sais, manejo inadequado da irrigação pode ocasionar a salinização dos solos e plantas quando em excesso (AMARAL *et al.*, 2023).

Esse trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos negativos que a salinidade pode causar na germinação e

vigor de sementes de moringa.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Coleta e armazenamento do material

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró-RN. Utilizou-se um lote de sementes de *Moringa oleifera* Lam., coletado de aproximadamente três árvores matrizes no campus Oeste da UFERSA em outubro de 2024. O lote foi armazenado em saco plástico sob condições ambientais ( $30^{\circ}\text{C}$ ; U.R 25%) até a instalação do experimento.

### Tratamentos e teste de germinação

Para a simulação do estresse salino, prepararam-se soluções de cloreto de sódio (NaCl) em água destilada, cujos potenciais osmóticos foram ajustados com auxílio de um condutivímetro de bancada para os níveis de 3,0; 6,0 e  $9,0 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ . O tratamento testemunha consistiu no uso de apenas água destilada ( $0,0 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ). O teste de germinação foi instalado utilizando rolos de papel toalha como substrato. Cada rolo, previamente pesado, foi umedecido com as respectivas soluções salinas na proporção de 2,5 vezes o seu peso seco. As sementes foram semeadas sobre duas folhas de papel e cobertas por uma terceira, sendo os rolos acondicionados em sacos plásticos e mantidos em câmara de germinação do tipo B.O.D. a  $25^{\circ}\text{C}$  e fotoperíodo de 12 horas, durante 16 dias.

### Análises realizadas e delineamento experimental

As avaliações foram realizadas da seguinte forma: Germinação (G), correspondente à contagem das plântulas normais ao final do teste (16º dia), com resultados expressos em porcentagem, calculada pela fórmula:

$$G(\%) = \left( \frac{N}{T} \right) \times 100$$

em que: N = número de sementes germinadas ao final do teste; e T = número total de sementes colocadas para germinar (25).

A Primeira Contagem de Germinação (PCG) correspondeu à porcentagem de plântulas normais germinadas no quinto dia após a instalação do teste, sendo um indicativo do vigor das sementes.

O Índice de Velocidade de Germinação (IVG) foi calculado com base nas contagens diárias de plântulas normais até o 16º dia:

$$IVG = \sum \frac{n_i}{T_1}$$

em que:  $n_i$  = número de sementes que germinaram no dia i; e  $T_1$  = tempo (dias) após a instalação do teste.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições de 25 sementes cada. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando significativos, à análise de regressão polinomial, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1A avaliou o vigor inicial das sementes, esse vigor foi significativamente influenciado pelos níveis de salinidade, ajustando-se a um modelo de regressão polinomial ( $y=-0,7778x^2 + 6,4x + 56,2$ ). O coeficiente de determinação ( $R^2=0,8805$ ) indica que 88,05% da variação nos dados pode ser explicada pelo modelo quadrático aplicado. A curva mostra que a primeira contagem aumentou até atingir um ponto de máximo estimado em  $4,11 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , e diminuiu em concentrações mais elevadas como a de  $9,0 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ .

O aumento inicial no percentual da primeira contagem sugere um efeito de condicionamento osmótico, onde baixas concentrações de sais podem ter condicionado as sementes, estimulando o início mais rápido do processo germinativo (TAIZ et al., 2017). A primeira contagem é um forte indicativo de vigor, e esse estímulo inicial pode ser uma vantagem adaptativa. No entanto, a diminuição demonstra que com o aumento da salinidade, o estresse osmótico se sobrepõe a qualquer benefício, retardando a emissão da radícula.

