

## Aspectos gerais da sensibilidade à dessecação de sementes florestais e sua relação em florestas tropicais

Francesca Salla<sup>1\*</sup>, Ildeu Soares Martins<sup>2</sup>, José Marcio Rocha Faria<sup>3</sup>, Rosana de Carvalho Cristo Martins<sup>2</sup>, Bianca Cerqueira Martins<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Docente do Centro Multidisciplinar – *Campus* Floresta, Universidade Federal do Acre, Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil. <sup>2</sup>Docente do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, Brasil. <sup>3</sup>Docente do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil. \*[francescasalla@gmail.com](mailto:francescasalla@gmail.com)

Recebido em: 01/09/2025 Aceito em: 12/02/2026 Publicado em: 20/04/2026

DOI: <https://doi.org/10.29327/269504.8.1-3>

### RESUMO

Este estudo teve como objetivo descrever a sensibilidade à dessecação em sementes florestais e investigar suas relações em florestas tropicais. Para isso, realizou-se uma revisão bibliográfica do tipo integrativa que estruturou resultados de pesquisas teóricas e empíricas, permitindo conclusões mais amplas sobre o tema. O texto foi organizado em tópicos e analisado a partir de 56 referências bibliográficas. Os tópicos abordados incluíram: aspectos gerais da tolerância e da sensibilidade à dessecação, armazenamento de sementes sensíveis à dessecação, preditores de sensibilidade, protocolos para caracterização do comportamento fisiológico durante a secagem e o contexto humano. O contexto relativo às florestas tropicais foi inserido ao longo dos temas selecionados. Observou-se que 33,93% das referências tratavam de aspectos gerais da tolerância e sensibilidade à dessecação de sementes, 32,14% do armazenamento, 10,71% de preditores de sensibilidade à dessecação, 8,93% de protocolos de mensuração e 14,29% do contexto humano. Destas referências, 14,50% possuíam informações em diferentes tópicos. Este estudo destaca a importância de entender os diferentes aspectos da sensibilidade à dessecação em sementes florestais, especialmente no contexto das florestas tropicais, para melhorar práticas de conservação e manejo dessas espécies.

**Palavras-chave:** Conservação. Armazenamento. Comportamento fisiológico.

## General aspects of desiccation sensitivity in forest seeds and their relationship with tropical forests

### ABSTRACT

The aim of this study was to describe desiccation sensitivity in forest seeds and to investigate its relevance in the context of tropical forests, based on an integrative literature review that synthesizes both theoretical and empirical research, thereby allowing broader conclusions on the topic. The text was organized into thematic sections and analyzed using 56 bibliographic references. These sections addressed general aspects of desiccation tolerance and sensitivity, storage of desiccation-sensitive seeds, predictors of sensitivity, protocols for assessing physiological behavior during drying, and the human context, with a particular focus on tropical forests throughout. The analysis revealed that 33.93% of the references addressed general aspects of desiccation tolerance and sensitivity, 32.14% storage of desiccation-sensitive seeds, 10.71% predictors of desiccation sensitivity, 8.93% protocols for assessing physiological behavior during drying, and 14.29% the human context. Among these references, 14.50% covered multiple topics. This study highlights the importance of understanding the various aspects of desiccation sensitivity in forest seeds, particularly within tropical forests, in order to improve conservation and management practices for these species.

**Keywords:** Conservation. Seed storage. Physiological behavior.

## INTRODUÇÃO

A conservação das sementes é um aspecto fundamental para a manutenção da biodiversidade e sustentabilidade das florestas tropicais. A tolerância à dessecação, que define a capacidade das sementes de resistirem à perda de água sem comprometer sua viabilidade (BUITINK et al., 2006), é um fator crucial nesse contexto. Enquanto sementes ortodoxas podem suportar baixos conteúdos de água e serem armazenadas por longos períodos, as sementes recalcitrantes demonstram sensibilidade significativa à dessecação, o que limita sua conservação *ex situ* (BEWLEY et al., 2013; ROBERTS, 1973; CHAITANYA; NAITHANI, 1994; LI; SUN, 1999; GREGGAINS et al., 2001; FARIA et al., 2004).

Regiões com flora altamente diversa e ameaçada são prioridade para a conservação, em especial das “espécies excepcionais”, que tem curta longevidade nas condições convencionais dos bancos de sementes, e que são muito representativas nas regiões tropicais (BREMAN et al., 2021). Essas plantas, geralmente, possuem sementes sensíveis à dessecação e essa característica é mais comum nas florestas tropicais e subtropicais úmidas, representando cerca de 47% da flora e demonstrando um forte padrão baseado em habitat (WYSE; DICKIE, 2017). Além do mais, em muitos cenários de alterações climáticas, em condições de seca, pode ocorrer maior risco na regeneração dessas espécies (PRITCHARD et al., 2022).

Conhecer as sementes sensíveis e não sensíveis à dessecação é uma importante questão dos conservacionistas que priorizam a conservação *ex situ*. Estudos desta natureza são importantes porque podem prever quais os grupos de plantas com sementes que podem estar enfrentando as maiores ameaças no que diz respeito às mudanças ambientais, e, ajudar no planejamento para sua conservação. Diante disso, o objetivo neste estudo foi descrever os aspectos da sensibilidade à dessecação em sementes florestais e verificar as relações existentes em florestas tropicais a partir da análise de uma revisão bibliográfica.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido com base em uma revisão integrativa da literatura, com o objetivo de reunir, analisar e sintetizar o conhecimento existente sobre a sensibilidade à dessecação de sementes florestais em ambientes tropicais. Foram utilizadas 56 referências bibliográficas, abrangendo tanto obras clássicas e fundamentais

sobre o tema quanto estudos recentes, com dados atualizados que contribuem para a compreensão atual da temática.

Os descritores desta revisão integrativa foram definidos com base na experiência dos autores ligados a diferentes instituições, de forma estratégica, alinhados à natureza e aos objetivos do estudo, visando assegurar a representatividade temática, a consistência conceitual e a profundidade analítica da literatura selecionada. Foram adotados como descritores principais os termos sementes florestais, sensibilidade à dessecação, ambientes tropicais e armazenamento de sementes, combinados de modo a delimitar o foco principal desta investigação. A seleção de fontes também considerou a relevância teórica e científica dos autores, priorizando aqueles reconhecidos nesta área acadêmica, com ênfase em estudos com abordagem fisiológica, ecológica e aplicada, o que permitiu reduzir o caráter descritivo da revisão e favorecer uma análise crítica e comparativa dos avanços, lacunas e desafios associados à conservação e ao uso de sementes de árvores nativas sensíveis à dessecação em florestas tropicais.

Foram utilizadas como fontes artigos científicos indexados em periódicos nacionais e internacionais, livros e capítulos de livros de referência, documentos institucionais e trabalhos acadêmicos. A revisão bibliográfica foi realizada entre os anos de 2020 e 2024 e contemplou publicações disponíveis na *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *Web of Science*, *Science Direct*, *Researchgate*, repositórios de universidades federais, bem como no Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), além de obras clássicas que fundamentam os aspectos fisiológicos e ecológicos da conservação de sementes. Essa diversidade de fontes assegurou a abrangência teórica e a atualidade das informações analisadas.

