



Dessecação e armazenamento em baixas temperaturas aumentam vigor em sementes de *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos

Noel Barbosa ^{a*}, Milene Maria Silva-Castro ^b, Claudineia Regina Pelacani ^a

^a Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil

^b Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil

* Autor correspondente (leonbarbozza@gmail.com)

INFO

Keywords

pink ipê
germination
conservation
short-term conservation

ABSTRACT

Desiccation and storage at low temperatures increases vigor in Handroanthus heptaphyllus (Vell.) Mattos seeds

In order to evaluate the physiological behavior of seeds during desiccation and storage and to propose strategies for short-term seed conservation, we desiccated H. heptaphyllus seeds to different moisture contents (20, 10 and 5%) and stored them at -20 °C for seven months. After three, five and seven months, 100 seeds from each treatment were evaluated for germination, speed index and average germination time. The means were compared ($\alpha \leq 0.05$) between the different treatments and those obtained from seeds with 32% moisture, not desiccated and stored at 10 °C, in each period. H. heptaphyllus seeds are intermediate, can be stored at -20 °C, desiccation equal to or less than 10% compromises viability, but when desiccated to 20%, they maintain viability and low fungal infestation. New approaches for seed conservation of this species are suggested.

RESUMO

Palavras-chaves

ipê-rosa
germinação
conservação
conservação a curto prazo

Buscando avaliar o comportamento fisiológico quanto à dessecação e armazenamento e propor estratégias de conservação de sementes em curto prazo, sementes de *H. heptaphyllus* foram dessecadas a diferentes teores de água (20, 10 e 5%) e armazenadas a -20 °C por sete meses. Após três, cinco e sete meses, 100 sementes de cada tratamento foram avaliadas quanto à germinação, índice de velocidade e tempo médio de germinação. As médias foram comparadas ($\alpha \leq 0,05$) entre os diferentes tratamentos e àquelas obtidas de sementes com de 32% de água, não dessecadas e armazenadas a 10 °C, em cada período. Sementes de *H. heptaphyllus* são intermediárias, podem ser armazenadas a -20 °C, dessecação igual ou inferior a 10% compromete a viabilidade, mas quando dessecadas a 20%, mantém a viabilidade e baixa infestação fúngica. São sugeridas novas abordagens para conservação de sementes desta espécie.



INTRODUÇÃO

Em decorrência da degradação sofrida pelos ecossistemas e das mudanças climáticas, pesquisas vêm sendo direcionadas para recuperação e conservação das espécies vegetais nativas (Sugii *et al.* 2020; Silva *et al.* 2022). Um dos enfoques está relacionado ao comportamento de sementes de espécies nativas durante o armazenamento (Silva *et al.* 2022) uma vez que esta estrutura tem como papel biológico a reprodução e dispersão da espécie.

Frente ao declínio populacional e risco de extinção de algumas espécies, diferentes programas de conservação são necessários, cujo sucesso depende de material propagativo viável, cujas condições devem ser previamente conhecidas e estabelecidas (Sugii *et al.* 2020). Dentre os parâmetros da conservação *ex situ*, fatores como teor de água da semente e condições do ambiente de armazenamento são os que mais influenciam no sucesso da conservação (Goldfarb e Queiroga 2013).

Estudos do comportamento fisiológico de sementes durante a dessecação e o armazenamento a curto e longo prazo são necessários para minimizar as alterações fisiológicas que podem culminar em perda da viabilidade durante o armazenamento (Araújo *et al.* 2021; Silva *et al.* 2022).

A família Bignoniaceae possui grande diversidade de espécies, como *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith (Martins *et al.* 2009), *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (Araújo *et al.* 2021) e *H. heptaphyllus* (Vell.) Mattos, que possuem grande valor comercial e ambiental (Borges *et al.* 2014; Costa *et al.* 2024). Para as duas primeiras espécies já são conhecidas formas de resguardar suas sementes a partir de limiares dessecativos e de armazenamento, uma vez que as mesmas apresentam comportamento fisiológico ortodoxo (Martins *et al.* 2009; Martins *et al.* 2011).

