

EMERGÊNCIA DE *Euterpe Edulis* SOB ESTRESSE TÉRMICO E SALINO

Isabella Sobreira Alexandre Assis¹, Milena Barbosa Pereira da Silva¹, Liana Hilda Golin Mengarda¹, Marcia Flores da Silva Ferreira¹

¹Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, Guararema - 29500-000 - Alegre-ES, Brasil, isabellasobreira_a_assis@hotmail.com, milenabarbosa15041999@gmail.com, liana.mengarda@ufes.br, mfloreesf@gmail.com

Resumo

Euterpe edulis Mart., é uma palmeira nativa da Floresta Atlântica, ameaçada de extinção, cujas sementes foram analisadas quanto à emergência e desenvolvimento inicial sob diferentes condições de estresses térmico e salino, visando identificar genótipos tolerantes para programas de conservação. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. O estudo avaliou a emergência de sementes de *Euterpe edulis* Mart. sob estresse térmico e salino. Sementes de dois morfotipos (Rio Novo do Sul - típico e Vargem Alta-ES - Santa Marta) foram expostas a diferentes temperaturas (10-25; 25; 25-35 °C) e potenciais osmóticos (-0,25; -0,5 MPa; e água pura). Os genótipos de Rio Novo do Sul, principalmente RN 879 e RN 980, demonstraram maior vigor e tolerância, com melhor desempenho em condições ideais e sob estresse térmico. Em contraste, os genótipos de Vargem Alta exibiram alta sensibilidade e emergência inferior a 12%. A germinação foi completamente inibida sob -0,5 MPa. Conclui-se que a resposta ao estresse é determinada pela origem genética e ambiental, sendo a seleção de genótipos tolerantes crucial para programas de conservação.

Palavras-chave: Palmeira juçara. Salinidade. Sementes. Temperatura.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias. **Subárea:** Agronomia.

Introdução

A Palmeira juçara (*Euterpe edulis* Mart.) é uma espécie nativa da Floresta Atlântica, classificada como ameaçada de extinção devido à exploração predatória do palmito e à fragmentação de seu habitat (Shulz et al., 2016). Além de sua importância ecológica, seus frutos possuem alto valor nutricional e funcional, ricos em compostos bioativos, o que tem estimulado o interesse comercial similar ao do açaí (Baptista et al., 2021). No entanto, a espécie apresenta sementes recalcitrantes, sensíveis à dessecação e com germinação fortemente influenciada por condições ambientais, como temperatura e umidade (Iossi et al., 2016; Silva et al., 2023).

Estudos recentes identificaram variações genéticas e morfológicas em populações de *E. edulis* no Espírito Santo, particularmente nos municípios de Rio Novo do Sul e Vargem Alta, associadas a diferentes condições climáticas (Santos, 2024; Almeida, 2024). Tais variações, incluindo os morfotipos típico e Santa Marta, podem representar adaptações locais a estresses abióticos, como temperatura e déficit hídrico. Compreender a resposta germinativa desses genótipos distintos a condições de estresse é crucial para prever sua capacidade de adaptação e persistência frente aos cenários de mudanças climáticas.

Diante desse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar a emergência de sementes de diferentes genótipos de *Euterpe edulis* provenientes de Rio Novo do Sul-ES e Vargem Alta-ES, quando submetidos a estresses térmico e salino. A pesquisa busca identificar genótipos com maior tolerância, fornecendo subsídios para estratégias de conservação e recuperação desta espécie ameaçada.

Metodologia

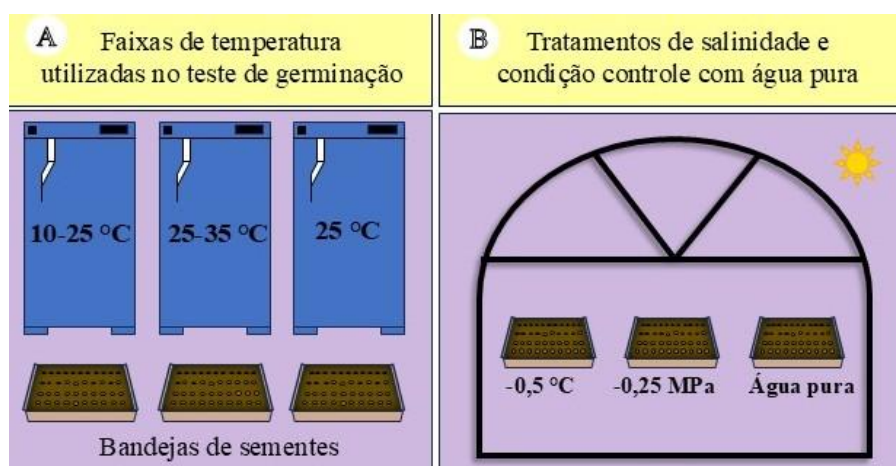
O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes por tratamento. Foram utilizados seis genótipos selecionados por análise de agrupamento baseada em SNPs associados a variáveis ambientais: três de Rio Novo do Sul-ES (RN 944, RN 980,

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

RN 879 - morfotipo típico) e três de Vargem Alta-ES (VA 3, VA 5, VA 6 - morfotipo Santa Marta). Os frutos foram despulpados mecanicamente após tratamento térmico (20 min a 40°C) e as sementes sanitizadas em hipoclorito de sódio 2% por 15 minutos.