As informações analisadas foram divididas em: aspectos gerais da tolerância e da sensibilidade à dessecação, armazenamento de sementes sensíveis à dessecação, preditores de sensibilidade à dessecação em sementes, protocolos utilizados para mensuração do comportamento fisiológico na secagem de sementes florestais e contexto humano. O contexto relativo às florestas tropicais foi inserido ao longo dos temas selecionados.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A análise das referências utilizadas neste estudo revela um equilíbrio interessante entre literatura recente e produções mais antigas. Embora 41,1% das citações

correspondam aos últimos dez anos, observa-se que 58,9% são oriundas de publicações anteriores. Este dado evidencia a relevância contínua das referências clássicas na ciência moderna, sobretudo em áreas como a fisiologia de sementes, em que protocolos, preditores e guias técnicos, estabelecidos há décadas, ainda orientam pesquisas contemporâneas. Prova disso é que 25% das referências anteriores aos últimos dez anos abordam justamente aspectos clássicos da sensibilidade à dessecação, confirmando sua importância como fundamento teórico e metodológico.

A revisão de literatura integrativa é a mais ampla entre as revisões (SOUZA et al., 2010; DORSA, 2020), evidenciando métodos e ideias emergentes, como também preservando a memória científica necessária para compreender a evolução conceitual da área. Observou-se que 14% de referências utilizadas nesta pesquisa possuíam sobreposição temática, configurando não apenas um levantamento cronológico, mas um espaço de diálogo entre estudos que se complementam em perspectivas comuns.

Na Tabela 1 pode-se observar a distribuição das referências analisadas de acordo com os temas identificados: aspectos gerais da tolerância e sensibilidade à dessecação de sementes, armazenamento de sementes sensíveis, preditores de sensibilidade à dessecação, protocolos utilizados para mensuração do comportamento fisiológico na secagem e contexto humano. Algumas referências foram classificadas em mais de um tema, e as proporções correspondem à representatividade de cada categoria no conjunto total de fontes analisadas.

**Tabela 1** - Categorias temáticas das referências analisadas na revisão bibliográfica e sua proporcionalidade.

Temas	Proporção (%)
Aspectos gerais	33,93
Armazenamento	32,14
Preditores	10,71
Protocolos	8,93
Contexto humano	14,29

Mais do que simplesmente reunir e resumir publicações existentes, os artigos de revisão desempenham um papel crucial ao destacar estudos com maior impacto em frentes inovadoras do conhecimento. A escolha do tema revisado não é apenas uma questão técnica, mas pode representar um direcionamento estratégico, podendo influenciar a produção científica tanto na área específica quanto em campos interdisciplinares (NASSI-CALÒ, 2021).

Em florestas tropicais, a elevada frequência de espécies com sementes sensíveis à dessecação (WYSE; DICKIE, 2017) reforça a relevância dos resultados aqui discutidos, uma vez que tais sementes apresentam limitações significativas para a conservação *ex situ* por meio de bancos de sementes convencionais (BEWLEY et al., 2013; ROBERTS, 1973; CHAITANYA; NAITHANI, 1994; LI; SUN, 1999; GREGGAINS et al., 2001; FARIA et al., 2004). O modelo clássico de conservação, aplicado amplamente no mundo, baseado na secagem intensa e no armazenamento em baixas temperaturas (SMITH et al., 2003), mostra-se inadequado para muitas espécies em florestas tropicais, resultando em lacunas na conservação da diversidade genética e funcional desses ecossistemas (BEWLEY et al., 2013; BREMAN, 2021). Essa limitação é particularmente relevante em contextos tropicais, pois tem implicações diretas para programas de restauração florestal, que frequentemente dependem do armazenamento de sementes para planejamento, escalonamento e execução das ações de recomposição vegetal aplicando técnicas de semeadura direta (COCHRANE, 2017).

Além disso, a sensibilidade à dessecação impõe desafios operacionais aos viveiros florestais tropicais, uma vez que a curta longevidade das sementes exige sincronização precisa entre coleta, semeadura e produção de mudas, elevando custos e riscos de perda de material propagativo, o que restringe a viabilidade do armazenamento mesmo em curto prazo, sendo indicada, inclusive, a produção de mudas dessas espécies imediatamente após a coleta (DAVIDE et al., 2003). Essas limitações tornam-se ainda mais críticas quando consideradas em escala ecológica e climática, pois a regeneração de espécies com sementes sensíveis à dessecação pode ser comprometida em cenários de alterações climáticas, especialmente sob condições de seca (PRITCHARD et al., 2022), com evidências já registradas em regiões da Amazônia (SILVA et al., 2023), bem como em outros biomas brasileiros.

Mudanças climáticas acentuadas promovem a ocorrência de temperaturas mais altas e diminuição da precipitação atmosférica (SILVA et al., 2016). Algumas projeções destacam que, até meados de 2100, serão registrados aumentos na temperatura entre 3,5 a 4,5°C, com diminuição acentuada na distribuição de chuvas de cerca de 40 a 50%, comprometendo especialmente as regiões semiáridas no mundo (AMBRIZZI; ARAÚJO, 2012). Isso impacta diretamente nos mecanismos de sobrevivência de muitas espécies vegetais (GONDIM et al., 2010). Dentre os mecanismos fisiológicos dependentes do ambiente em áreas florestais, destaca-se a germinação de sementes, essencial para a perpetuação de espécies vegetais; e diretamente relacionada a gradientes de fatores como

água, luz, temperatura e oxigênio em quantidades adequadas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Além disso, atividades produtivas sustentáveis são alternativas econômicas que promovem a valorização dos produtos da biodiversidade vegetal nativa, promovendo uma relação direta entre geração de renda e conservação ambiental (QUEIROZ, 2005). É necessária a criação de políticas públicas, legislações, instituições e centros de desenvolvimento que protejam a biodiversidade e o conhecimento tradicional, evitando, desta forma, a biopirataria (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2012, AGOSTINHO, 2016).

Diante desse contexto, torna-se evidente que a conservação e o uso de espécies tropicais com sementes sensíveis à dessecação demandam estratégias alternativas aos bancos de sementes tradicionais. Abordagens como: coleções vivas, bancos de germoplasma em campo, produção contínua de mudas em viveiros, criopreservação e a semeadura direta assumem papel estratégico para a conservação da biodiversidade e a restauração florestal em ambientes tropicais. Assim, a compreensão aprofundada da sensibilidade à dessecação emerge como um elemento central para subsidiar decisões práticas no planejamento e na execução de estratégias de conservação e restauração florestal nos trópicos.

### *Aspectos Gerais*

A tolerância à dessecação é a capacidade que as sementes de algumas espécies têm de tolerar à secagem, o que permite se manterem viáveis por longos períodos quando armazenadas em estado seco. Iniciada a embebição, a tolerância à dessecação diminui, sendo perdida totalmente após a protrusão da raiz primária (BUITINK et al., 2006).

