



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO QUANTO A TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO  
DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS ALIMENTÍCIAS NÃO  
CONVENCIONAIS DO SUDOESTE DA AMAZÔNIA**

**ORIENTADOR: IILDEU SOARES MARTINS  
COORIENTADOR: JOSÉ MARCIO ROCHA FARIA**

**TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**BRASÍLIA /DF**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO QUANTO A TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO  
DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS ALIMENTÍCIAS NÃO  
CONVENCIONAIS DO SUDOESTE DA AMAZÔNIA**

**FRANCESCA SALLA**

**TESE DE DOUTORADO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA  
FLORESTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS  
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR.**

**APROVADA POR:**

---

**IILDEU SOARES MARTINS (Universidade de Brasília, UnB)  
ORIENTADOR**

---

**ROSANA DE CARVALHO CRISTO MARTINS (Universidade de Brasília, UnB)**

---

**FATIMA CONCEIÇÃO MÁRQUEZ PIÑA-RODRIGUES  
(Universidade Federal de São Carlos, UFSCAR)**

---

**ANDERSON CLEITON JOSÉ (Universidade Federal de Lavras, UFLA)**

---

**JORCELY GONÇALVES BARROSO (Universidade Federal de Acre, UFAC)**

## FICHA CARTOGRÁFICA

SALLA, FRANCESCA

Comportamento Fisiológico e Potencial de Armazenamento de Sementes de Espécies Florestais Alimentícias do Sudoeste da Amazônia [Distrito Federal] 2025

xii, 114 p., (ENC/FT/UnB, doutor, Ciências Florestais, 1990)

Tese de Doutorado - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Florestal

1. Silvicultura 2. Manejo Florestal

Amazônia 4. Sementes Florestais Alimentícias

## REFERÊNCIA

SALLA, F. (2025). Comportamento Fisiológico e Potencial de Armazenamento de Sementes de Espécies Florestais Alimentícias do Sudoeste da Amazônia. Tese de Doutorado, Publicação **G.DM-001A/90**, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 114 p.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Francesca Salla

TÍTULO DA TESE DE DOUTORADO: Comportamento Fisiológico e Potencial de Armazenamento de Sementes de Espécies Florestais Alimentícias do Sudoeste da Amazônia

GRAU / ANO: Doutor / 2024

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir a tese de doutorado e para emprestar ou vender somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Francesca Salla

Universidade Federal do Acre – UFAC, curso de Engenharia Florestal - Rua Estrada do Canela Fina, KM 12 Gleba Formoso - São Francisco, 69980-000 - Cruzeiro do Sul/Acre - Brasil)

# QUEDE ÁGUA

## Música de Lenini

A seca avança em Minas, Rio, São Paulo  
O Nordeste é aqui, agora  
No tráfego parado onde me enjaulo  
Vejo o tempo que evapora  
Meu automóvel novo mal se move  
Enquanto no duro barro  
No chão rachado da represa onde não chove  
Surgem carcaças de carro  
Os rios voadores da Iléia  
Mal desaguam por aqui  
E seca pouco a pouco em cada veia  
O Aquífero Guarani  
Assim do São Francisco a San Francisco  
Um quadro a terra a Terra Por água, por um córrego, um chovisco  
Nações entrarão em guerra  
Quede água?  
Quede água?  
Agora o clima muda tão depressa  
Que cada ação é tardia  
Que dá paralisia na cabeça  
Que é mais do que se previa  
Algo que parecia tão distante  
Periga, agora tá perto  
Flora que verdejava radiante  
Desata a virar deserto  
O lucro a curto prazo, o corte raso  
O agrotóxico, o negócio  
A grana a qualquer preço, petro-gaso Carbo-combustível fóssil  
O esgoto de carbono a céu aberto  
Na atmosfera, no alto  
O rio enterrado e encoberto  
Por cimento e por asfalto  
Quede água?  
Quede água?  
Quando em razão de toda a ação humana  
E de tanta desrazão  
A selva não for salva, e se tornar savana  
E o mangue, um lixão  
Quando minguar o Pantanal e entrar em pane  
A Mata Atlântica tão rara  
E o mar tomar toda cidade litorânea  
E o sertão virar Saara  
E todo grande rio virar areia  
Sem verão, virar outono  
E a água for commoditie alheia  
Com seu ônus e seu dono  
E a tragédia da seca, da escassez  
Cair sobre todos nós  
Mas sobretudo sobre os pobres outra vez  
Sem terra, teto, nem voz



Quede água?  
Quede água?  
Agora é encararmos o destino  
E salvarmos o que resta  
É aprendermos com o nordestino  
Que pra seca se adestra  
E termos como guias os indígenas  
E determos o desmate  
E não agirmos que nem alienígenas  
No nosso próprio habitat  
Que bem maior que o homem é a Terra  
A Terra e seu arredor  
Que encerra a vida aqui na Terra, não se encerra  
A vida, coisa maior  
Que não existe onde não existe água  
E que há onde há arte  
Que nos alaga e nos alegra quando a mágoa  
A alma nos parte  
Para criarmos alegria pra viver  
O que houver para vivermos  
Sem esperanças, mas sem desespero  
O futuro que tivermos  
Quede água?  
Quede água

**Dedico esse trabalho e agradeço a todos os  
seres que colaboraram comigo nesta jornada.**

**AMO TODOS VOCÊS!!!!**

## ÍNDICE

<b>1. CAPÍTULO I</b>	
1.1 Resumo .....	11
1.2 Abstract .....	12
1.3 Introdução.....	13
1.4 Problema e questões de pesquisa .....	16
1.5 Objetivos gerais do estudo.....	18
1.6 Fundamentação teórica .....	18
Referências Bibliográficas .....	23
<b>2. CAPÍTULO II</b>	
Artigo 1 Diversidade e qualidade de plantas alimentícias não convencionais no Sudoeste da Amazônia.....	37
<b>3. CAPÍTULO III</b>	
Artigo 2 Unveiling the geographic profile and key details of <i>Perebea tessmannii</i> Mildbr. (Moraceae): An Unconventional Amazonian Food Source.....	64
<b>4. CAPÍTULO IV</b>	
Artigo 3 Caracterização fisiológica e potencial de armazenamento de <i>Perebea tessmannii</i> Mildbr e <i>Pseudomedia laevis</i> quanto a tolerância à dessecação e ao armazenamento.....	72
<b>5. CAPÍTULO V</b>	
Artigo 4 Classificação fisiológica de sementes de <i>Ampelozizyphus amazonicus</i> , <i>Brosimum lactescens</i> e <i>Duroia</i> sp quanto a tolerância à dessecação e ao armazenamento.....	90
<b>6. CAPÍTULO VI</b> Principais conclusões e futuros estudos.....	104
<b>ANEXOS.....</b>	<b>107</b>

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

**Figura 1.** Localização da área referente às comunidades do Rio Croa, Morro da Pedra e Bom Futuro, Vale do Juruá, estado do Acre.