Para avaliação do estresse térmico, as sementes foram semeadas em substrato orgânico umedecido e submetidas a três regimes em câmaras BOD: 10-25°C (alternada 12h/12h), 25°C constante e 25-35°C (alternada 12h/12h) (Figura 1). Para o estresse osmótico, utilizaram-se soluções de NaCl nos potenciais 0 MPa (controle com água pura), -0,25 MPa e -0,5 MPa, aplicadas a cada dois dias durante 60 dias em casa de vegetação (Figura 1).

Figura 1- Condições experimentais utilizadas no estudo. (A) faixas de temperatura adotadas no teste de germinação das sementes (10–25 e 25–35 °C alternadas e temperatura constante de 25 °C), seguidas da transferência para casa de vegetação após 153 dias para transplântio. (B) tratamentos de salinidade aplicados às mudas na casa de vegetação: -0,5 MPa, -0,25 MPa e 0 MPa (água pura).



Fonte: elaborado pelo próprio autor.

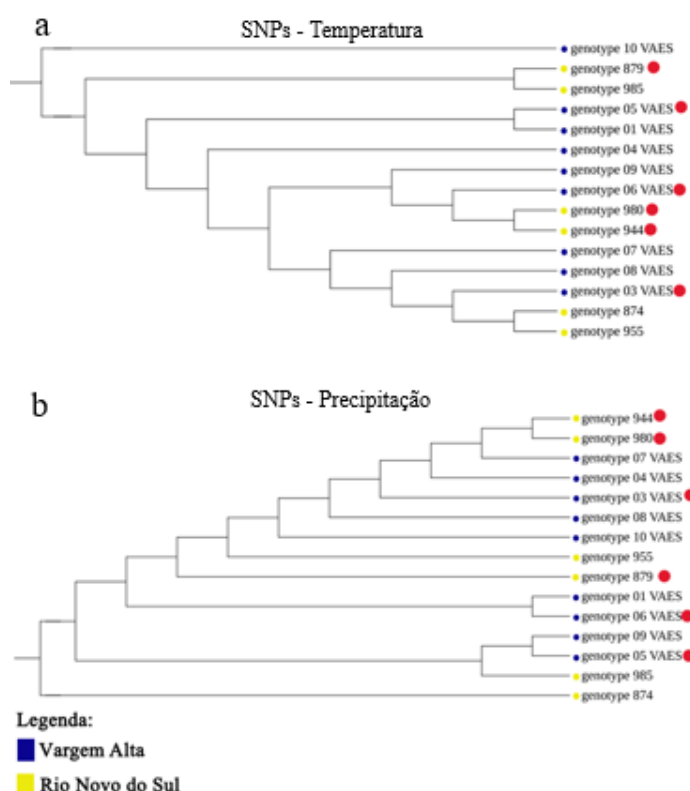
A emergência (protrusão do meristema apical) foi monitorada diariamente por 153 dias, calculando-se percentual de emergência (%E), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (tE) e velocidade média de emergência (VE). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$), utilizando o software R.

Resultados

As análises com SNPs associados a variáveis climáticas (temperatura e precipitação) mostraram formação de grupos independentes da origem geográfica, indicando pressões seletivas ambientais semelhantes em ambas as localidades (Figura 2).

Figura 2- Agrupamentos dos genótipos colhidos em Rio Novo do Sul - ES e Vargem Alta - ES com SNPs relacionados a temperatura (a) e SNPs relacionados a precipitação (b). Em amarelo estão identificados os genótipos coletados em Rio Novo do Sul – ES e em azul estão identificados os genótipos coletados em Vargem Alta – ES. As bolinhas vermelhas destacam os genótipos selecionados para o experimento de emergência.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO



Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Na condição de -0,5 MPa de NaCl, correspondente a uma alta salinidade, a qual acarreta, também, ao estresse hídrico severo, não foi observada germinação em nenhum dos genótipos avaliados. Esse resultado evidencia que o déficit de água nesse nível foi suficiente para impedir o processo de emergência das plântulas, sugerindo sensibilidade das sementes a condições de estresse osmótico (hídrico-salino) e, portanto, à baixa disponibilidade hídrica. Logo, este tratamento foi desconsiderado das análises posteriores. A análise foi realizada considerando os efeitos dos seis genótipos e de cinco condições ambientais as quais as sementes foram expostas durante a germinação, sendo: a) em câmara de germinação tipo BOD, em três regimes de temperatura, ou seja: BOD 10-25 °C, BOD 25-35 °C e D 25 °C; e b) em casa de vegetação sem estresse salino (CV água), e sob salinidade (-0,25 MPa de NaCl, descrito como CV salinidade).