A capacidade de perder água, sem que ocorra prejuízos acentuados à viabilidade das sementes, é decorrente de ajustes metabólicos e estruturais que protegem as células durante o processo de secagem (BEWLEY et al., 2013). Cada semente apresenta respostas variáveis de comportamento frente a um determinado estímulo, sendo bastante flexíveis. Embora ocorra individualmente e com ampla diversidade de respostas, o comportamento das populações de sementes pode ser definido com muita precisão (BRADFORD, 2018).

A secagem em sementes pode resultar em perdas de qualidade fisiológica, comprometimento da germinação e morte, o que distingue espécies com sementes recalcitrantes (sensíveis à dessecação) de ortodoxas (tolerantes) (NAUTIYAL; PUROHIT, 1985; CASTRO et al., 2004; BEWLEY et al., 2013). Em sementes ortodoxas, porém, a secagem a níveis baixos de umidade prolonga o armazenamento, diminuindo os

processos deteriorativos (BEWLEY et al., 2013). Por outro lado, sementes recalcitrantes apresentam declínio da viabilidade à medida que elas passam por processos de secagem (ROBERTS, 1973; CHAITANYA; NAITHANI, 1994; LI; SUN, 1999; GREGGAINS et al., 2001; FARIA et al., 2004). É crucial destacar que os estudos sobre os possíveis impactos das mudanças climáticas nas opções de conservação *ex situ* para sementes recalcitrantes têm sido negligenciados (FERNÁNDEZ et al., 2023), resultando em lacunas na cobertura de plantas úteis nos níveis geográfico, taxonômico e genético (BREMAN et al., 2021).

Em algumas regiões tropicais, ao longo dos últimos anos, já estão ocorrendo cenários de alterações climáticas, em especial, grandes períodos de seca (SILVA et al., 2023). Essa questão é importante, pois há uma maior propensão de ocorrência de espécies com sementes sensíveis à secagem nesses ambientes (TWEDDLE et al., 2003; GOLD; HAY, 2014) e com maior risco na regeneração (PRITCHARD et al., 2022). A consequência disso é o crescimento da abundância de espécies tolerantes à seca, como apontado por Esquivel-Muelbert et al. (2019), em um cenário onde a extinção de espécies arbóreas já é prevista em razão das mudanças climáticas (BREMAN et al., 2021).

Sementes classificadas com comportamento recalcitrante não suportam desidratação abaixo de 20-30% de água e não toleram armazenamento a temperaturas negativas. Por outro lado, sementes ortodoxas podem tolerar a dessecação a conteúdo de água em torno de 5% e podem ser armazenadas até em temperaturas negativas (ROBERTS, 1973). Há ainda um terceiro grupo de sementes, denominadas intermediárias, que perdem a viabilidade quando dessecadas abaixo de 10-12% de umidade ou quando dessecadas até esse nível e armazenadas em temperaturas negativas (ELLIS et al., 1990).

Sementes recalcitrantes ganham destaque em florestas tropicais úmidas, porque geralmente são grandes, com alto conteúdo de água, germinação ocorrendo logo após à dispersão e com potencial de armazenamento geralmente curto. Porém, nos trópicos, existem também sementes que apresentam características de considerável longevidade, apresentando tegumento duro e outras características que determinam outros padrões de comportamento. Essas, entre outras características, estão atreladas ao grau de sazonalidade da floresta (VAZQUEZ-YANES; OROZCO-SEGOVIA, 1984). Muthuthanthirige et al. (2020) relatam que sementes de *Strychnos benthamii* são sensíveis à dessecação e apresentam dormência morfofisiológica, revelando que estas são adaptações do seu ambiente não sazonal. Sementes recalcitrantes de *Swartzia langsdorffii*

são dispersas durante a estação seca, e permanecem viáveis por até 7 meses após a dispersão, com manutenção do conteúdo de água, sendo importante para manutenção da viabilidade ao longo do tempo durante a estação seca (VAZ et al., 2016).

Vale ressaltar que, nos trópicos, existem também sementes que apresentam considerável longevidade, possuindo tegumento duro e outras características que determinam outros padrões de comportamento. Essas, entre outras características, estão atreladas ao grau de sazonalidade da floresta (VAZQUEZ-YANES; OROZCO-SEGOVIA, 1984). Isso é interessante porque muitas espécies do gênero *Eugenia* dispersam sementes com conteúdo de água elevado, sendo sensíveis a redução de água a níveis inferiores a 45% (DELGADO; BARBEDO, 2007). No entanto, algumas espécies deste gênero produzem sementes tolerantes a déficits hídricos, tanto em intensidade quanto em duração (INOCENTE; BARBEDO, 2019). Já no caso do araçá-boi (*Eugenia stipitata*), árvore frutífera da Amazônia, cujas sementes recalcitrantes podem chegar a perder a viabilidade com 47% de umidade, possuem tegumento com resistência mecânica à expansão do embrião (não característico para essa classificação fisiológica), necessitando de tratamentos para a quebra de dormência (GENTIL; FERREIRA, 1999). Outras espécies desse gênero ainda possuem a capacidade de produzir diversas plantas a partir de uma única semente (AMORIM et al., 2020); demonstrando, assim, as diferentes estratégias de regeneração de espécies que possuem sementes recalcitrantes.

### ***Armazenamento de sementes sensíveis***

A utilização de espécies que possuem sementes sensíveis à dessecação é uma grande preocupação nos programas de recuperação ambiental, uma vez que o armazenamento dessas sementes por longos períodos é inviável. Por essa razão, Davide et al. (2003) recomendam o aproveitamento imediato dessas sementes para a produção de mudas. Contudo, sementes sensíveis à dessecação podem apresentar maior longevidade quando armazenadas com conteúdo de água adequado (ARAÚJO et al., 1994).

Independente do ambiente de armazenamento, a partir da maturidade fisiológica, o processo de deterioração, e, portanto, o envelhecimento das sementes, se inicia e, ao longo do tempo, percebe-se mudanças significativas no percentual, velocidade, uniformidade e emergência de plântulas (BEWLEY et al., 2013). No processo de deterioração, uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas vai determinar a queda da qualidade das sementes, culminando com a sua morte.

Vários são os trabalhos que verificam a deterioração de sementes associada às condições de armazenamento, podendo estar relacionadas à temperatura, umidade, tipo de embalagem, local de armazenamento, entre outros (FERREIRA; GENTIL, 2003; MARCOS FILHO, 2005). A manutenção da viabilidade, geralmente, relaciona-se com temperaturas de armazenamento mais amenas e com a mais baixa umidade possível. Porém, essas características são flutuantes, de acordo com o comportamento das sementes de cada espécie (FLORIANO, 2004).

