

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

ÓXIDO NÍTRICO NO ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE *Euterpe edulis*

Mariana Ribeiro de Almeida¹, Joana Silva Costa², Eduardo Santos Cade¹,
Caroline Palacio de Araujo², Simone Wellita Simão de Carvalho¹, Tamyris de
Mello², Rodrigo Sobreira Alexandre²

¹Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Alto
Universitário, S/Nº, Guararema, 29500-000, Alegre - ES, Brasil, mariribeiro11@hotmail.com,
eduardo.cade@edu.ufes.br, simonewellita@gmail.com

²Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias e Engenharias/Departamento de
Ciências Florestais e da Madeira, Avenida Governador Lindemberg, 316, Centro, 29550-000,
Jerônimo Monteiro - ES, Brasil, joanasilvacosta9@hotmail.com, carolinepalacio@yahoo.com.br,
tamyrisdemello@gmail.com, rodrigossobreiraalexandre@gmail.com

Resumo

A espécie *Euterpe edulis* Martius, pertencente à família Arecaceae, está localizada em toda Floresta Atlântica, apresenta sementes recalcitrantes por não tolerar a perda de água, o que inviabiliza o armazenamento duradouro dessas sementes. Diante disso, objetivou-se com esse trabalho o armazenamento de sementes de *E. edulis*, utilizando nitroprussiato de sódio (SNP), que atua como um doador de óxido nítrico. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com ausência e presença de SNP (0 e 10 mM) em parcelas subdivididas no tempo (0, 60, 120, 180, 240, 300, 360, 420 dias). As sementes foram embebidas em SNP ou em água destilada por 48 horas, depois foram secas e acondicionadas em sacos de polietileno, e armazenadas em incubadora de demanda bioquímica de oxigênio (BODs) reguladas em 18 °C. A cada período de armazenamento, as sementes foram retiradas do saco de polietileno, desinfestadas e estabelecidas *in vitro*. Foi possível perceber que no tempo zero (sementes que não foram embebidas) obteve melhores resultados, conclui-se então que dentro do estudado, o SNP não contribuiu para o armazenamento de sementes de *E. edulis*.

Palavras-chave: Conservação. Juçara. Nitroprussiato de Sódio.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônoma - Engenharia Florestal

Introdução

Euterpe edulis Martius, pertencente à família Arecaceae, é uma palmeira de distribuição ampla e natural por toda a Floresta Atlântica (ENDERSON et al., 1995; LEAL et al., 2021). É popularmente conhecida como juçara ou palmito doce, e apresenta características benéficas para o ser humano, como a presença de antocianinas em seus frutos, que são compostos antioxidantes (BICUDO et al., 2014; SILVA et al., 2014.), fornecendo também alguns minerais como manganês, cálcio e ferro (SCHULZ et al., 2017). Além do sabor de seu palmito que atraem os consumidores.

A demasiada exploração do palmito dessa espécie fez com que ela fosse dada como vulnerável a extinção (MARTINELLI; MORAES, 2013). Devido essa palmeira apresentar estipe única, em que, com a retirada do palmito gera a morte do indivíduo, visto que não há perfilhamento (BRANCALION et al., 2012).

Aliado a essa problemática, trata-se de uma espécie com crescimento lento e desuniforme. Além disso, suas sementes são classificadas como recalcitrantes quanto a tolerância a perda de água (PANZA; LAÍNEZ; MALDONADO, 2004), inviabilizando o armazenamento a longo prazo de suas sementes.

Para que o armazenamento seja viável, pode ser necessário a utilização de algum agente que possibilite a conservação desse material vegetal. Para isso, uma alternativa é o nitroprussiato de sódio (SNP), um doador de óxido nítrico, que auxilia no aumento da atividade da enzima superóxido

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

dismutase (SOD) (PEREIRA, 2010). Devido a estimulação dessa enzima, o SNP atua combatendo as espécies reativas de oxigênio.

Diante da importância econômica e ambiental da espécie, sua vulnerabilidade nos ambientes naturais, e a problemática em propagar-se, tendo como única via de propagação a semente, uma alternativa para a conservação da espécie seria a elaboração de protocolos eficientes que visassem o armazenamento viável de sementes de *E. edulis* a prolongados períodos. O objetivo desse trabalho foi realizar o armazenamento dessa espécie, utilizando SNP podendo promover um maior tempo de armazenamento.

Metodologia

Foram coletadas as sementes de *Euterpe edulis* no distrito de Pedra Menina, com coordenadas 20°32'45,4" S, 41°49'35,7" W e altitude de 951 m, pertencente aos municípios de Dores do Rio Preto-ES e Espera Feliz-MG, localizada nas proximidades do Parque Nacional do Caparaó. As sementes foram colhidas manualmente e conduzidas ao Laboratório de Sementes Florestais e Cultura de Tecidos Vegetais, do Centro de Ciências Agrárias e Engenharia, da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE/UFES). As quais, foram avaliadas em germinação (BRASIL, 2009) (%) e vigor, o qual é compreendido pelo Índice de velocidade de germinação (IVG) (MAGUIRE, 1962) e pelo tempo médio de germinação (TMG) (LABORIAU, 1983).