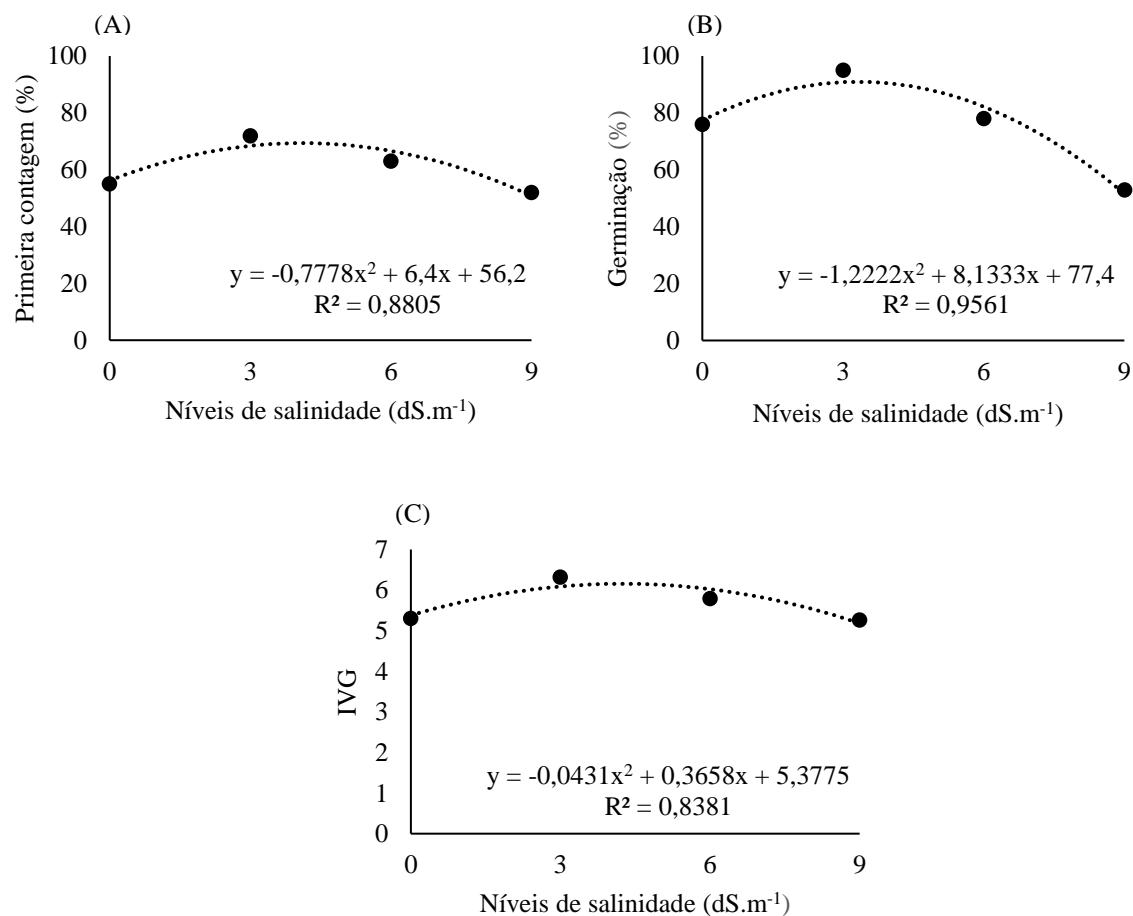
A Figura 1B mostra que a porcentagem de germinação varia de acordo com o nível de salinidade, conforme descrito pela equação ( $y=-1,2222x^2 + 8,1333x + 77,4$ ). e com um coeficiente de determinação ( $R^2=0,9561$ ) que mostra que 95,61% da variabilidade na germinação foi devida aos níveis de salinidade. A porcentagem de germinação foi estimada na concentração de  $3,33 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , a partir deste nível salinidade provocou uma diminuição

na germinação das sementes.

A redução na germinação em níveis altos de salinidade é um resultado clássico e pode ser atribuída à dificuldade de absorção de água pela semente devido ao potencial osmótico negativo do substrato, conforme apontado por Silva et al. (2019). Esse estresse hídrico pode inviabilizar a sequência processos metabólicos necessários para a germinação. É interessante notar a resposta quadrática da moringa em contraste com a resposta linear negativa observada em outras espécies, como a jucá (Bezerra et al., 2020). Isso sugere que a moringa não apenas tolera, mas é até beneficiada por uma salinidade moderada, uma característica ecofisiológica importante para a plasticidade em certos ambientes.