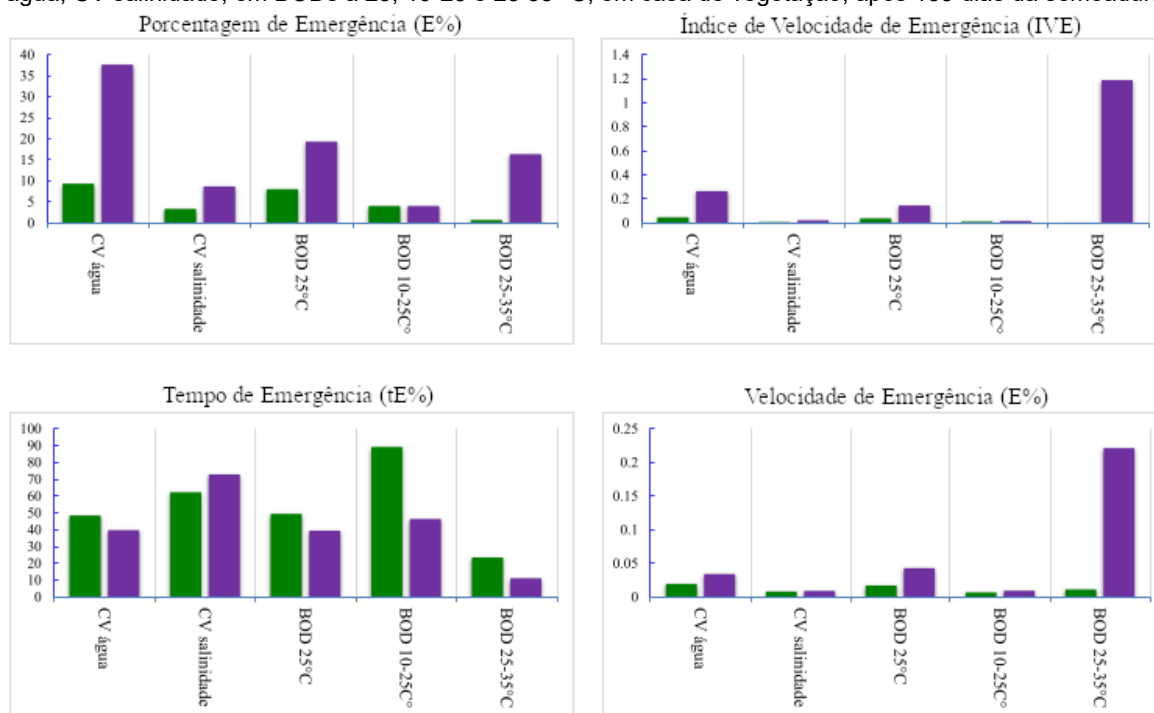
Sob condições ideais (CV água), os genótipos de Rio Novo do Sul, particularmente RN 879 (53%) e RN 980 (36%), apresentaram as maiores taxas de emergência. Na condição de estresse salino (-0,25 MPa), o RN 879 manteve a melhor performance (14% de emergência) (Figura 3). Sob estresse térmico (BOD 25-35°C), o RN 980 destacou-se com 30% de emergência, seguido por RN 944 (17%) (Figura 3).

Com relação à condição de temperatura alternada de 10-25°C, os genótipos de Rio Novo do Sul mantiveram um desempenho germinativo superior aos de Vargem Alta, embora com valores percentuais inferiores aos observados nas condições ótimas (Figura 3). O genótipo RN 980 novamente se destacou, apresentando a maior taxa de emergência nessa condição (aproximadamente 22%), seguido por RN 879 (18%) e RN 944 (15%). Todos exibiram IVE (Índice de Velocidade de Emergência) moderado e tempo médio de emergência de 40-50 dias, indicando que a germinação foi mais lenta sob temperaturas mais baixas (Figura 3).

Os genótipos de Vargem Alta apresentaram baixo desempenho germinativo em todas as condições (<12% em CV água), com ausência completa de emergência para VA 3 e VA 5 sob estresse térmico. Além da baixa porcentagem de emergência, estes genótipos apresentaram os maiores tempos médios de emergência (61,5-111,5 dias) e os menores índices de velocidade de emergência (Figura 3).