Esses materiais coletados, foram selecionados, de modo que, foram escolhidas as sementes que na hora da colheita, apresentaram o pedúnculo arrancado, de forma a ser um orifício para melhor penetração do tratamento durante a embebição das mesmas.

As sementes foram previamente lavadas com hipoclorito de sódio (Qboa®) e detergente, e colocadas em bandejas com água destilada ou uma solução de SNP (Neon®) a 10 mM dissolvido em água destilada. Essas sementes foram mantidas na embebição por 48 h, no escuro.

Após a embebição das sementes, estas foram secas e armazenadas em sacos de polietileno, juntamente com Orthocide® a 6% (v/v), com 57% de teor de água. Os tempos definidos de armazenamento foram de intervalos de 60 dias, contabilizando ao final 420 dias, foram mantidas em incubadora de demanda bioquímica de oxigênio (BOD) com a temperatura ajustada em 18 °C. Após cada intervalo de tempo, as sementes foram retiradas do armazenamento e colocadas para germinar em meio de cultura *in vitro*.

Após cada período de armazenamento, as sementes foram lavadas para retirar o excesso de Orthocide, e retirado o tegumento, e em seguida colocadas em uma solução de ácido ascórbico a 2% (m/v) para evitar a oxidação.

Na câmara de fluxo laminar, as sementes passaram por um processo de desinfestação em álcool 70° por um min, seguido em hipoclorito de sódio (NaClO) (Qboa®) a 2,5% (v/v) por 10 min, com agitação constante, dado o período determinado, foi feita tríplice lavagem em água destilada e autoclavada, em seguida foram imersas em uma solução de amoxicilina (Germed®) 3 g L⁻¹ por 10 min e novamente tríplice lavagem em água destilada e autoclavada.

Ainda na câmara de fluxo laminar, as sementes desinfestadas foram estabelecidas em tubos de ensaios contendo cada um 10 mL de meio de cultura, composto por polivinilpirrolidona (PVP) (Synth®) 1 g L⁻¹. O pH da solução foi regulado para 5,70 ± 0,1 com a adição de hidróxido de potássio (KOH) 0,1 M e ácido clorídrico (HCl) 1 M, seguido do acréscimo de ágar-ágar (Dinâmica®) 5,5 g L⁻¹.

O trabalho foi desenvolvido em delineamento inteiramente casualizado com parcelas subdivididas no tempo (0, 60, 120, 180, 240, 300, 360, 420 dias) com presença e ausência de SNP (0, 10 mM), e controle (sementes que não passaram pelo armazenamento, e nem pela embebição). Foram quatro repetições de dez sementes cada. Os dados foram submetidos a análise de variância, e teste de Tukey ($p < 0,05$), com auxílio do software R (R CORE TEAM, 2023).

Resultados

No tempo zero, o controle obteve a maior média de germinação (92,5%) quando comparado com os tratamentos (SNP 0 e SNP 10 mM), bem como, maior índice de velocidade de germinação - IVG (0,06675), e menor tempo médio de germinação - TMG (13,88 dias) (Tabela 1).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Ao comparar os tratamentos que foram embebidos com presença ou ausência de SNP, foi observado que a presença de SNP (10 mM) auxiliou em uma maior germinação (67,5%), maior IVG (0,4925) e menor TMG (15,70 dias), além disso, a contaminação foi bem menor no tratamento com SNP 10 mM (7,5%).

Tabela 1 – Valor médio de germinação (%); índice de velocidade de germinação – IVG; tempo médio de germinação (dias) – TMG; sementes não germinadas (%); contaminação (%), de sementes embebidas em SNP (0, 10 mM) e não embebidas (controle) de *Euterpe edulis* no tempo 0 dias (T0)

Tratamento	Germinação (%)	IVG	TMG (dias)	Sementes não germinadas (%)	Contaminação (%)
T0 - Controle	92,5 a ¹	0,6675 a	13,885 b	5 c	2,5 c
T0 - SNP 0	17,5 c	0,1125 c	18,9575 a	57,5 a	25 a
T0 - SNP10	67,5 b	0,4925 b	15,7025 b	25 b	7,5 b

Fonte: produção do próprio autor.

¹: Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente pelo teste de tukey ($p>0,05$).

Nos outros tempos de armazenamento não foram obtidos resultados, visto que houve 100% de contaminação. Ainda no saco de polietileno (Figura 1) é possível observar que há contaminação fúngica. Mesmo assim, foi realizada a desinfestação como descrita na metodologia e foram, em seguida, estabelecidas. Porém, todas as sementes foram acometidas por fungos.