**Figura 2.** Árvores mapeadas nas trilhas de um morador da comunidade do rio Croa.

**Figura 3.** 1 *Matisia bicolor*; 2 *Annona*; 3 *Licania*; 4 *Duroia*; 5 *Garcinia*; 6 *Clidemia*; 7 *Aiphanes*; 8 *Byrsonima*; 9 *Ampelozizyphus amazonicus*; 10 *Perebea tessmannii*; 11 *Caryocar glabrum*; 12 *Anacardium giganteum*; 13 *Allibertia*; 14 *Carica spinosa*; 15 *Brosimum lactescens*; 16 *Guazuma ulmifolia*, 17 *Pouteria*; 18 *Spondias mombin*; 19 *Chelyocarpus*; 20 *Gurania*; 21 *Caryodendron amazonicum*; 22 *Pseudolmedia laevis*; 23 *Bellucia grossularioides*; 24 *Byrsonima crispa*; 25 *Hymenaea courbaril*.

**Figura 4.** Qualidade de fuste, copa e sanidade de plantas alimentícias não convencionais mapeadas na comunidade do rio Croa, Acre, Brasil.

**Figura 5.** Qualidade de fuste, copa e sanidade de plantas alimentícias não convencionais na comunidade Bom Futuro, da Reserva Extrativista do Riozinho da Liberdade, Acre, Brasil.

**Figura 6.** Qualidade de fuste, copa e sanidade de plantas alimentícias não convencionais na comunidade Morro da Pedra, Reserva Extrativista do Riozinho da Liberdade, Acre, Brasil.

### CAPÍTULO III

**Figura 1.** Qualidade (%) do fuste e da copa de plantas de *Perebea tessmannii* mapeadas no PDS-Croa e RESEX Riozinho do Liberdade.

**Figura 2.** Frutos de *Perebea tessmannii* em diferentes estágios de desenvolvimento e maturação (1, 2); frutos maduros (3, 4).

**Figura 3.** Análise de Componentes Principais de frutos *Perebea tessmannii* utilizando-se a PC 1 e PC 2.

**Figura 4.** Sementes com e sem tegumento (a); sementes germinando (b); e plântulas (c) da espécie alimentícia não convencional *Perebea tessmannii*.

**Figura 5.** Distribuição das amostras de sementes utilizando-se a Análise de Componentes Principais - PCA 1 e 2.

## CAPÍTULO IV

**Figura 1.** Índices pluviométricos ao longo do ano para o estado do Acre e indicação da época de dispersão das sementes de *Perebea tessmannii* (traço horizontal) e *Pseudolmedia laevis* (traço vertical). Dados referentes a mensurações de 1901 à 2021 da *Climate Explorer and Data* realizado no *British Atmospheric Data Centre*, RAL, Reino Unido.

**Figura 2.** Análise de componentes principais (APC) de sementes de *Perebea tessmannii* sem tegumento (tratamento) e com tegumento (controle), demonstrando a separação entre os grupos estudados.

**Figura 3.** Distribuição da germinação de sementes de *Perebea tessmannii* em tratamentos com e sem tegumento, ao longo do tempo.

**Figura 4.** Tempo de secagem de sementes de *Perebea tessmannii* e *Pseudolmedia laevis* em ambiente natural, indicando a umidade inicial das sementes e o tempo correspondente para atingir valores de umidade de 30, 20, 10 e 5%. Observa-se também a época do ano correspondente à dispersão e secagem.

**Figura 5.** Análise de componentes principais (PCA) de sementes de *Perebea tessmannii* e *Pseudolmedia laevis* em função dos pesos do endosperma e tegumento.

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO II

**Tabela 1.** Diversidade de plantas alimentícias não convencionais da Reserva Extrativista do Riozinho da Liberdade e comunidade do rio Croa, Acre, Brasil.

**Tabela 2.** Identificação da parte comestível, formas de vida e número de matrizes das diferentes espécies alimentícias não convencionais localizadas na Reserva Extrativista do Riozinho da Liberdade e comunidade do rio Croa, Acre, Brasil.

**Tabela 3.** Quadro comparativo com relação a presença das plantas em cada comunidade. Faixas negras identificam quais as comunidades são semelhantes com relação a presença da espécie.

### CAPÍTULO III

**Tabela 1.** Valores correspondentes a Análise de Componentes Principais das variáveis dos frutos estudados.

**Tabela 2.** Valores correspondentes ao teste de Shapiro-Wilk e p(normal) para as variáveis peso úmido, seco, largura, espessura e comprimento de sementes de *Perebea tessmannii*.

### CAPÍTULO IV

**Tabela 1.** Percentual germinativo e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Perebea tessmannii* decorrentes de testes com sementes inteiras e sem o tegumento.

**Tabela 2.** Valores correspondentes aos parâmetros germinativos e dos protocolos para classificação fisiológica quanto ao armazenamento.

### CAPÍTULO V

**Tabela 1.** Valores correspondentes aos parâmetros germinativos e dos protocolos para classificação fisiológica quanto ao armazenamento.

**Tabela 2.** Valores correspondentes aos protocolos *Seed-coat-ratio* (SCR) e Hong e Ellis (1996) de classificação fisiológica quanto ao armazenamento.

## LISTA DE SIGLAS

Acc – variância acumulada (%)  
AV – autovalor  
C - comprimento  
cm - centímetros  
DAP – diâmetro à altura do peito  
E- espessura (mm)  
G – germinação  
GBIF - Global Biodiversity Information Facility  
ICMBio – Instituto Chico Mendes da Biodiversidade  
IVG – Índice de velocidade de germinação  
m – metros  
L - largura  
C - comprimento  
NIC - Número de sementes por infrutescência (unidade).  
NYBG – New York Botanical Garden  
P – peso (g)  
PANCs – Plantas alimentícias não convencionais  
PC – Principal component  
PCA – Principal component analysis  
RAS – Regra para análise de sementes  
RESEX – Reserva Extrativista  
UFAC – Universidade Federal do Acre  
UNB – Universidade de Brasília  
V – variância (%)  
SAF's – Sistemas Agroflorestais  
FAO – Organização das Nações Unidas  
TI – Terras indígenas  
PNSD – Parque Nacional da Serra do Divisor

### COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO QUANTO À DESSECAÇÃO DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS DO SUDOESTE DA AMAZÔNIA

#### RESUMO GERAL

Existe pouca informação a respeito do comportamento fisiológico de sementes de espécies florestais de uso alimentício em populações tradicionais, em especial das plantas alimentícias não convencionais. Compreender esses aspectos é essencial para que estratégias de conservação sejam elaboradas de forma adequada. O objetivo nesta pesquisa foi estudar o comportamento fisiológico de sementes de espécies florestais de uso alimentício pouco conhecidas em comunidades da Reserva Extrativista Riozinho do Liberdade e comunidade do Croa, ambas no Sudoeste da Amazônia. Para isso foi realizado um diagnóstico sobre as plantas comestíveis por meio de um inventário nas trilhas dos moradores. As plantas foram mapeadas, caracterizadas quantitativa e quantitativamente, incluindo informações do ambiente em que se encontravam e épocas fenológicas. Nas sementes foram realizados estudos biométricos. Informações sobre o tipo de fruto, síndromes de dispersão e coloração dos frutos, quando possível, também foram descritos. O comportamento fisiológico quanto à dessecação das sementes foi identificado utilizando-se os protocolos de Hong e Ellis (1996) e Daws et al. (2006), conforme cada caso. As informações geradas nesta pesquisa ampliaram o conhecimento a respeito da diversidade de espécies florestais utilizadas como alimento pelas populações tradicionais, determinando as características fisiológicas das sementes de cinco espécies: (*Perebea tessmannii*, *Pseudolmedia laevis*, *Ampelozizyphus amazonicus*, *Duroia* sp. e *Brosimum lactescens*). Todos os testes foram realizados em diferentes laboratórios do *Campus* Floresta da Universidade Federal do Acre (UFAC), em Cruzeiro do Sul. A criação de uma rede de matrizes de sementes georreferenciada visou o modelo de conservação *in situ*, que está atrelado à soberania alimentar e a ações de pesquisa em conservação *ex situ*. Este trabalho está aperfeiçoando a parceria existente entre a comunidade e os pesquisadores do laboratório. Diante disso, ampliando o conhecimento acerca do comportamento fisiológico de espécies alimentícias nativas da Amazônia buscou-se otimizar os processos de produção, coleta, beneficiamento e armazenamento de sementes, melhorando o conhecimento no setor de tecnologia de sementes florestais que são também PANC's.

**Palavras-chave:** Sementes florestais, tolerância à dessecação, segurança alimentar



# PHYSIOLOGICAL BEHAVIOR AND STORAGE POTENTIAL OF SEEDS OF FOOD FOREST SPECIES FROM SOUTHWEST AMAZON

## ABSTRACT

There is little information regarding the physiological behavior of seeds from forest species used for food in traditional populations, particularly from non-conventional food plants. Understanding these aspects is essential for the development of appropriate conservation strategies. The objective of this research was to study the physiological behavior and storage potential of seeds from little-known food forest species in communities of the Riozinho do Liberdade Extractive Reserve and the Croa community, both located in the Southwest of the Amazon. To achieve this, a diagnosis of edible plants was conducted through an inventory along the residents' trails. The plants were mapped and characterized both qualitatively and quantitatively, including information about the environment in which they are found and their phenological periods. Biometric studies were carried out on the seeds. Information about the type of fruit, dispersal syndromes, and fruit color, when possible, was also described. The physiological behavior regarding storage was identified using the protocols of Hong and Ellis (1996), Pritchard et al. (2004), and Daws et al. (2006) as applicable to each case. The information generated in this research expanded knowledge about the diversity of forest species used as food by traditional populations, determining the physiological characteristics of seeds from five species (*Perebea tessmannii*, *Pseudolmedia laevis*, *Ampelozizyphus amazonicus*, *Duroia* sp. e *Brosimum lactescens*). All tests were conducted in different laboratories at the Forest Campus of the Federal University of Acre (UFAC), Cruzeiro do Sul. All tests were conducted in different laboratories at the Forest Campus of the Federal University of Acre (UFAC), Cruzeiro do Sul. The creation of a georeferenced seed matrix network aimed at an *in situ* conservation model, which is linked to food sovereignty, as well as actions for ex situ conservation research. This work is enhancing the existing partnership between the community and the researchers at the Laboratory. In this context, by expanding knowledge about the physiological behavior of native food species of the Amazon, efforts were made to optimize the processes of production, collection, processing, and storage of seeds, thereby improving knowledge in the seed technology sector.

Key words: Forest seeds, desiccation tolerance, storage, food security.

### 1.3 INTRODUÇÃO

A Amazônia apresenta um ambiente com fragilidades e risco de perda da biodiversidade, possui grande número de espécies vegetais, com hiper dominância de poucas espécies, além de preferências específicas por habitats (STEGEE et al., 2013). A Regional do Vale do Juruá possui biodiversidade ainda pouco conhecida, sua flora característica de terras baixas e solos arenosos está influenciada pela Cordilheira dos Andes e apresenta uma alta taxa de endemismo (DALY; SILVEIRA, 2002). Possui unidades de conservação de proteção integral e de uso sustentável como o Parque Nacional da Serra do Divisor e a Reserva Extrativista do Alto Juruá. Sua representação em termos de diversidade também pode ser observada em relação às suas diferentes culturas. Possui 11 (onze) dos 15 (quinze) povos indígenas representados para o estado do Acre (CPI-ACRE, 2022), além de seringueiros e extrativistas que detêm grande história e conhecimentos tradicionais associados (ALMEIDA et al., 2002).

A Amazônia Brasileira Sul Ocidental encontra-se fora do arco de desmatamento (KAMPEL et al., 2002). Porém, o desmatamento para a criação de gado, exploração florestal sem técnicas adequadas, aberturas de estradas e extração de areia de forma inadequada são alguns dos problemas enfrentados na região. Além disso, as mudanças climáticas podem afetar muito a manutenção da biodiversidade local, como também a extinção de espécies que não toleram alterações climáticas extremas (secas prolongadas, enchentes, ondas de calor), cada vez mais frequentes e pronunciadas nos últimos anos.

Esquivel-Muelbert et al. (2019) observaram que as comunidades arbóreas na Amazônia vêm apresentando aumento na abundância do recrutamento de gêneros tolerantes à seca, o que sugere que essas comunidades estão respondendo às mudanças no clima. Essa questão torna-se especialmente importante em florestas tropicais, uma vez que há um aumento na proporção de espécies com sementes sensíveis à dessecação à medida que o ambiente se torna mais úmido, sendo uma característica comum nestes ambientes (TWEDDLE et al., 2003).