O tipo de embalagem também afeta, de forma diferenciada, o comportamento das sementes frente ao armazenamento. Em geral, indicam-se embalagens porosas e semiporosas para o armazenamento de sementes recalcitrantes (que necessitam de aeração); enquanto embalagens impermeáveis são indicadas para sementes ortodoxas (vidro, metal ou plásticos espessos) (HONG; ELLIS, 2003).

Manter a diversidade genética de árvores que produzem sementes com sensibilidade à dessecação é difícil na conservação *ex situ*. Contudo, nos trópicos, tecnologias de criopreservação, que envolvem o armazenamento a temperaturas ultrabaixas, frequentemente em nitrogênio líquido ( $-196^{\circ}\text{C}$ ), estão sendo desenvolvidas e apresentam êxito; sendo essas tecnologias mais caras quando comparadas a conservação de sementes tolerantes a secagem (WALTERS et al., 2013). No entanto, alguns estudos buscam a redução da sensibilidade à dessecação de sementes florestais utilizando-se tratamentos com soluções de polietilenoglicol, ácido salicílico, sacarose e glicerol antes da secagem. Alguns desses estudos têm apresentado resultados promissores, apesar da variação das respostas de acordo com a espécie estudada (PEREIRA et al., 2024b).

Diante disso, muitos são os trabalhos que verificam essas e outras questões relacionadas à longevidade das sementes e ao armazenamento. Genna et al. (2020) encontraram 1,2 a 8,8 vezes maior deterioração em sementes que foram armazenadas em galpão, quando comparado ao armazenamento em sala climatizada. O armazenamento úmido melhorou a germinação de sementes de *Bertholletia excelsa*, sugerindo a presença de dormência morfológica relacionada à imaturidade do embrião. Essa técnica permite conservar as sementes em areia úmida, à temperatura ambiente, por até seis meses, sem perda de viabilidade, enquanto o embrião continua seu desenvolvimento (SILVA et al., 2009). O armazenamento das sementes recalcitrantes de *Eugenia stipitata* a  $25^{\circ}\text{C}$  com vermiculita umedecida mantém a viabilidade elevada por até 12 meses. A submersão em água também é eficiente para armazenamento das sementes desta espécie por até um ano.

Porém, em ambos os ambientes de armazenamento, a germinação inicia em poucos meses (CALVI et al., 2017), sendo este um aspecto negativo desse armazenamento.

Armazenadas também em condições hidratadas, porém em solução de polietileno glicol (PEG) com baixo potencial hídrico, sementes recalcitrantes de *Inga vera* aumentaram o tempo de vida (PEREIRA et al., 2020a). Sementes de *Boswellia papyrifera* apresentaram melhor desempenho quando armazenadas a 21 °C, mantendo sua viabilidade por 12 meses (ESHETE et al., 2012). Sementes recalcitrantes de *Cupania vernalis*, armazenadas por 240 dias, apresentaram melhor conservação com grau de umidade de 40%, associado à temperatura de 10 °C. Para sementes de *Campomanesia phaea* indica-se a conservação em sacos plásticos, em câmara fria (MALUF; PISCIOTTANO-EREIO, 2005). Já as sementes de *Pilosocereus gounellei*, em ambiente natural, conservam melhor sua viabilidade quando armazenadas em saco de papel multifoliado (ABUD et al., 2012). Técnicas a vácuo ou com revestimento de biofilme também apresentam eficiência para o armazenamento de sementes de *Eugenia involucrata* (ALEGRETTI et al., 2015).

### **Preditores da sensibilidade à dessecação em sementes**

Métodos que utilizam a morfologia da semente e sua procedência são utilizados como indicadores de sensibilidade à dessecação. Por exemplo: em florestas tropicais, a propensão de ocorrência de sementes com sensibilidade à secagem é maior quando comparado a ambientes secos (TWEDDLE et al., 2003; GOLD; HAY, 2014; SALAZAR et al., 2018).

Muitos preditores podem ser observados para indicar a probabilidade de uma semente ser sensível à dessecação ou não. Para sementes sensíveis, os preditores mais observados são: tamanho da semente (geralmente maiores); espessura do tegumento (tegumentos finos); época de dispersão (período chuvoso); velocidade de germinação (rápida); habitat (frequente de ambientes úmidos/várzeas) (PRITCHARD et al., 2004); massa de matéria seca e úmida (sementes com maior massa) (HONG; ELLIS, 1998; PRITCHARD et al., 2004); permeabilidade do tegumento (permeável à água e oxigênio) (VAZ et al., 2016); conteúdo de água das sementes no momento da dispersão (altos teores) (HONG; ELLIS, 1998; PRITCHARD et al., 2004); procedência das sementes (geralmente de regiões com alta pluviosidade) (TWEDDLE et al., 2003); formas de vida (árvores e arbustos são mais propensos a terem sementes sensíveis) (GOLD; HAY, 2014); entre outros.

Apesar de serem tendências, muitas dessas características necessitam de mais pesquisas para serem confirmadas. Além do mais, os preditores, isoladamente, não possuem total confiabilidade para a classificação do comportamento das sementes, uma vez que, segundo PRITCHARD et al. (2004), muitas espécies com sementes tolerantes à dessecação também apresentam tamanho grande e podem ser dispersas em períodos de alta umidade. Da mesma forma, sementes recalcitrantes de *Swartzia langsdorffii* são dispersas em épocas secas (VAZ et al., 2016). Apesar disso, não se pode descartar que a utilização desses preditores em conjunto possa melhorar a capacidade de acerto com relação a classificação fisiológica. Essas informações são importantes para os estudos que investigam espécies com sementes ainda pouco conhecidas, sendo possível, de antemão, prever sua classificação fisiológica e proceder com técnicas adequadas, já conhecidas para um ou outro grupo.

### ***Protocolos***

O protocolo mais bem aceito para a classificação fisiológica das sementes é o de Hong e Ellis (1996). Ele estabelece, em primeiro lugar, a secagem das sementes até 10–12% de conteúdo de água, seguida de um teste de germinação. Se a maioria das sementes morrer, elas são provavelmente recalcitrantes. Caso contrário, procede-se a uma nova secagem até 5% de umidade, com a realização de outro teste de germinação. Se a maioria não sobreviver, as sementes serão classificadas como provavelmente intermediárias. No entanto, se resistirem a essa etapa, realiza-se o teste final: congelamento das sementes com 5% de umidade a –20 °C, por três meses, e, em seguida, submetê-las a um novo teste de germinação. Se a maioria sobreviver, serão consideradas ortodoxas; caso contrário, classificam-se novamente como provavelmente intermediárias (HONG; ELLIS, 1996). Esse método é especialmente relevante porque permite identificar as sementes intermediárias, um grupo que outros protocolos não conseguem distinguir.