A espécie *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos sofre declínio populacional (Mori *et al.* 2012) e evidências apontam que seu habitat vem sendo reduzido em decorrência das mudanças climáticas (Scarante *et al.* 2017). Estas problemáticas aliadas ao fato de que suas sementes apresentam baixa viabilidade na natureza (Kageyama *et al.* 1981), demonstra a importância de pesquisas sobre estratégias para conservação de suas sementes. Desta forma, investigar o comportamento fisiológico em relação a tolerância à dessecação de sementes de *H. heptaphyllus* pode fornecer novas abordagens que viabilize a conservação mais adequada da espécie.

A presente pesquisa buscou avaliar o comportamento fisiológico das sementes quanto à dessecação e armazenamento e propor estratégias de conservação a curto prazo.

MATERIAL E MÉTODOS

A obtenção das sementes se deu por coleta de cinco frutos de cada um dos 12 indivíduos de *H. heptaphyllus* com distância mínima de 1km de entre si, baseando-se no aspecto fitossanitário assim como Brasil (2013) e Magalhães *et al.* (2022). Foram coletados na região de Itatim—Bahia (S12°42'20.0"S, 39°42'09".0"W). O material herborizado está depositado na coleção do Herbário HUEFS (HUEFS 263251). Após a coleta, os frutos maduros (exocarpo de coloração marrom), foram acondicionados em sacos de papel pardo e postos à sombra para a deiscência espontânea. Após o beneficiamento, formou-se um lote de sementes íntegras (Brasil 2009) postas em sacos de pano e armazenadas em ambiente refrigerado (10°C) por um período de uma semana (Medeiros e Eira 2006) até a realização das análises no Laboratório de Germinação do Horto Florestal da Universidade Estadual de Feira de Santana, no município de Feira de Santana – BA.

Obtenção dos diferentes teores de água

Primeiramente cinco repetições de 20 sementes do lote armazenado a 10 °C por uma semana, foram utilizadas para determinação do teor de água (TA, %) inicial, pelo método de secagem em estufa a 105 °C por 24 horas (Brasil 2009), sendo este considerado como tratamento controle (TA 32%). Em seguida, com base no protocolo proposto por Hong e Ellis (1996), outras sementes foram dessecatadas até atingirem os seguintes valores de 20, 10 e 5% de TA. Para isso 1.000 sementes foram embrulhadas em papel alumínio e colocadas em recipiente hermeticamente fechado contendo ao fundo uma camada de sílica gel ativada que foi trocada diariamente antes de ocorrer mudança na coloração do seu indicador de umidade. Esse conjunto foi mantido em temperatura ambiente (média 25°C) e a perda de massa das sementes foi acompanhada em intervalos regulares de tempos, com a massa final das amostras, correspondendo ao teor de água desejado, calculada de acordo com equação utilizada por Hong e Ellis (1996):

$$M = \frac{(100 - Cai)}{(100 - CAd)} \times Mi,$$

onde Mi: massa (g) no conteúdo de água desejado, Cai: teor de água inicial (% base úmida), CAd: teor de água desejado (% base úmida). Ao atingirem os teores de água (%) desejados as amostras de sementes foram acomodadas em tubos Falcon (50 mL) e armazenadas a -20°C (Silva *et al.* 2022) por 3, 5 e 7 meses. Também foram armazenadas sementes com 32% de TA por igual período à temperatura 10°C.

Testes de Germinação

O Delineamento Experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), disposto em esquema fatorial 4 x 3 + 1, sendo quatro teores de água, 32, 20, 10 e 5%, três períodos de armazenamento 3, 5 e 7 meses e um tratamento controle.

Após cada período de armazenamento, 4 repetições de 25 sementes (Brasil 2013) de cada tratamento foram analisadas quanto a germinação (G %), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio (TMG) de germinação. Para o teste de germinação, primeiramente as sementes foram submetidas a assepsia com solução de hipoclorito de sódio (5%, 2 minutos), lavadas em água destilada e dispostas sobre 2 folhas de papel Germitest (28 × 38 cm), previamente esterilizados (estufa de circulação de ar 105°C, 4 horas) e umedecido com um volume de água destilada equivalente a 2 vezes o peso do papel (Brasil 2013). Esse conjunto de papel úmido + sementes foi mantido na forma de rolo, devidamente identificados e dispostos em recipientes plásticos vedados na extremidade para a manutenção da umidade. Durante todo o período dos ensaios, os rolos foram mantidos em câmara tipo B.O.D, à temperatura constante igual a 25°C, com 12 horas de luz. Para descongelamento das sementes as mesmas foram postas em placas de Petry contendo 20 ml de água destilada por 10 minutos. A germinação foi contabilizada a partir da protrusão radicular e seu acompanhamento foi diário por sete dias, quando não houve evento de germinação por mais de três dias consecutivos.