Conhecer a fisiologia de sementes das espécies florestais, bem como seu potencial de armazenamento são fundamentais para determinar ferramentas que colaborem com as estratégias de conservação *ex situ* e *in situ* para a região Amazônica. León-lobos et al. (2012) concluem que maiores investimentos em

pesquisas devem ser realizadas para a conservação de sementes *ex situ* na América do Sul, fortalecendo a capacidade dos bancos de sementes em garantir a conservação de recursos florestais nativos e proporcionar diversidade adequada de espécies para a preservação, pesquisa e propagação de espécies nativas, principalmente em regiões consideradas de relevante interesse ecológico.

Manter a diversidade genética de árvores que apresentam sementes com sensibilidade à dessecação é difícil na conservação *ex situ*. Contudo, nos trópicos, tecnologias de criopreservação, que envolve 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. Eles possuem resultados promissores, apesar da variação das respostas de acordo com a espécie estudada (PEREIRA et al., 2024). O que torna um grande desafio elaborar estratégias e definir metodologias que consigam manter a viabilidade de sementes armazenadas (WESLEY-SMITH et al., 2001).

Em adição, Pereira et al. (2020) conseguiram aumentar o tempo de armazenamento de sementes de *Inga vera*, altamente recalcitrantes, em torno de seis meses, gerando importantes resultados para produção de mudas em viveiros e em programas de recuperação. Estudos que classificam sementes em relação ao comportamento fisiológico e tolerância à secagem são essenciais (PRITCHARD et al., 2004; LAN et al., 2014; MORAES et al., 2020), bem como aqueles relacionados ao seu armazenamento, pois podem auxiliar na compreensão do comportamento das sementes frente às mudanças climáticas.

Além do conhecimento científico, o conhecimento empírico das comunidades tradicionais e indígenas impulsionaram estudos sobre como desenvolver uma abordagem que concilie os métodos de produção mais adequados regionalmente em diversos locais na América do Sul (ALTIERI, 2015; ASTIER et al., 2015; GONZÁLVEZ, 2015). Técnicas de armazenamento alternativas apresentam bons resultados quando se trata de comunidades. Os resultados de Guzzon et al. (2020), na Guatemala, demonstram que a utilização do conceito “dry chain” que visa a dessecação das sementes para níveis seguros de umidade, seguido de armazenamento em

recipientes herméticos, é eficiente em ambientes tropicais úmidos e pode ser facilmente utilizado pelas comunidades locais.

A etnopreservação de sementes do Povo Ticuna permite a conservação de espécies de uso alimentar, bem como para outros fins, além de estar conectado às suas práticas tradicionais, crenças, rituais e mitos. A etnopreservação de sementes torna-se essencial, pois pode garantir a soberania alimentar de povos e comunidades tradicionais e a conservação da agrobiodiversidade (ARBOLEDA; BARROS, 2016). A grande diversidade de espécies alimentares utilizadas por comunidades indígenas do baixo Rio Uaupes na Amazônia, tanto domesticadas quanto de procedência silvestre (GONÇALVES, 2017), demonstra o potencial de estudos que podem ser direcionados à conservação da agrobiodiversidade, que está sendo ameaçada por diversos fenômenos, mas que apresentam características genéticas de resistência e rusticidade que são importantes para resistência a pragas, doenças e fenômenos climáticos extremos (PLATERO et al., 2013).

Existe pouca informação a respeito do comportamento fisiológico de sementes de espécies florestais de uso alimentício de populações tradicionais, em especial das plantas alimentícias não convencionais. Compreender esses aspectos é essencial para que estratégias de conservação *ex situ* e *in situ* sejam elaboradas de forma adequada melhorando o setor de tecnologia de sementes da região. A proposta deste projeto é interligar tanto os conhecimentos científicos, por meio das metodologias que visam à identificação dos padrões fisiológicos das sementes, quanto os conhecimentos tradicionais de diversidade nas comunidades do Sudoeste da Amazônia, já existentes.

#### **1.4 PROBLEMA E QUESTÕES DE PESQUISA**

Na Região Sudoeste da Amazônia existe grande diversidade de paisagens e tipologias florestais distintas. A Região possui ainda inúmeras Terras indígenas e Unidades de Conservação como o Parque Nacional da Serra do Divisor, Reserva Extrativista Alto Juruá, Reserva Extrativista Riozinho do Liberdade e Área de Relevante interesse ecológico Japiim Pentecoste (SILVEIRA et al., 2002; ZEE, 2006; DALY; SILVEIRA, 2008).

Ao longo dos últimos anos, observou-se que as comunidades arbóreas na Amazônia vêm apresentando aumento na abundância do recrutamento de gêneros

tolerantes à seca, o que consiste que essas comunidades estão respondendo as mudanças no clima (ESQUIVEL-MUELBERT et al., 2019). Diante disso, a compreensão do comportamento de sementes frente a esta questão é imprescindível. O aquecimento global e as alterações climáticas, cada vez mais frequentes e pronunciadas nos últimos anos, veem provocando intensa mobilização da sociedade no que se refere a conservação de recursos florestais.

Conhecer as sementes das espécies florestais utilizados na alimentação, determinar a tolerância a dessecação, descrever a classificação fisiológica e testar a viabilidade quando armazenadas são fundamentais para determinar ferramentas que colaborem com as estratégias de conservação *ex situ* e *in situ* para a Região.

São várias as instituições que trabalham diretamente com a conservação *ex situ*, dada a importância deste modelo para conservação da biodiversidade local e global frente as mudanças no clima. Lobos et al. (2012) concluem que maiores investimentos em pesquisas devem ser realizados para a conservação de sementes *ex situ* na América do Sul, fortalecendo a capacidade dos bancos de sementes em garantir a conservação de recursos florestais nativos e proporcionar diversidade adequada de espécies para a preservação, pesquisa e propagação de espécies nativas, principalmente em regiões consideradas de relevante interesse ecológico.

Atualmente tem-se elaborado estratégias de conservação que possibilitam aumentar o tempo de armazenamento tanto em sementes que toleram dessecação quanto em sementes sensíveis, sendo um grande desafio elaborar estratégias e definir metodologias que aumentem a viabilidade de sementes armazenadas (WESLEY-SMITH et al., 2001). Assim, verifica-se a necessidade de instituir redes de trocas de sementes florestais para a manutenção da diversidade biológica e genética de sementes caboclas ou crioulas, bem como estudar formas de armazenamento mais adequadas para manter a viabilidade do material genético, diminuindo os efeitos de deterioração e proporcionando material genético de qualidade dentro da conservação *ex situ*.