Quando não se tem sementes disponíveis em grande quantidade, pode-se optar pelo teste de 100 sementes proposto por Pritchard et al. (2004). Este método consiste em determinar o equilíbrio de umidade relativa inicial do lote de sementes e determinar o conteúdo de água de 10 sementes individuais, seguidos de teste de germinação contendo duas amostras de 13 sementes. Secar 32 sementes em sílica gel até cerca de 15% de umidade e manter 32 sementes em um controle com umidade elevada, utilizando vermiculita umedecida. Manter ambas as amostras em estufa a 25 °C para as espécies tropicais. Quando as sementes secas chegarem à umidade desejada, deve-se realizar novo

teste de umidade, utilizando-se 2 sementes; e o teste de germinação (2 amostras de 13 sementes) tanto das sementes secas quanto das úmidas. Sementes que passaram pelo teste de secagem e sobreviveram são classificadas como ortodoxas; e sementes que não sobreviveram a secagem, recalcitrantes (GOLD; HAY, 2014).

Alguns trabalhos utilizam o método *Seed-coat ratio* - SCR (Relação semente-tegumento) como indicador da sensibilidade à dessecação. Esse método consiste em coletar os frutos no momento da dispersão natural, remover e limpar as sementes, sem, no entanto, retirar o endocarpo lenhoso que envolve as sementes formadas em bagas ou drupas, quando presente. Deve-se dessecar, no mínimo, oito sementes individuais, separando o endocarpo/testa e o embrião/endosperma, e determinar a massa seca de cada componente. A dessecação deve ser realizada a 103°C por 17 horas, seguida da determinação do peso seco. Em seguida, calcula-se a Razão do Tegumento da Semente (SCR), dividindo-se a massa seca das estruturas de revestimento pela massa seca total da unidade de dispersão. Por fim, é possível prever a probabilidade de sensibilidade à dessecação (P) utilizando-se a seguinte equação:

$$P = \frac{e^{3,269-9,974a+2,156b}}{1 + e^{3,269-9,974a+2,156b}}$$

Em que a é SCR e b é  $\log_{10}$  (massa seca da semente), em gramas. Se P for maior que 0,5, a semente provavelmente é sensível à dessecação (DAWS et al., 2006; LAN et al., 2014; GOLD; HAY, 2014; PELISSARI et al., 2018; MORAES et al., 2020).

Baseado no modelo apresentado por Daws et al. (2006) e na análise de PCA das características morfológicas das sementes, Pelissari et al. (2020) propuseram um modelo aprimorado que analisa a relação entre a razão tegumento/massa da semente (SCR), massa da semente e conteúdo de água do embrião + endosperma com a tolerância à dessecação. Eles verificaram que o conteúdo de água do embrião + endosperma, o peso seco e o SCR são preditores confiáveis para a classificação de sementes tropicais quanto à tolerância à dessecação e ao armazenamento. O modelo proposto possui 92% de precisão; porém, o uso de modelos que combinem mais variáveis (características morfológicas) elevam as chances de uma classificação correta. A seguir, o modelo proposto por Pelissari et al. (2018).

$$p^{(TD)} = \frac{1}{(1 + (EXP - 0.1627245 * A + 1.372784 * B - 0.4599876 * C - 4.348336))}$$

Em que  $p(TD)$  é a probabilidade de tolerância à dessecação,  $A$  é o conteúdo de água do embrião + endosperma,  $B$  é o SCR e  $C$  é o peso seco da semente. A semente é classificada como sensível à dessecação se o valor de  $p(TD)$  for maior que 0,5, ou tolerante à dessecação se  $p(TD)$  for menor que 0,5.

### **Contexto humano**

A maior parte dos trabalhos acima citados verifica a deterioração associada à secagem com métodos que necessitam de fontes de energia confiáveis, que suportem os sistemas de refrigeração e desumidificação recomendados para o armazenamento em longo prazo. Porém, em comunidades rurais de países tropicais de baixa e média renda, que possuem particular instabilidade nas fontes de energia, a conservação de sementes é uma problemática, sendo necessárias técnicas alternativas. Diante disso, em comunidades rurais na Guatemala, foi testada a “cadeia seca” (GUZZON et al., 2020). Introduzida anteriormente por Bradford et al. (2018), a “cadeia seca” consiste em realizar a secagem inicial das *commodities* duráveis, seguida do armazenamento em recipientes herméticos. Assim, nas comunidades rurais da Guatemala, as sementes passaram pelo processo de secagem inicial com um dessecante reutilizável, seguida de sua conservação de acordo com o método. O método de armazenamento “cadeia seca” foi comparado com o método utilizado nas reservas comunitárias de sementes (RCS) e em celeiros dos agricultores, que armazenam as sementes não secas em frascos hermeticamente fechados e em armazenamento aberto. Os resultados demonstram que as sementes que passaram por tratamento de “cadeia seca” mantiveram a viabilidade alta, com menor ataque de fungos e patógenos, melhorando a segurança das sementes para os agricultores, e sendo uma boa solução para a conservação de sementes em *hotspots* de biodiversidade de áreas tropicais.

A implementação da “cadeia seca” é interessante para atividades nas comunidades por apresentarem técnicas mais econômicas, aproveitando ao máximo a secagem baseada no clima. Como exemplo, o ar ambiente ou secagem solar para remover o máximo de água possível do produto e a utilização de embalagens que não permitem a troca de umidade com o meio externo; reduzindo, assim, as perdas pós-colheita e melhorando a segurança alimentar em climas úmidos (BRADFORD et al., 2018), sendo eficientes para tecnologia de armazenamento de sementes (GUZZON et al., 2020). Em adição, técnica

utilizada para conservação de alimentos, e também para outros fins. Para o armazenamento de sementes, tem-se o sistema *pot in pot*, também conhecido como *evaporative cooling*, *zeer pot*, este método é baseado no sistema de resfriamento evaporativo, sendo produzido de diferentes maneiras, seguindo metodologias simples para resfriar os alimentos sem o uso de eletricidade. Esse sistema reduz a temperatura em até 15 °C em seu interior. Porém, a umidade relativa do ar permanece alta (SILVA, 2021), o que pode favorecer o armazenamento de sementes sensíveis à dessecação, armazenadas em sacos de papel e de sementes ortodoxas em recipientes de vidro.

A maior parte do conhecimento sobre métodos de propagação, classificação ecológica das plantas e classificação fisiológica das sementes está voltada para espécies consideradas de valor econômico (VAZQUEZ-YANES; OROZCO-SEGOVIA, 1984). No contraponto ao modelo atual da agricultura, a agroecologia leva em consideração as condições sociais, otimizando as interações entre plantas, animais, seres humanos e meio ambiente para o desenvolvimento de sistemas alimentares sustentáveis e justos; e desenvolvendo inovações que se baseiam no conjunto de práticas científicas e tradicionais (FAO, 2018). Neste sentido, para Arboleda e Barros (2016), as práticas utilizadas pelo povo Ticuna na etnoconservação estão fortemente associadas às dinâmicas do ecossistema e se interligam as suas crenças, bem como rituais e mitos existentes. Identificam-se práticas de armazenamento voltadas às safras anuais, artesanato e as chamadas sementes de roça, bem como aquelas utilizadas em rituais; além de processos de troca-venda e de presentes.