Com os dados diários de protrusão radicular (Ferreira e Borghetti 2004), foram calculados: germinação total

$$\%G: \sum \frac{G \times 100}{100},$$

onde %G, onde %G: porcentagem de germinação, $\sum G$: somatório do número de sementes germinadas por tratamento, 100: número máximo possível de sementes germinadas por tratamento; b) tempo médio de germinação, dado pela fórmula

$$T = \frac{\sum n_i \cdot t_i}{\sum n_i},$$

onde t = tempo médio de germinação, n_i = número de sementes germinadas num intervalo de tempo, n = número total de sementes germinadas; t_i = dias de germinação; c) índice de velocidade de germinação $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$, onde G1, G2, ... Gn = número de sementes germinadas na primeira, segunda até enésima observação e N1, N2, ... Nn = número de dias após a semeadura.

Análises estatísticas

Inicialmente a normalidade dos resíduos e a homogeneidade entre as variâncias foi avaliada por

meio dos testes de Shapiro-Wilk (1965) e de Levene (1960). Quando essas duas pressuposições foram atendidas, foi aplicada a análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Valores de germinação igual a zero e dados do TMG e IVG foram normalizados por meio da transformação gaussiana aleatória utilizando o software Past 4,03 (Hammer et al. 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sementes do tratamento controle com TA de 32% apresentaram germinação total (G%) acima de 70%. Sementes com TA de 32% quando armazenadas por três, cinco e sete meses a 10°C apresentaram G% igual ou maior a 50%, tendo seu percentual reduzido ao longo dos meses e apresentado diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os períodos avaliados como pode ser observado na imagem abaixo (Figura 1).

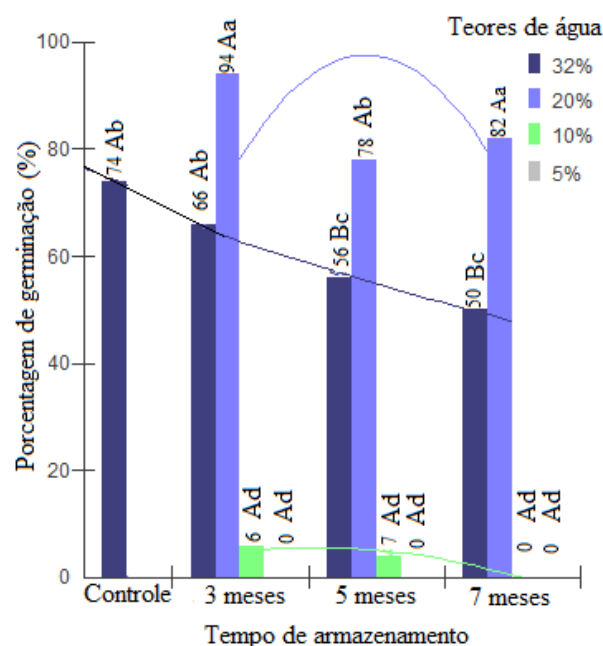


Figura 01 - Comparação da germinação (%) de sementes de *H. heptaphyllus* com TA (%) igual a 32, 20, 10 e 5%; controle (uma semana após coleta) e armazenadas por 3, 5 e 7 meses. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas = comparação entre períodos. Letras minúsculas = comparação entre teores de água.

Sementes de espécies arbóreas apresentam acentuada variabilidade intrapopulacional, configurando um desafio para proposição de estratégias exitosas de conservação *ex situ* (Pimenta et al. 2023). A porcentagem acima de 50% obtida na germinação aos três meses de armazenamento de se-

mentes não dessecadas demonstra a qualidade fisiológica de sementes de *H. heptaphyllus* e é corroborada por Tonetto *et al.* (2015) para esta espécie. Embora a germinação destas sementes tenha decaído mesmo em ambiente refrigerado, foi igual a 50% aos sete meses, valor nem sempre encontrado para espécies arbóreas florestais, uma vez que estas apresentam baixa germinação em decorrência de diversos fatores (Kageyama *et al.* 1981).