Figura 1 – Sementes de *E. edulis* armazenadas e acometidas por fungos.



Barra de escala: 1 cm. Fonte: produção do próprio autor.

Discussão

De acordo com os resultados obtidos, o tratamento controle obteve a melhor média de germinação e vigor, visto que a embebição, seja em SNP ou água destilada proporcionou maior contaminação. Um estudo realizado com *E. edulis* também evidenciou que a embebição foi prejudicial por aumentar a ocorrência de microrganismos patológicos (BOVI, 1990).

Em relação aos tratamentos que foram embebidos em SNP ou em água destilada, foi observado que a presença de SNP (10 mM) auxiliou em uma maior média de germinação, IVG e menor TMG.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Consequente, em *Plathymenia reticulata* Benth, foi verificado que uma pré-embebição em SNP a 100 μM por um período de 24 horas, também resultou em médias mais elevadas de IVG (PEREIRA, 2010).

Em outro trabalho, realizado com *Dalbergia nigra*, armazenou-se as sementes em câmara fria (5 °C) com 60% de umidade relativa (UR), e em dois dessecadores a 20 °C com 55 e 93% UR, e a cada intervalo de 30 dias, ao retirar do armazenamento realizou a embebição com SNP a 1 mM por 48 horas (ATAÍDE et al., 2016). Os autores constataram que o SNP auxiliou na redução na permeabilidade da membrana, em que houve a redução da peroxidação lipídica e consequente aumento da catalase. Somente em sementes com a UR em 93% que o SNP não auxiliou na diminuição da degradação. Ou seja, a embebição realizada antes do armazenamento pode ser responsável pelo aumento da contaminação e consequente baixa germinação.

Conclusão

Os resultados foram superiores no tratamento controle, de modo que a embebição em SNP ou em água propiciou a ocorrência de fungos, e consequente perda na germinação. Desse modo, conclui-se que dentro do estudado nesse trabalho, o SNP não auxiliou no armazenamento de sementes de *Euterpe edulis*. Fazendo-se necessário novos estudos para determinar a relação do SNP com o armazenamento dessa espécie.

Referências

ATAÍDE, G. da M. et al., Maintenance of quality of *Dalbergia nigra* Vell. all. ex. Benth seeds during storage by sodium nitroprusside. **Journal of Seed Science**, v. 38, n. 2, p. 110-117, 2016.

BRANCALION, P. H. S et al. Soil-mediated effects on potential *Euterpe edulis* (Arecaceae) fruit and palm heart sustainable management in the Brazilian Atlantic Forest. **Forest Ecology and Management**, v. 284, p. 78-85, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. MAPA/DAS/ACS. 395p. 2009.

BICUDO, M. O. P.; RIBANI, R. H.; BETA, T. Anthocyanins, phenolic acids and antioxidant properties of juçara fruits (*Euterpe edulis* M.) along the on-tree ripening process. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 69, n. 2, p. 142-147, 2014.

BOVI, M. L. A. Pré-embebição em água e porcentagem e velocidade de emergência de sementes de palmitero. **Bragantia**, v. 49, p. 11-22, 1990.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Field guide to the palms of the Americas**, New Jersey: Princeton University Press, 1995. 352 p.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.

LEAL, A. et al. Landscape-scale Forest loss shapes demographic structure of the threatened tropical palm *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae). **Forest Ecology and Management**, v. 502, p. 1-8, 2021.

MAGUIRE, J. D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177, 1962.

MARTINELES, G; MORAES, A. M. Livro Vermelho da flora do Brasil. **Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 2013.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

PANZA, V., LAÍNEZ, V., MALDONADO, S. Seed structure and histochemistry in the palm *Euterpe edulis*. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 145, p. 445-453, 2004.

PEREIRA, B. L. C. et al. Influence of nitric oxide on the germination of seeds of *Plathymenia reticulata* Benth with low vigor. **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 88, p. 629-636, 2010.

R CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<https://www.rproject.org/>>. Acesso em: 10 jul. 2023.

SILVA, N. A. et al. Phenolic compounds and carotenoids from four fruits native from the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n. 22, p. 5072-5084, 2014.

SCHULZ, M. Bioaccessibility of bioactive compounds and antioxidant potential of juçara fruits (*Euterpe edulis* Martius) subjected to *in vitro* gastrointestinal digestion. **Food Chemistry** v. 228, p. 447-454, 2017.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) (EDITAL FAPES Nº 04/2021 - TAXA DE PESQUISA, Protocolo: 45837.716.19068.15062021, EDITAL FAPES Nº 08/2021 - MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS, Protocolo: 47183.729.19068.22092021), EDITAL FAPES Nº 21/2022 APOIO À INFRAESTRUTURA DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO EM LABORATÓRIOS INTERDISCIPLINARES, Protocolo: 51781.798.19068.30092022, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de produtividade em pesquisa e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - código financeiro 001, pelo apoio financeiro.