Mesmo apresentando muitas dimensões entre a sociedade humana e as sementes, a diversidade genética e a produção de alimentos são os aspectos que recebem mais atenção. Porém, para que os agroecossistemas e a restauração florestal contribuam para o futuro do ser humano e com a sustentabilidade do planeta é necessário compreender os significados dessas sementes para a comunidade e os valores materiais e imateriais nesta relação. Nesta perspectiva, Pereira e Soglio (2020a) observam os desafios e as perspectivas na construção do conhecimento sobre a agrobiodiversidade pela pesquisa interdisciplinar sobre as variedades crioulas e os agricultores, sendo a questão das sementes um ponto de discussão importante entre a agricultura convencional e a agricultura sustentável. Em si, as sementes crioulas estão na base da alimentação ancestral e cotidiana das comunidades rurais em todo o mundo; e a construção de um conhecimento agroecológico é essencial e envolve o compartilhamento de saberes e práticas sobre a

dinâmica ecossistêmica, bem como as tecnologias populares para a solução de problemas e adequação dentro do contexto ambiental climático (PEREIRA; SOGLIO, 2020b).

Assim, a conservação de variedades locais, crioulas e tradicionais são de fundamental importância no que diz respeito aos recursos genéticos que apresentam diferentes genótipos, que podem sobreviver a estresses bióticos e abióticos, e que são chaves para a soberania alimentar (MACHADO, 2020).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A literatura utilizada neste estudo confirma que não há soluções universais para a conservação e armazenamento de sementes sensíveis à dessecação, sendo a viabilidade dependente do controle da umidade, da temperatura e do tipo de armazenamento, conforme a fisiologia e a ecologia de cada espécie.

Preditores morfológicos e fisiológicos, quando utilizados de forma integrada, ampliam a precisão na classificação do comportamento das sementes e subsidiam decisões técnicas em conservação e restauração florestal. Os avanços em técnicas como o uso de substratos úmidos, soluções osmóticas, biofilmes e sistemas alternativos de resfriamento ampliam as possibilidades de conservação temporária e aplicação prática dessas sementes, especialmente em contextos tropicais com restrições de infraestrutura.

Assim, a conservação e o uso sustentável de espécies com sementes sensíveis à dessecação demandam abordagens interdisciplinares, capazes de integrar ciência, tecnologia e contextos socioculturais, especialmente frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas. Diante desses entendimentos, recomenda-se que estudos futuros aprofundem a investigação dessas características em espécies nativas ainda pouco estudadas, avaliem os impactos dos extremos climáticos nas regiões tropicais sobre a viabilidade e a regeneração dessas espécies e promovam o desenvolvimento de tecnologias de armazenamento acessíveis e adaptadas às condições tropicais.

## **AGRADECIMENTOS**

O primeiro autor agradece a colaboração financeira do Programa de suporte da Pós-graduação da Universidade de Brasília e Universidade Federal do Acre. José Marcio Rocha Faria agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade em pesquisa (Processo no. 301637/2025-3).

## REFERÊNCIAS

- ABUD, H. F.; PEREIRA, D. de S.; GONÇALVES, N. R.; PEREIRA, M. de S.; BEZERRA, A. M. E. Armazenamento de sementes de xique-xique. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3, p. 473-479, 2012.
- AGOSTINHO, A. B. Centro de investigação e de desenvolvimento em etnobotânica: transformando o conhecimento tradicional em científico. **Biodiversidade**, v. 15, p. 67-76, 2016.
- ALEGRETTI, L.; JÚNIOR, A.V.; BORTOLINI, A.; HOSSEL, C.; ZANELA, J.; CITADIN, I. Armazenamento de sementes de cerejas-do-mato (*Eugenia involucrata*). submetidas ao recobrimento com biofilmes e embalagem a vácuo. **Revista Ceres**, v. 62, n. 1, p. 124-127, 2015.
- AMBRIZZI, T.; ARAÚJO, M. **Sumário Executivo do Volume 1 - Base Científica das Mudanças Climáticas**. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 para o 1º Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Rio de Janeiro, 2012. 34 p.
- AMORIM, I. P.; SILVA, J. P. N.; BARBEDO, C. J. As sementes de *Eugenia* spp. (Myrtaceae) e seus novos conceitos sobre propagação. **Hoehnea**, v. 47, p. 1-18, 2020.
- ARAÚJO, E. F.; SILVA, R. F.; ARAÚJO, R. F. Avaliação da qualidade de sementes de açaí armazenadas em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 16, n. 1, p. 76-79, 1994.
- ARBOLEDA, B. H. L.; BARROS, F. B. Práticas de armazenamento de sementes do povo Ticuna na tríplice fronteira amazônica (Brasil – Colômbia – Peru). **Espaço Ameríndio**, v. 10, n. 2, p. 66-95, 2016.
- BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3 ed. New York: Springer-Verlag, 2013. 376p.
- BRADFORD, K. J.; DAHAL, P.; ASBROUCK, J. V.; KUNUSOTH, K.; BELLO, P.; THOMPSON, J.; WU, F. The dry chain: Reducing postharvest losses and improving food safety in humid climates. **Trends in Food Science & Technology**, v. 71, p. 84 – 93, 2018.
- BREMAN E.; BALLESTEROS, D.; CASTILLO-LORENZO, E.; COCKEL, C.; DICKIE, J.; FARUK, A.; O'DONNELL, K.; OFFORD, C. A.; PIRONON, S.; SHARROCK, S.; ULIAN, T. Plant Diversity Conservation Challenges and Prospects-The Perspective of Botanic Gardens and the Millennium Seed Bank. **Plants**, v.10, p. 1-35, 2021.
- BUITINK, J. LEGER, J. J.; GUIBLE, I.; VU, B. L.; WUILLÈME, S.; LAMIRAULT, G.; BARS, A. L.; MEUR, N. L.; BECKER, A.; KUSTER, H.; LEPRINCE, O. Transcriptome profiling uncovers metabolic and regulatory processes occurring during the transition from desiccation sensitive to desiccation-tolerant stages in *Medicago truncatula* seeds. **The Plant Journal**, v. 47, n. 5, p. 735-750, 2006.
- CALVI, G. P.; ANJOS, A. M. G.; PRITCHARD, I. K. H. W.; FERRAZ, I. D. K. Exceptional flooding tolerance in the totipotent recalcitrant seeds of *Eugenia stipitata*. **Seed Science Research**, v. 27, p. 121-130, 2017.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. FUNEP: Jaboticabal, 2012, 590 p.
- CASTRO, R. D. de; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI (Ed.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 51 – 67.
- CHAITANYA, K. S. K.; NAITHANI, S. C. Role of superoxide, lipid peroxidation and superoxide dismutase in membrane perturbation during loss of viability in seeds of *Shorea robusta Gaertn*. **New Phytologist**, v. 126, n. 4, p. 623-627, 1994.
- COCHRANE, A. Modelling seed germination response to temperature in Eucalyptus L'Her. (Myrtaceae) species in the context of global warming. **Seed Science Research**, v. 27, p. 99–109, 2017.