O conhecimento empírico obtido pela prática de vida em comunidades tradicionais e indígenas impulsionaram importante conhecimento sobre como desenvolver uma abordagem que concilie os métodos de produção mais adequados regionalmente em diversos locais na América do Sul (ALTIERI, 2015; ASTIER, et al., 2015; GONZÁLVEZ, 2015). No mesmo sentido, há uma crescente necessidade de pesquisas e de inovações tecnológicas que agreguem valor aos produtos florestais

não madeireiros, neste caso, as sementes de espécies florestais alimentícias, auxiliando no fortalecimento da estruturação do banco de sementes *ex situ* da Universidade Federal do Acre, instituição esta que tem importante papel para o desenvolvimento de ações voltadas à conservação e desenvolvimento tecnológico do setor florestal na Região. Assim, a diversidade de sementes, disponibilidade e qualidade são fundamentais para o sucesso das diversas atividades que possuem como base de sucesso sementes de alta qualidade.

### **1.5 OBJETIVO GERAL**

Estudar o comportamento fisiológico quanto à dessecação de sementes de espécies florestais alimentícias não convencionais por populações tradicionais no Sudoeste da Amazônia.

### **1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar levantamento das espécies florestais com potencial alimentício nas comunidades tradicionais da Reserva Extrativista do Riozinho da Liberdade e comunidade do rio Croa;
- Descrever o comportamento fisiológico e nível de tolerância à dessecação das sementes.

### **1.7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

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 (BUTINK 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) (FERREIRA; BORGHETTI, 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). No entanto, os vários estudos com sementes recalcitrantes observaram esse 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; VAN LAMMEREN; HILHORST, 2004).

A perda de água em sementes recalcitrantes desencadeia alguns processos deteriorativos, como a desnaturação de proteínas, alterações na atividade de enzimas, danos no sistema de membranas (NAUTIYAL; PUROHIT, 1985), peroxidação lipídica e acumulação de radicais livres (HENDRY et al., 1992). Esses processos, durante a secagem, podem acarretar injúrias físicas nos tecidos e alteração no metabolismo, resultando na completa perda de viabilidade (PAMMENTER; BERJAK, 2000). Sementes tolerantes à secagem apresentam mecanismos de controle contra essas injúrias, sendo observado que a atuação do sistema antioxidante é essencial a esses organismos (KRANNER; BIRTIC, 2005).

Sementes classificadas com comportamento recalcitrante não toleram desidratação abaixo de 12% de água e não toleram armazenamento a temperaturas negativas; enquanto as sementes ortodoxas toleram à dessecação a conteúdo de água em torno de 5% e podem ser armazenadas até em temperaturas negativas (ROBERTS, 1973). Entretanto, existem sementes de comportamento intermediário, que de forma geral são prejudicadas quando armazenadas em baixas temperaturas, mas toleram a secagem em algum grau (ELLIS; HONG; ROBERTS, 1990).

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 a secagem é maior quando comparado a ambientes secos (TWEDDLE, et al., 2003; GOLD; HAY, 2014). Características da história de vida também são relevantes, observando que árvores possuem germinação retardada, levando maior tempo de germinação do que outras

formas de vida. Sementes de espécies de vida curta apresentam maior probabilidade e velocidade na germinação quando comparada a sementes de espécies com grande longevidade (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/várzea) (PRITCHARD et al., 2004); massa de matéria seca e úmida (sementes com maior massa) (HONG et al., 1998; PRITCHARD et al., 2004); permeabilidade do tegumento (permeável à água e oxigênio) (VAZ et al., 2016); teor de umidade das sementes no momento da dispersão (altos teores) (HONG et al., 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.

O protocolo mais aceito para a classificação fisiológica das sementes é o de Hong e Ellis (1996), que consiste em: secar as sementes a 10-12% do conteúdo de água e fazer um teste de germinação, se a maioria das sementes morre, elas são provavelmente recalcitrantes. No entanto, se a maioria das sementes sobrevive, nova secagem é realizada até 5% de umidade. Se a maioria das sementes não sobreviver, serão classificadas como provavelmente intermediárias. No caso de as sementes sobreviverem a esta secagem, deve-se congelar a -20 °C, por três meses. Serão



consideradas provavelmente intermediárias as que morrerem após o congelamento e ortodoxas aquelas que apresentarem a maior parte das sementes germinadas (HONG; ELLIS, 1996). Este método é bastante interessante porque consegue determinar o grupo de sementes intermediárias, que em outros métodos não é alcançado.

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 amostras de frutos sem a retirada do endocarpo, quando este for lenhoso e dissecar no mínimo 8 sementes individuais, separando endocarpo/testa e embrião/endosperma, determinando a massa seca de seus componentes. O cálculo do método SCR é realizado dividindo-se a massa seca das estruturas de revestimento pela massa seca total da unidade de dispersão. Em seguida 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., 2017; MORAES et al., 2020).

Sementes recalcitrantes ganham particular destaque em florestas tropicais úmidas, porque geralmente são grandes, com alto teor de umidade, 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; 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, possuindo uma importante estratégia na manutenção da umidade e viabilidade ao longo do tempo durante a estação seca (VAZ, et al. 2016).

Requerimentos térmicos para a germinação foram observados em sementes de 10 espécies arbóreas na Amazônia ocidental brasileira e estes estudos sugerem diferentes estratégias de regeneração, com informações importantes sobre a germinação. A maioria das espécies estudadas apresenta uma ampla faixa de temperaturas ótimas (variando de 20 a 40°), em que a germinação ocorre sem danos à viabilidade. Porém, a espécie com sementes recalcitrante *Theobroma cacao*, em temperaturas entre 37 e 40°, apresenta 100% de mortalidade (DAIBES et al., 2019). Cochrane (2017) sugere que modelos para prever respostas ótimas de temperatura sobre a germinação, em cenários climáticos de alta emissão de gases de efeito estufa, possuem potencial de identificar a resiliência destas sementes ao estresse térmico. Porém, não é um indicador eficiente para a vulnerabilidade de sementes de eucaliptos às mudanças ambientais previstas, pois elas apresentam ampla tolerância fisiológica a altas temperaturas. E mesmo ocorrendo diminuição da germinação em algumas espécies, a maioria parece manter e melhorar a capacidade germinativa à medida que o aquecimento se torna mais severo; sugerindo que, os grandes declínios de chuvas, que também são previstos com o aumento do aquecimento global, possam ser mais importantes e prejudiciais à sobrevivência das plantas.