Quando dessecadas a 20% e armazenadas a -20°C por três, cinco e sete meses, apresentaram G% acima de 70% (Figura 1). A dessecação das sementes de *H. heptaphyllus* a 20% combinado com armazenamento em temperaturas ultrabaixas (-20°C) mostrou ser bastante efetiva em manter a germinabilidade alta até sete meses de armazenadas, superior aos resultados de G% observados a partir do terceiro mês em sementes não dessecadas e armazenadas (32%, 10°C). Sendo o teor de água da semente e temperatura do ambiente de armazenamento fatores importantes para uma conservação exitosa (Goldfarb e Queiroga 2013), a manutenção de altas porcentagens de germinação, a partir de sementes dessecadas a 20% de TA e armazenadas a -20°C, evidencia a importância de tal abordagem para conservação de sementes de *H. heptaphyllus*. Tal manutenção pode estar associada à diminuição de infestações fúngicas como descrito por Botelho *et al.* (2008) e Rosário *et al.* (2022).

Tendo em vista que sementes com TA de 10% e 5% e armazenadas a -20°C, apresentaram baixa ou ausência de G% em todo período avaliado, pode-se inferir que TA igual ou inferior a 10% pode ser considerado o limiar dessecativo suportado para

sementes de *H. Heptaphyllus*, demonstrando o comportamento fisiológico próximo ao intermediário (Hong e Ellis 1996, Nadarajan *et al.* 2023). Resultados similares foram encontrados para sementes criopreservadas de *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers (Salomão *et al.* 2020).

A queda da germinação, vista para sementes de *H. heptaphyllus*, à medida que o teor de água nas sementes diminuiu, diferiu de outras espécies de Bignoniaceae, como *H. impetiginosus* que com TA abaixo de 10% mantém seu vigor por 600 dias de armazenamento em temperatura entre 10°C a -196°C (Martins *et al.* 2011) e *H. umbellatus* (Sond.) Mattos cujas sementes mantem-se viáveis por 24 meses a -18°C com TA igual a 6,3% de acordo com Martins e Pinto (2014), apresentando, por tanto, comportamento ortodoxo.

Os diferentes teores de água e tempos de armazenamento das sementes interagiram ($p \leq 0,05$) com o índice de velocidade de germinação (IVG) que variou entre sementes com 32% de TA e com 20% de TA, com diferença significativa entre o primeiro período de armazenamento e os demais para todos os tratamentos (Tabela 1). A maior média para o IVG ocorreu em sementes com TA de 20% e armazenadas por três meses que diferiu dos demais tratamentos, independente do período de armazenamento e também do controle. Embora tenha havido uma queda em relação ao período inicial, a dessecação possibilitou manutenção do IVG, tendo em vista que sementes com TA de 32%, após sete meses de armazenamento, apresentaram uma redução dos valores deste parâmetro, demonstrando que o armazenamento a 10°C compromete seu desempenho fisiológico.

Tabela 01 – Resultados do teste de comparação múltipla indicando diferença e não diferença entre as combinações de teores de água \times tempo de armazenamento em relação ao índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *H. heptaphyllus*.

	Controle	Mês 3	Mês 5	Mês 7	CV
TA 32%	6,14 Ab*	6,03 Ab	3,45 Ba	2,77 Bb	37,86
TA 20%	-	9,31 Aa	4,68 Ba	4,74 Ba	42,54
TA 10%	-	0,49 Ac	0,68 Ab	0 Ac	89,96
TA 5%	-	0 Ac	0 Ab	0 Ac	0

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas = comparação entre as colunas. Letras minúsculas = comparação entre linhas. CV = coeficiente de variação.

Houve interação significativa ($\alpha \leq 0,05$) também com o TMG que foi maior ao passo que o tempo de armazenamento aumentou, com o primeiro período de avaliação (três meses) diferindo dos demais para TA de 32% e 20%, o que demonstra que a germinação se deu de forma mais lenta com o passar do tempo. Tendo em vista o menor número de sementes consideradas germinadas para o TA 10%, o

TMG se mostrou um parâmetro não indicado, uma vez a que não houve diferença estatística de sementes com TA de 32% e 20% no terceiro mês de armazenamento, tendo os demais meses não diferido de sementes com TA de 5% que não apresentaram germinação.

Tabela 02 – Resultados do teste de comparação múltipla indicando diferença e não diferença entre as combinações de teores de água × tempo de armazenamento em relação ao tempo médio de germinação (TMG^{-dias}) de sementes de *H. heptaphyllus*.