DAVIDE, A. C.; CARVALHO, L. R. de; CARVALHO, M. L. M. de; GUIMARÃES, R. M. Classificação fisiológica de sementes de espécies florestais pertencentes à família Lauraceae quanto à capacidade de armazenamento. **Cerne**, v. 9, n. 1, p. 29-35, 2003.

DAWS, M. I.; GARWOOD, N. C.; PRITCHARD, H. W. Prediction of Desiccation Sensitivity in Seeds of Woody Species: A Probabilistic Model Based on Two Seed Traits and 104 Species. **Annals of Botany**, v. 97, p. 667-674, 2006.

DELGADO, L. F.; BARBEDO, C. J. Tolerância à dessecação de sementes de espécies de *Eugenia*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 265 – 272, 2007.

DORSA, A. C. O papel da revisão da literatura na escrita de artigos científicos. **Interações**, v. 21, n. 4, p. 681–683, 2020.

ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, H. An intermediate category of seed storage behavior? I. Coffee. **Journal of Experimental Botany**, v. 41, n. 230, p.1167-1174. 1990.

ESHETE, A.; TEKETAY, D.; LEMENIH, M.; BORGES, F. Effects of resin tapping and tree size on the purity, germination and storage behavior of *Boswellia papyrifera* (Del.) Hochst. seeds from Metema District, northwestern Ethiopia. **Forest Ecology and Management**, v. 269, p. 31–36, 2012.

ESQUIVEL-MUELBERT, A.; PHILLIPS, O. L.; BRIENEN, R. J. W.; FAUSET, S.; SULLIVAN, M. J. P.; et al. Compositional response of Amazon forests to climate change. **Global Change Biology**, v. 25, n.1, p. 39-56, 2019.

FAO. **The 10 elements of agroecology – Guiding the transition to sustainable food and agricultural systems**. 2018. 15p. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/3d7778b3-8fba-4a32-8d13-f21dd5ef31cf/content>. Acesso em 10 set. 2025.

FARIA, R. J.; VAN LAMMEREN, A.; HILHORST, H. Desiccation sensitivity and cell cycle aspects in seeds of *Inga vera* subsp. *affinis*. **Seed Science Research**, v. 14, n. 2, p.165-178, 2004.

FERNÁNDEZ, A.; LEÓN-LOBOS, P.; CONTRERAS, S.; OVALLE, J.F.; SERSHEN, WALT, K.V.D.; BALLESTEROS, D. The potential impacts of climate change on ex situ conservation options for recalcitrant-seeded species. **Frontiers in Forests and Global Change**, p. 1–20, 2023.

FERREIRA, S. A. do N.; GENTIL, D. F. Armazenamento de sementes de camu-camu (*Myrciaria dubia*) com diferentes graus de umidade e temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 440-442, 2003.

FLORIANO, E. P. **Armazenamento de sementes florestais**. Caderno Didático n. 1, 1 ed., Santa Rosa: ANORGS, 2004. 10p.

GENNA, N. G.; WALTERS, C.; PÉREZ, H. E. Viability and vigour loss during storage of *Rudbeckia mollis* seeds having different mass: an intra-specific perspective. **Seed Science Research**, v. 30, p. 122–132, 2020.

GENTIL, D. F. O.; FERREIRA, S. Viabilidade e superação da dormência em sementes de araçá-boi (*Eugenia stipitata* ssp. *sororia*). **Acta Amazônica**, v. 29, p. 21–31, 1999.

GOLD, K.; HAY, F. **Identificando sementes sensíveis à dessecação**. Folha de Informações Técnicas\_10 Royal Botanic Gardens. Millennium Seed Bank Partnership New, 2014. 4 p.

GONDIM, T. M. de S.; CAVALCANTE, L. F.; BELTRÃO, N. E. de M. Aquecimento global: salinidade e consequências no Comportamento vegetal. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 14, n. 1, p. 37–54. 2010.

GREGGAINS, V.; FINC-SAVAGE, W. E.; ATHERTON, N. M.; BERJAK, P. Viability loss and free radical processes during desiccation of recalcitrant *Avicennia marina* seeds. **Seed Science Research**, v. 11, n. 3, p. 235-242, 2001.

- GUZZON, F.; BELLO, P.; BRADFORD, K. J.; GUZMAN, M. de L. A. M.; COSTICH, D. Enhancing seed conservation in rural communities of Guatemala by implementing the dry chain concept. **Biodiversity and Conservation**, v. 29, p. 3997-4017, 2020.
- HONG, T. D.; ELLIS, R. H. **A protocol to determine seed storage behavior**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), 1996. 55 p.
- HONG, T. D.; ELLIS, R. H. Storage. In: VOZZO, J.A. (ed.) **Tropical Tree Seed Manual**. United States: Department of Agriculture Forest Service, 2003. 899p.
- HONG, T. D.; ELLIS, R. H. Contrasting seed storage behaviour among different species of *Meliaceae*. **Seed Science and Technology**, p. 26, p. 77-95, 1998.
- INOCENTE, M. C.; BARBEDO, C. J. Germination of *Eugenia brasiliensis*, *E. involucrata*, *E. pyriformis*, and *E. uniflora* (Myrtaceae) under water-deficit conditions. **Journal of Seed Science**, v. 41, p. 076-085, 2019.
- LAN, Q.; XIA, K.; WANG, X.; LIU, J.; ZHAO, J.; TAN, Y. Seed storage behavior of 101 woody species from the tropical rainforest of southern China: a test of the seed-coat ratio–seed mass (SCR–SM) model for determination of desiccation sensitivity. **Australian Journal of Botany**, v. 62, p. 305-311, 2014.
- LI, C.; SUN, W. Q. Desiccation sensitivity and activities of free radical-scavenging enzymes in recalcitrant *Theobroma cacao* seeds. **Seed Science Research**, v. 9, n. 3, p. 209-217, 1999.
- MACHADO, A. T. A. Conservação e o desenvolvimento das sementes crioulas em uma perspectiva interdisciplinar da agrobiodiversidade In: PEREIRA, V. C.; SOGLIO, F. K. (ed.) **A conservação das sementes crioulas: uma visão interdisciplinar da agrobiodiversidade**. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2020. 558p.
- MALUF, A. M.; PISCIOTTANO-EREIO, W. A. Secagem e armazenamento de sementes de cambuci. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 707-714, 2003.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.
- MORAES, K. N. O.; OLIVEIRA, F. N. L. de; BENTO, M. de C.; BRITO, R. S. de; MESQUITA, A. G. G. Classificação fisiológica de sementes florestais quanto a tolerância à dessecação e armazenamento. **Revista Verde**, v. 15, n. 1, p. 01-05, 2020.
- MUTHUTHANTHIRIGE, D. L.; WIJETUNGA, W. M. G. A. S. T. B.; GEHAN JAYASURIYA, K. M. G. Epicotyl morphophysiological dormancy and storage behaviour of seeds of *Strychnos nux-vomica*, *Strychnos potatorum* and *Strychnos benthamii* (Loganiaceae). **Seed Science Research**, v. 30, p. 284-292, 2020.
- NASSI-CALÒ, L. O papel dos artigos de revisão vai além de sintetizar o conhecimento atual sobre um tema de pesquisa. **SciELO em Perspectiva**. 2021. Disponível em: <https://blog.scielo.org/blog/2021/07/14/>. Acesso em: 15 de abr. 2025.
- NAUTIYAL, A. R.; PUROHIT, A. N. Seed viability in sal: II. physiological and biochemical aspects of ageing in seeds of *Shorea robusta*. **Seed Science and Technology**, v. 13, n. 1, p. 69-76, 1985.
- OLIVEIRA JUNIOR, C. J. F. de; CABREIRA, P. P.; BEGOSSI, A. The dilemma of plant knowledge and compensation for native people living in brazilian biomes. **Journal of Ecosystem & Ecography**, v. 2, p. 100-108, 2012.
- PELISSARI, F.; JOSÉ, A. C.; FONTES, M. A. L.; MATOS, A. C. B.; PEREIRA, W. V. S.; FARIA, J. M. R. A probabilistic model for tropical tree seed desiccation tolerance and storage classification. **New Forest**, v. 49, p. 143-158, 2018.
- PEREIRA, L. C. V.; MAYRINCK, R. C.; ZAMBON C. R.; JOSE, A. C.; FARIA, J. M. R. Storage of short-lived seeds of *Inga vera* subsp. affinis in osmotic medium. **Seed Science Research**, p.156-160, 2020a.