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 viabilidade, ao longo do tempo, quando armazenadas com teores de água adequados (ARAÚJO, et al., 1994) o que permite aprimorar às estratégias de recuperação ambiental e estabelecer ações de conservação. Assim, estudos sobre a capacidade de regeneração das espécies são importantes para os gestores no planejamento de projetos de restauração e de conservação, com informações importantes para o ajuste das expectativas de regeneração natural, induzida por semeadura, para a produção de mudas em viveiros, ou ainda, translocação de espécies de interesse (COCHRANE, 2017).

O aumento rápido da população mundial, junto com mudanças ambientais aceleradas, tais como: a conversão de uso do solo e da terra e as mudanças climáticas incrementaram, de maneira exponencial, a pressão sobre os recursos naturais. A perda de biodiversidade e de habitat, consequência de uma exploração predatória dos recursos genéticos vegetais no mundo, está tendo consequências políticas, sociais e econômicas (HAWKES et al., 2000). No Brasil, questões relacionadas às mudanças climáticas estão associadas, em grande parte, ao uso insustentável dos recursos florestais, sendo o desmatamento um ponto de grande relevância quando se trata de perda de biodiversidade e emissão de gases de efeito estufa (JOLY, 2007).

A Região Sudoeste da Amazônia possui grande diversidade de paisagens e ambientes florestais. São identificadas, na região do Vale do Juruá, florestas abertas e fechadas, de terra firme e várzea, florestas submontanas e o complexo vegetacional sob areia branca, que possui tipos diferentes de cobertura vegetal de elevado endemismo e baixa resiliência (BRITO et al., 2017; ACRE, 2010). Diante disso, encontram-se no estado do Acre diferentes tipologias florestais: a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila aberta (bambu, palmeiras e taboca), a Floresta Ombrófila Submontana e as diferentes fitofisionomias de Campinaranas (ACRE, 2010; DALY; SILVEIRA, 2002, 2008). No vale do Juruá existem unidades de conservação de proteção integral, como o Parque Nacional da Serra do Divisor, e de uso sustentável, como as Reservas Extrativistas Alto Juruá e Riozinho do Liberdade, as Florestas Estaduais do Liberdade, Mógno e Gregório e a Área de Relevante Interesse Ecológico Japiim Pentecoste (ACRE, 2010; DALY; SILVEIRA, 2008; BRITO et al., 2017). Além de 11 (onze) dos 15 (quinze) povos indígenas presentes no estado do Acre (CPI-

ACRE, 2022). São eles: Puyanawa, Yawanawa, Shawandawa, Katukina, Kulina, Kuntanawa, Nawa, Ashaninka, Jaminawa, Huni Kuin e os Nukinis.

Segundo Daly et al. (2016), ambientes de floresta sob areia branca, no Vale do Juruá, estão sofrendo impactos severos que aceleram a perda de diversidade e causam sérios problemas ambientais e sociais, indicando que estes ambientes complexos representam uma prioridade para a conservação da biodiversidade. Diante disso, são importantes os estudos voltados a conhecer as espécies florestais e a fisiologia de suas sementes, de modo a planejar estratégias mais viáveis de conservação a serem aplicadas dentro do contexto regional. Iniciativas que visam o desenvolvimento de tecnologias apropriadas para conservação *in situ* e *ex situ* de sementes estão sendo desenvolvidas. Enquanto a conservação *in situ* teve destaque durante muito tempo, sendo o modelo de conservação mais bem aceito, nas últimas décadas chegou-se ao entendimento que ambas as técnicas devem ser utilizadas por serem complementares e possuírem igual importância dentro das questões relacionadas à conservação da biodiversidade mundial (HAWKES et al., 2000). É de suma importância o conhecimento do potencial de armazenamento das sementes de espécies florestais, principalmente espécies que possuem potencial direcionado à implementação de reflorestamento, tendo em vista que o plantio, na maioria das vezes, é realizado no período chuvoso, para minimização dos custos com irrigação (ARAÚJO et al., 2008); e que nem sempre há sincronia entre a produção de sementes e o início das atividades de produção de mudas.

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 na percentagem, velocidade, uniformidade e emergência de plântulas (BEWLEY et al., 2013). Além disso, diferenças entre as massas de sementes de *Rudbeckia mollis* demonstra haver respostas diferenciais ao estresse de armazenamento, com envelhecimento mais acelerado em sementes de menor massa (GENNA, 2020). Germoplasmas tolerantes à dessecação, armazenados em temperaturas negativas (incluindo sementes), apresentam envelhecimento, e, embora isso ocorra lentamente devido a mínima atividade metabólica, é possível a identificação de características na conformação estrutural ao nível celular que tendem a reduzir a sua longevidade, sendo importantes para o aprimoramento de estratégias que levem a maior longevidade de germoplasmas com células de vida mais curta (BALLESTEROS et al., 2020).

No processo de deterioração, uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas vão determinar a queda da qualidade das sementes e culminam com a sua morte. Vários são os trabalhos de pesquisa 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 (ARAÚJO et al., 2008; FERREIRA; GENTIL, 2003; MARCOS FILHO, 2005). Vale ressaltar que características de frutos e sementes, caracterizados principalmente em estudos biométricos, são muito importantes para a descrição das sementes, contribuindo para o conhecimento da sua biologia e propagação. Estes estudos visam observar características como tipo de fruto, comprimento, largura e espessura de frutos e sementes, massa fresca, teor de água, número de sementes por fruto, entre outras características (VIEIRA; GUSMÃO, 2008; PRATO et al., 2019). A manutenção da viabilidade, geralmente, relaciona-se com temperaturas de armazenamento mais amenas e com o mais baixo teor de 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, indica-se embalagens porosas e semiporosas para o armazenamento de sementes recalcitrantes (que necessitam de aeração); enquanto embalagens impermeáveis são indicadas para espécies ortodoxas (vidro, metal ou plásticos espessos) (HONG; ELLIS, 2003).

Diante disso, muitos são os trabalhos que verificam essas e outras questões relacionadas a longevidade das sementes e o 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 claramente a germinação de sementes *Bertholletia excelsa*, indicando a possibilidade de dormência fisiológica (imaturidade do embrião), permitindo aumento de três a cinco meses no tempo de armazenamento (KAINER, et al. 1999). O armazenamento das sementes recalcitrantes de *Eugenia stipitata* a 25°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, 2015; CALVI et al., 2017).