Por fim a Figura 1C mostra velocidade da germinação, se ajustou a um modelo quadrático ( $y = -0,0431x^2 + 0,3658x + 5,3775$ ), com o coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,8381$ ) indicando que 83,81% da variação no IVG é explicada pelos tratamentos salinos. O maior IVG foi registrado no nível estimado de salinidade de  $4,24 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$

A queda do IVG em salinidades elevadas, como argumentado por Guerra e Machado (2022), reflete uma redução na velocidade dos processos metabólicos e bioquímicos das sementes. O fato de o IVG ter sido maximizado em uma concentração de sais moderada ( $4,24 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ ) reforça a hipótese de que, para a moringa, um leve estresse salino pode atuar como um agente estimulante, resultando não apenas em mais sementes germinadas, mas em uma germinação mais rápida e uniforme.



**Figura 1.** Primeira contagem de germinação (A) e germinação final (B) e índice de velocidade de germinação (IVG) (C) de sementes de moringa, submetidas ao estresse salino.

## CONCLUSÕES

A germinação da moringa é estimulada pela salinidade na faixa de 3,3 a 4,2 dS.m<sup>-1</sup> e inibida por concentrações superiores.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. B. L., SÁ, C. C., CARVALHO, R. C. D.; ALMEIDA, E. S. Estudo prospectivo da Moringa na indústria de cosméticos. **Cad. Prospec.**, Salvador, v. 10, n.04, p. 905-918, 2017. DOI: <http://doi.org/10.9771/cp.v10i4.23060>
- AMARAL, L.S.; NOGUEIRA, G. A. S.; RODRIGUES, J. I. M.; PACHECO, H. F. C.; COELHO, A. D.; OLIVEIRA NETO, C. F. O uso de atenuadores na redução da salinização em espécies florestais. In: CALDEIRA, M. V. W.; PRATA, E. G.; AYOUB, J. P. **Ciências florestais e ambientais: diagnóstico, classificação e proposição em pesquisa**. Editora Científica Digital, 2023, 98 p. DOI: [10.37885/221110767](https://doi.org/10.37885/221110767)
- BEZERRA, L. T.; SANTOS, A. R. C. S.; FARIA, A. S.; SOUTO, P. C. FERREIRA, V. M.; ARAÚJO NETO, J. C. A.; NASCIMENTO, H. H. C. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Libidibia ferrea* (Mart. exTul.) em diferentes níveis de salinidade na água de irrigação. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 3, n. 3, p. 1126-1140, 2020. DOI: <http://doi.org/10.34188/bjaerv3n3-032>
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A Computer Statistical Analysis System. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p. 1039–1042, 2011. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- FIGUEIREDO, F. R. A. et al. Respostas fisiológicas de mulungu submetida a estresse salino e aplicação de ácido salicílico. **Revista Irriga, Botucatu**, v. 24, n. 3, p. 662-675, julho-setembro, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2019v24n3p662-675>
- GUERRA, A.M.; MACHADO, L.C.; Germinação de sementes e crescimento de plântulas cultivares de beterraba submetidas ao estresse salino. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 7, e9411729686, 2022 (CC BY 4.0). DOI: [10.33448/rsd-v11i7.29686](https://doi.org/10.33448/rsd-v11i7.29686)
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962. DOI: [doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x](https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x)
- Silva, G. V., Souto, J. S., & dos Santos, J. B. Cultivo de moringa: importância nutricional, uso e aplicações. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 1, n. 3, 2020. <https://meioambientebrasil.com.br/index.php/MABRA/article/view/38/36>
- SILVA, D. C. D.; ALVES, E. U.; SANTOS-MOURA, S. D. S.; URSULINO, M. M.; ARAÚJO, L. R. D. Estresse salino e diferentes temperaturas alteram a fisiologia em sementes de *Clitoria fairchildiana* Howard. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1129-1141, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509813588>
- VILLA, B.; SANTOS, R. F.; SECCO, D.; ZANÃO JÚNIOR, L. A.; TOKURA, L. K.; PRIOR, M.; REIS, L. S.; SILVA, D. R. Efeito da salinidade no desenvolvimento inicial do milho. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 8, n. 3, p. 42-47, 2019. DOI: <https://doi.org/10.48075/actaiguaz.v8i3.20043>
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.