PEREIRA, L. C.; BARROSO, P. D.; FARIA, J. M. R.; JOSÉ, A. C. Reduction of desiccation sensitivity in seeds of tree species. **Journal of Seed Science**, v. 46, p. 1-9, 2024b.

PEREIRA, V. C.; SOGLIO, F. K. D. A pesquisa interdisciplinar sobre as variedades crioulas e os agricultores: desafios e perspectivas na construção de conhecimentos sobre a agrobiodiversidade. In: PEREIRA, V. C.; SOGLIO, F. K. (ed.) **A conservação das sementes criolas: uma visão interdisciplinar da agrobiodiversidade**. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2020a. 558 p.

PEREIRA, V. C.; SOGLIO, F. K. D. (2020). A conservação da agrobiodiversidade: mais além da Biologia da Conservação. In: Pereira V. C.; Soglio, F. K. (ed.) **A conservação das sementes criolas: uma visão interdisciplinar da agrobiodiversidade**. 1 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2020b. 558 p.

PRITCHARD, H. W.; DAWS, M. I.; FLETCHER, B. J.; GAMÉNÉ, C. S. MSANGA, H. P.; OMONDI, W. Ecological correlates of seed desiccation tolerance in tropical African dryland trees. **American Journal of Botany**, v. 91, n. 6, p. 863–870. 2004.

PRITCHARD, H. W.; SERSHEN, T. F. Y.; WEN, B.; JAGANATHAN, G. K.; CALVI, G.; PENCE, V. C.; MATTANA, E.; FERRAZ, I. D. K.; SEAL, C. E. Regeneration in recalcitrant-seeded species and risks from climate change. In: BASKIN C. C.; BASKIN J. M. (ed.) **Plant regeneration from seeds: A global warming perspective**. 1 ed. Oxford: Academic Press, 2022.

QUEIROZ, H.L. A reserva de desenvolvimento sustentável Mamirauá. **Estudos Avançados**, v. 19, p. 183-203. 2005.

ROBERTS, E. H. **Predicting the storage life of seeds**. **Seed Science and Technology**, v. 1, n. 3, p. 499-514, 1973.

SALAZAR, A.; MASCHINSKI J.; POSSLEY, J.; HEINEMAN, K. Seed germination of 53 species from the globally critically imperiled pine rockland ecosystem of South Florida, USA: effects of storage, phylogeny and life-history traits. **Seed Science Research**, v. 28, p. 82–92, 2018.

SILVA, F. T. C. **Otimização de equipamento não elétrico para conservação de alimentos: técnica pot in pot**. 2021. 91 f. Dissertação (Mestrado em Saúde, Sociedade e Ambiente) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2021. Disponível em: <http://bdt.d.ibict.br/vufind>. Acesso em 8 jan. 2023.

SILVA, M. F. A; SANTOS, N. S; SANTOS, C. E. L; WHITE, B. L. A. Avaliação da Temperatura do Solo, Temperatura do Ar e Umidade Relativa do Ar em uma Clareira de Mata Atlântica no Município de São Cristóvão, Sergipe, Brasil. **Agroforestalis News**, Aracaju, v. 1, n. 1, set, 2016.

SILVA, N. A. da S.; COELHO, M. de F. B. GUIMARÃES, S. C.; ALBUQUERQUE, M. C. de F. Germinação de sementes de castanheira-do-pará armazenadas em areia úmida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 1431-1436, 2009.

SILVA, S. S. da; BROWN, F.; SAMPAIO, A. de O.; SILVA, A. L. C.; SANTOS, N. C. R. S dos; LIMA, A. C.; AQUINO, A. M. de S.; SILVA, P. H. da C.; MOREIRA, J. G. do V.; OLIVEIRA, I.; COSTA, A. A.; FEARNside, F. M. Amazon climate extremes: Increasing droughts and floods in Brazil's state of Acre. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 21, p. 311-317, 2023. Acesso em 01 jan. 2026.

SMITH, R. D.; DICKIE, J. B.; LININGTON, S. H.; PRITCHARD, H. W.; PROBERT, R. J. **Seed conservation: turning science into practice**. London: Royal Botanic Gardens, Kew, 2003. 1023 p.

SOUZA, M. T. de; SILVA, M. D. da; CARVALHO, R. de. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, v. 8, p. 102-106, 2010.

TWEDDLE, J. C.; DICKIE, J. B.; BASKIN, C.; BASKIN, J. M. Ecological Aspects of Seed Desiccation Sensitivity. **Journal of Ecology**, v. 91, n. 2, p. 294–304, 2003.

VAZ, T. A. A.; DAVIDE, A. C.; RODRIGUES-JUNIOR, A.; NAKAMURA, A. T.; TONETTI, O. A. O.; SILVA, E. A. A. da. *Swartzia langsdorffii* Raddi: morphophysiological traits of a recalcitrant seed dispersed during the dry season. **Seed Science Research**, v. 26, p. 47–56, 2016.

VAZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Ecophysiology of seed germination in the tropical humid forests of the world: a review. **Physiological ecology of Plants of the wet tropics**, p. 37-38, 1984.

WALTERS, C.; BERJAK, P.; PAMMENTER, N.; KENNEDY, K.; RAVEN, P. Preservation of Recalcitrant Seeds. **Science**, v. 339, p. 915-916, 2013.

WYSE, S. V.; DICKIE, J. B. Predicting the global incidence of seed desiccation sensitivity. **Journal of Ecology**, v. 105, p. 1082 -1093, 2017.