Armazenadas também em condições hidratadas, porém com baixo potencial hídrico, sementes recalcitrantes de *Inga vera* aumentaram o tempo de vida quando armazenadas em polietileno glicol (PEG) (PEREIRA et al., 2020). As sementes de *Boswellia papyrifera* possuíam maior viabilidade quando armazenadas à temperatura de 21 °C por 12 meses (ESHETE et al., 2012). Sementes recalcitrantes de *Cupania vernalis*, armazenadas por 240 dias, apresentam melhor conservação com teor de umidade de 40%, associado à temperatura de 10 °C. Elevação na temperatura de armazenamento, nesta espécie, prejudica a qualidade fisiológica das sementes (VIEIRA et al., 2008). Em sementes de *Campomanesia phaea* indica-se a conservação das sementes em sacos de plásticos, em ambientes de câmara fria (MALUF et al., 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).

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 a 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 que auxiliem na conservação. 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 seleiros 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 utilizando-se 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, utilizada para conservação de alimentos, e também utilizados para outros fins. Para o armazenamento de sementes, tem-se o sistema *pot in pot*, também conhecido como *evaporative cooling*, *zeer pot*. este é baseado no sistema de resfriamento evaporativo, sendo produzido de diferentes maneiras, seguem 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 diversidade de plantas florestais que são utilizadas para a alimentação das populações tradicionais na Amazônia é bastante diversificada. Gonçalves (2017) verificou que há uma elevada diversidade de espécies alimentícias em comunidades indígenas do baixo Rio Uaupés – Amazonas, com 163 espécies utilizadas e diferenciadas em ervas, arbustos, árvores, palmeiras e lianas. Essas espécies foram encontradas em ambientes de várzea, igapó, mata de terra firme, quintais, roças, e capoeiras, sendo tanto domesticadas quanto de procedência silvestre.

A maior parte do conhecimento sobre métodos de propagação, classificação ecológica das plantas e classificação fisiológica das sementes está voltado a espécies consideradas de valor econômico (VAZQUEZ-YANES; 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; 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, processos de troca-venda e de presentes.

Quando se observa o ponto de vista metodológico, a ferramenta geralmente utilizada para estudos de etnoconservação são as entrevistas e a observação participante. Elas orientam o levantamento de informações nos estudos participativos, que, em conjunto com a efetiva participação das comunidades, são compartilhados saberes, experiências e suas práticas tradicionais (PEREIRA; SOGLIO, 2015b).

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 contribuam para o futuro da nossa espécie 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; Dal 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).

Nas Américas, os interesses em estudos voltados a princípios mais sustentáveis de desenvolvimento rural trabalham em conjunto para desenvolver modelos mais eficientes de uso da terra, e direcionam suas pesquisas em diversas áreas do conhecimento, em prol da soberania alimentar e da resiliência dos ecossistemas frente às mudanças climáticas (ALTIERI, 2015; ASTIER et al., 2015; HARWOOD, 2009). Neste contexto, estudos voltados para o desenvolvimento de



técnicas adequadas de conservação *ex situ* e *in situ* de sementes florestais possuem um importante papel no fornecimento de material genético e colaboraram no desenvolvimento de sistemas de produção adaptados às peculiaridades de cada região.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

ACRE. Governo do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico - Econômico do Estado do Acre, Fase II** (Escala 1:250.000): Documento Síntese. 2. Ed. Rio Branco: SEMA, 2010. 356p.

ALEGRETTI, L.; JÚNIOR, A.V.; BORTOLINI, A.; HOSSEL, C.; ZANELA, J.; CITADIN, I. Armazenamento de sementes de cerejas-do-mato (*Eugenia involucrata*) DC. submetidas ao recobrimento com biofilmes e embalagem a vácuo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n. 1, p. 124-127, 2015.

ALMEIDA, M.B. de; WOLFF C.S.; COSTA, E.L.; FRANCO, M.C.P. Habitantes: Os seringueiros. In: Enciclopédia da Floresta: O Alto Juruá: Práticas e Conhecimentos das Populações (CUNHA, M.C. e ALMEIDA, M.B. orgs.). **Companhia das Letras**, São Paulo, p. 53-63.

ALTIERI, M. Breve reseña sobre los orígenes y evolución de la agroecología en América Latina. **Agroecología**, v. 10, n. 2, p. 7-8, 2015.

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**, Londrina, 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 – Colombia – Peru). **Espaço Ameríndio**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 66-95, 2016.

ASTIER, C.M.; ARGUETA Q.; OROZCO-RAMÍREZ, Q.; GONZÁLEZ, S.M.V.; MORALES, H.J.; GERRITSEN, P.R.W.; ESCALONA, M.; ROSADO-MAY, F.J.; SÁNCHEZ-ESCUADERO, J.; MARTÍNEZ T.S.S.; SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, C.D.; ARZUFFI, B.R.; CASTREJÓN, A.F.; MORALES, H.; SOTO, P.L.; MARIACA, M.R.; FERGUSON, B.; ROSSET, P.; RAMÍREZ, T.H.M.; JARQUIN, G.R.; MOYA, G.F.; GONZÁLEZ-ESQUIVEL, C.; AMBROSIO, M. História de la agroecología en México. **Agroecología**, v. 10, n. 2, p. 9-17, 2015.

BALLESTEROS, D.; PRITCHARD, H.W.; WALTERS, C. Dry architecture: towards the understanding of the variation of longevity in desiccation-tolerant germplasm. **Seed Science Research**, v. 30, p. 142–155, 2020.

BEWLEY, J.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3rd 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.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. –Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BRITO, T. de F.; SILVA, R. da C.; OLIVEIRA, S.A.V. de.; SILVEIRA, M.S. **Complexo vegetacional sobre areia branca: Campinaranas do oeste da Amazônia**. Edufac, Rio Branco, 2017. 93p.

BUITINK, J. LEGER, J.J.; GUISE, 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**, Oxford, 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.

CALVI, G.P. **Armazenamento das sementes recalcitrantes de *Eugenia stipitata* mcvaugh: aspectos tecnológicos e fisiológicos**. Manaus, 2015. 89p. Tese (Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – IMPA.

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**, Cambridge, 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.

CPI-ACRE. Comissão pró-índio do Acre. Terras indígenas do Acre. Disponível em: <https://cpiacre.org.br/terras-indigenas-no-acre/>. Acesso em: 11 de julho de 2022.

DAIBES, L.F.; AMOÊDO, S.C.; MORAES, J. do N.; FENELON, N.; DA SILVA, D.R.; LOPES, M.J. de M.; VARGAS, L.A.; MONTEIRO, E.F.; FRIGERI, R.B.C. Thermal requirements of seed germination of ten tree species occurring in the western Brazilian Amazon. **Seed Science Research**, n. 29, p. 115–123, 2019.

DALY, D.C., SILVEIRA, M., MEDEIROS, H., CASTRO, W.; OBERMÜLLER, F.A. The White-sand Vegetation of Acre, Brazil. **Biotropica**, v. 48, n. 1, p. 81–89, 2016.