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Figura 3- Porcentagem de emergência (%), índice de velocidade de emergência (IVG), tempo de emergência (tE) e velocidade de emergência (VE) dos genótipos de Vargem Alta (verde) e Rio Novo (roxo) nas condições de CV água, CV salinidade, em BODs à 25; 10-25 e 25-35 °C, em casa de vegetação, após 153 dias da semeadura.



Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Discussão

Os genótipos de Rio Novo do Sul demonstraram maior vigor germinativo e tolerância aos estresses, com destaque para RN 879 em condições ideais (53% de emergência) e RN 980 sob estresse térmico (30% em BOD 25-35°C). Este desempenho superior está associado às condições climáticas mais quentes e úmidas de sua origem, que conferiram maior adaptação térmica, consistente com a plasticidade ecológica da espécie (Silva et al., 2023). Em contraste, os genótipos de Vargem Alta, originários de regiões mais altas e amenas, apresentaram sensibilidade ao estresse térmico e osmótico, com emergência inferior a 12% em todas as condições.

A inibição total da germinação sob -0,5 MPa de NaCl confirma a sensibilidade da espécie ao déficit hídrico, característica de sementes recalcitrantes que não toleram desidratação (Martins et al., 2000). Os resultados reforçam que temperaturas entre 25-35°C combinadas com alta umidade são ideais para germinação (Aguiar, 1990), explicando o melhor desempenho do RN 980 nesta condição. A variabilidade observada entre genótipos evidencia a influência conjunta de fatores genéticos e ambientais na resposta ao estresse, destacando a importância da seleção de materiais adaptados para programas de conservação face às mudanças climáticas.

Conclusão

Os resultados confirmam que a emergência e o desenvolvimento inicial de *Euterpe edulis* são significativamente influenciados por estresses térmico e salino. Os genótipos de Rio Novo do Sul (morfotipo típico) demonstraram maior vigor germinativo e tolerância ao estresse, enquanto os de Vargem Alta (morfotipo Santa Marta) apresentaram baixa emergência e maior sensibilidade às condições adversas. O estresse salino (-0,5 MPa) inibiu completamente a germinação, e temperaturas extremas (10-25 °C ou 25-35 °C) reduziram o crescimento das plântulas. A seleção natural associada à SNPs relacionados a clima (temperatura e precipitação) foi evidenciada pela divergência genética entre os grupos, corroborando a adaptação diferenciada dos genótipos aos seus ambientes de origem.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

A origem geográfica e a variabilidade genética são determinantes para a resposta da espécie a estresses abióticos.

Referências

AGUIAR, F. F. A. Efeito de diferentes substratos e condições ambientais na germinação de sementes de *Euterpe edulis* Mart. e *Geonoma schottiana* Martius. **Acta Botanica Brasilica**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p. 1-8, jan. 1990.

ALMEIDA, F. A. N. et al. Genetic diversity analysis of *Euterpe edulis* based on different molecular markers. *Tree Genetics & Genomes*, v. 20, n. 31, 2024. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11295-024-01663-9>

BAPTISTA, S. L.; COPETTI, C. L. K.; CARDOS, A. L.; DI PIETRO, P. F. Biological activities of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) and juçara (*Euterpe edulis* Mart.) intake in humans: an integrative review of clinical trials. **Nutrition Reviews**, v. 79, n. 2, p. 1375-1391, 2021. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuab002>.

IOSSI, E.; MÔRO et al. Chemical composition, embryo anatomy and viability by tetrazolium test of pyrenes of *Euterpe edulis* Mart. Agrária – **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 11, n. 4, p. 310-316, 2016. Doi: <https://doi.org/10.5039/agraria.v11i4a5399>.

MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. A. Desiccation tolerance of four seedlots from *Euterpe edulis* Mart. **Seed Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 101-113, 2000.

SANTOS, J. G. **Diferenciação genômica e morfológica de *Euterpe edulis* Mart do Espírito Santo**. 2024. 104 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Alegre, 2024.

SCHULZ, M.; BORGES, G. S. C.; GONZAGA, L. V.; COSTA, A. C. O.; FETT, R. Juçara fruit (*Euterpe edulis* Mart.): Sustainable exploitation of a source of bioactive compounds. **Food Research International**, v. 89, p. 14-26, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.07.027>.

SILVA, V. M. F.; ODA, G. A.; MATTOS, E. A. de; PORTELA, R. C. Q. Regenerative strategies of *Euterpe edulis* (Arecaceae) at its altitudinal limits in the Atlantic Forest. **Austral Ecology**, v. 49, n. 3, p. 367-378, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/aec.13466>

Agradecimentos

À Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) por disponibilizar a infraestrutura para a realização deste experimento. À empresa de processamento de polpa de juçara Bonalatti e ao Sr. Pedro pelo fornecimento dos frutos para este estudo. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).