	Controle	Mês 3	Mês 5	Mês 7	CV
TA 32%	3,51 Bb*	3,18 Bb	4,94 Aa	5,07 Aa	23,22
TA 20%	-	3,33 Bb	4,09 Aa	4,71 Aa	17,09
TA 10%	-	4,70 Aa	1,975 Bb	0 Cc	106,5
TA 5%	-	0 Ac	0 Ac	0 Ac	0

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas = comparação entre as colunas. Letras minúsculas = comparação entre linhas. CV = Coeficiente de variação.

Os valores baixos de TMG e altos para IVG indicam maior vigor (Araújo *et al.* 2021) ao passo que o contrário indica menor vigor. Durante a execução dos experimentos, com exceção dos tratamentos de sementes dessecadas a TA 20% e armazenadas a -20°C, em todos os tratamentos em que houve germinação foi verificado uma grande infestação por fungos recobrimdo toda a superfície do tegumento da semente, indicando que aquele teor de água que não compromete a viabilidade das sementes de *H. heptaphyllus* em conjunto com temperaturas mais frias (-20°C) pode atuar na inibição da proliferação de microrganismos. A diminuição deste fator ocorreu pela combinação da dessecação e temperatura ultra baixa, assim como os resultados disponibilizados por Araújo, Araújo *et al.* (2021) cujas sementes dessecadas de *H. impetiginosus* mantiveram a qualidade quando armazenadas em ambiente refrigerado mesmo depois de 12 meses tendo sido apontado também por Tonetto *et al.* (2015).

Assim sendo, para conservação de sementes de *H. heptaphyllus*, devido ao seu caráter intermediário, deve-se optar por sementes novas e coletas periódicas a fim de se obter sementes com maior capacidade germinativa. As mesmas podem ser armazenadas em ambiente refrigerado sem perda significativa do seu potencial germinativo, mantendo alto percentual de germinação se armazenadas em temperaturas ultra baixas.

CONCLUSÕES

Sementes de *H. heptaphyllus* apresentam comportamento intermediário em relação à dessecação. Embora tenham apresentado diminuição do IVG e aumento do TMG, as sementes podem ser armazenadas por até sete meses sem perda significativa da germinação.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à UEFS, CAPES, PPGBOT e CNPQ pelo suporte técnico e financeiro.

Este trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Este trabalho foi financiado por meio

de uma bolsa de pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq [número do processo Proc. 162687/2021-4].

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo MES, Negreiros M, Shibata M. Secagem e armazenamento de sementes de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (Bignoniaceae). Revista de Ciências Agrárias - Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, v. 64, p. 1-6, 2021.
- Barbosa MR., Souza LM, Souza RA, Houllou LM. Aspectos do estabelecimento *in vitro* de *Handroanthus chrysotrichus* (Bignoniaceae) para a produção de mudas. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 1, p. 2830-2840, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n1-202>
- Borges VP, Costa MAPC, Ribas RF. Emergência e crescimento inicial de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo em ambientes contrastantes de luz. Revista Árvore, v. 38, n. 3, p. 523-531, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000300015>
- Botelho LS, Moraes MHD, Menten JOM. Fungos associados às sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) e ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*): incidência, efeito na germinação e transmissão para as plântulas. Summa Phytopathol, v. 34, n. 4, p. 343-348, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-54052008000400008>
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília, 2009. 399 p.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instruções para análise de espécies florestais. Brasília: MAPA/ACS, 2013.98 p.
- Costa AS, Silva OS, Ferreira CD, Oliveira CHS. Caracterização dendrológica de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. Ex DC) Mattos – Bignoniaceae. Revista Semiárido De Visu, v. 12, n. 1, p. 94-106, fev. 2024. 10.31416/rsdv.v12i1.620
- Ferreira AG, Borghetti F. Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.
- Goldfarb M, Queiroga VP. Considerações sobre o armazenamento de sementes. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, v. 7, n. 3, p. 71-74, 2013.
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica, vol. 4, issue 1, art. 4:

- 9pp., 178kb. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- Hong TD, Ellis RH. 1996. A protocol to determine seed storage behaviour. IPGRI Technical Bulletin. International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy. n.
- Kageyama PY, Márquez FCM. Comportamento das sementes de espécies de curta longevidade armazenadas com diferentes teores de umidade inicial (gênero *Tabebuia*). Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, v.1, p. 347-352, 1981.
- Levene H. 1960. Robust tests for equality of variances. In: Contributions to probability and statistics: essays in honor of harold hotelling. Stanford University, p. 278-292.
- Magalhaes AHM, Passos KKNS, Fernandes, K, Almeida, HS. Decomposition of yellow ipê [*Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos] seeds in the litter (serrapilheira). Revista Agro@mbiente On-line, v. 16, p.1-16, 2022. <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v16i0.7253>
- Martins CC, Pinto MADSC. Armazenamento de sementes de ipê-amarelo-do-brejo (*Handroanthus umbellatus* (Sond.) Mattos. Bignoniaceae). Ciência Florestal, v. 24, n. 3, p. 533-539, 2014. <https://doi.org/10.1590/1980-509820142403002>
- Martins L, Lago AA, Andrade AC. S. Armazenamento de sementes de ipê-branco: teor de água e temperatura do ambiente. Bragantia, v. 68, n. 3, p. 775-780, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052009000300026>
- Martins L, Lago AA, Cicero SM. Qualidade fisiológica de sementes de *Tabebuia avellanedae* e *Tabebuia impetiginosa* submetidas à ultra-secagem. Journal of Seed Science, v.33, n. 4, p. 626 – 634, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222011000400004>
- Medeiros ACS, Eira MTS. Comportamento fisiológico, secagem e armazenamento de sementes florestais nativas. Colombo: EMBRAPA, 13p. 2006.
- Mori NT, Moraes MLT, Morita CM, Mori ES. Genetic diversity between and within populations of *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos using microsatellite markers. Cerne, v. 18, n. 1, p. 9-15, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0104-77602012000100002>
- Nadarajan J, Walters C, Pritchard HW, Ballesteros D, Colville L. Seed Longevity—The Evolution of Knowledge and a Conceptual Framework. Plants, v. 12, n. 3, p. 1-22, 2023. <https://doi.org/10.3390/plants12030471>
- Pimenta JMA, Souza WMAT, Ferrari CS, Vieira FA, Fajardo CG, Pacheco M V. Selection of *Handroanthus impetiginosus* mother trees to support seed collection areas. Revista Árvore, v. 47, n. e4706, 2023. <https://doi.org/10.1590/1806-9088202300000006>
- Rosário WC, Rodrigues AAC, Oliveira ACS, Maia CB, Marques BR. Fisiologia, sanidade e controle de fitopatógenos em sementes florestais da Reserva Extrativista Quilombo do Frechal em Mirinzal – MA. Ciência Florestal, v. 32, n. 2, p. 959-978, 2022. <https://doi.org/10.5902/1980509864510>
- Salomão AN, Santos ZRI, José SCBR. Cryopreservation of *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers seeds. Hohnnea, v.47, n. e1042019, p. 1-8, 2020. <https://doi.org/10.1590/2236-8906-104/2019>
- Scarante AG, Matos MFS, Soares MTS, Aguiar AV, Wrege MS. Distribution of *Handroanthus heptaphyllus* in Brazil and future projections according to global climate change. Revista Geama, vol. 3, n. 4, p. 201-207, 2017.
- Shapiro SS, Wilk MB. An Analysis of variance test for normality. Biometrika, v. 52, n. 3, p. 591-611, 1965. <https://doi.org/10.2307/2333709>
- Silva JJ, Alenca SS, Gomes RA, Matias JR, Pelacani CR, Dantas BF. Conservation and physiological quality of *Handroanthus spongiosus* (Rizzini) S. Grose (Bignoniaceae) seeds. Journal of Seed Science, v.44, n. e202244007, 2022. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v44257812>
- Soares CRB, Rocha KJ, Tronco KMQ. Germinação de sementes de *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. O. Grose em substrato contendo resíduos agroindustriais. Journal of Biotechnology and Biodiversity, v.10, n. 1, p. 051-060, 2022. <https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v10n1.soares>
- Sugii NC, Weisenberger L, Keir MJ, Koob G, Zahawi RA. Ex situ conservation of threatened plant species in island biodiversity hotspots: A case study from Hawaii. Biological Conservation, v. 243, n. 108435, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108435>
- Tonetto TS, Araujo, MM, Muniz MFB, Walker C, Berghetti ALP. Storage and germination of seeds of *Handroanthus heptaphyllus* (Mart.) Mattos. Journal of Seed Science, v. 37, n. 1, p. 040-046, 2015. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v37n1141116>