DALY, D.C.; SILVEIRA, M. Aspectos florístico da Bacia do Alto Juruá: história botânica, peculiaridades, afinidades e importância para a conservação. In: **Enciclopédia da Floresta: O Alto Juruá: Práticas e Conhecimentos das Populações**. CUNHA, M.C.; ALMEIDA, M.B. (orgs.). Companhia das Letras, São Paulo, p. 53-63, 2002.

DALY, C.D.; SILVEIRA, M. **Primeiro catálogo da flora do Acre, Brasil**. Rio Branco, Acre: EDUFAC, 2008, 560p.

DAVIDE, A.C. et al. Classificação fisiológica de sementes de espécies florestais pertencentes à família Lauraceae quanto à capacidade de armazenamento. **Cerne**, Lavras, 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.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, H. An intermediate category of seed storage behavior? I. Coffee. **Journal of Experimental of 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.; 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.

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.

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI (orgs.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.

FERREIRA, S.A. do N.; GENTIL, D.F. de. Armazenamento de sementes de camu-camu (*Myrciaria dubia*) com diferentes graus de umidade e temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 440-442, 2003.

FLORIANO, E.P. **Armazenamento de sementes florestais**. Caderno Didático n. 1, 1ª edição, Santa Rosa, 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.

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

GONÇALVES, G.G. **Etnobotânica de plantas alimentícias em comunidades indígenas multiétnicas do baixo rio Uaupés – Amazonas**. São Paulo, 2017. 189p. Tese (Doutorado em Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp.

GONZÁLVEZ, V. SALMERÓN-MIRANDA, F. ZAMORA, E. La agroecología em Nicaragua: La praxis por delante de la teoría. **Agroecología**, v. 10, n. 2, p. 19-28, 2015.

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**, Wallingford, 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.

HARWOOD, J. Peasant Friendly Plant Breeding and the Early Years of the Green Revolution in Mexico. **The Agricultural History Society**. p. 384-410, 2009.

HAWKES, J.G.; MAXTED N.; FORD-LLOYD, B.V. **The *Ex gSitu* Conservation of Plant Genetic Resources**. Springer Science & Business Média, 2000. 250p.

HENDRY, G. A. F. et al. Free radical processes and loss of seed viability during desiccation in the recalcitrant species *Quercus robur* L. **New Phytologist**, Cambridge, v. 122, n. 2, p. 273-279, 1992.

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. **A protocol to determine seed storage behavior**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), 1996. 55p. (IPGRI. Technical Bulletin, 1)

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.

JOLY, C.A. Biodiversidade e mudanças climáticas: contexto evolutivo, histórico e político. **Ambiente & Sociedade**, v. 10, n. 1, p.169-172, 2007.

KAINER, K.A.K.; DURYEA, M.L.; MALAVASI, M. de M.; SILVA, E.R.; HARRISON, J. Moist storage of Brazil nut seeds for improved germination and nursery management. **Forest Ecology and Management**, v. 116, p. 207 - 217, 1999.

KAMPEL, S.A.; CÂMARA, G.; QUINTANILHA, J.A. **Análise exploratória das relações espaciais do desflorestamento na Amazônia Legal brasileira**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – IMPE. Conferência GIS Brasil, Salvador, BA, 2000. Disponível em: [http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/silvana\\_gisbrasil2000.pdf](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/silvana_gisbrasil2000.pdf). Acesso em: 2022.

KRANNER, I.; BIRTIC, S.A modulating role for antioxidants in desiccation tolerance. **Integrative and Comparative Biology**, McLean, v. 45, n. 5, p. 734-740, 2005.

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**, Wallingford, v. 9, n. 3, p. 209-217, 1999.

LEÓN-LOBOS, P.; WAY, M.; ARANDA, P.D.; LIMA-JUNIOR, M. The role of ex situ seed banks in the conservation of plant diversity and in ecological restoration in Latin America. **Plant Ecology & Diversity**, v. 5, n. 2, p. 245-258, 2012.

MACHADO, A.T. A conservação e o desenvolvimento das sementes crioulas em uma perspectiva interdisciplinar da agrobiodiversidade In: PEREIRA, V.C.; SOGLIO, F.K. (orgs.) **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**, Brasília, v. 40, n. 7, p. 707-714, 2005.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

MIHELICIC, J. R.; ZIMMERMAN, J. B.; RAMASWAMI, A. Integrating Developed and Developing World Knowledge into Global Discussions and Strategies for Sustainability. Science and Technology. **Environmental Science & technology**, v. 41, n. 10, p. 3415-3521, 2007.

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.

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**, Zürich, v. 13, n. 1, p. 69-76, 1985.

PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P. Evolutionary and ecological aspects of recalcitrant seed biology. **Seed Science Research**, n. 10, p. 301–306, 2000.

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**, Cambridge University Press, p.156-160, 2020.

PEREIRA, V.C.; SOGLIO, F.K. 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. (org.) **A conservação das sementes criolas: uma visão interdisciplinar da agrobiodiversidade**. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2020. 558p.

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

PLATERO, G.G.R.; CORTÉS, A.M.R.; CASTILLO, D.P.; HERNÁNDEZ, L.H. RAMIREZ, J.G.S. **Bancos comunitarios de semillas criollas: una opción para la conservación de la agrobiodiversidad**. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 2013. 16p.

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.

ROBERTS, E.H. **Predicting the storage life of seeds**. **Seed Science and Technology**, Zürich, 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.

PRATO, A.I.; ZARATÉ, D.A.; ZULUAGA, P.J.J.; GARZON, S.L.C. Seedling emergency and biometry of fruits and seeds of *Cariniana pyriformis* from the middle Magdalena Valley, Colombia. **Cerne**, v. 25, n. 2, p. 221-229, 2019.

SILVA, F.T.C. **Otimização de equipamento não elétrico para conservação de alimentos: técnica pot in pot**. Diamantina, 2021. 91p. Dissertação (Mestrado em Saúde, Sociedade e Ambiente) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

SILVEIRA, M. **Vegetação e flora das campinaranas do sudoeste amazônico (JU-008)**. Relatório Técnico. Rio Branco, 2003, 26p.

STEEGE, H.T.; PITMAN, N.C.A.; SABATIER, D.; BARALOTO, C.; SALOMÃO, R.P.; GUEVARA, J.E.; PHILLIPS, O.L.; CASTILHO, C.V.; MAGNUSSON, W.E. Hyperdominance in the amazonian tree flora. **Science**, v. 342, p. 325-334, 2013.

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.

VIEIRA, C.V.; ALVARENGA, A.A. de; CASTRO, E.M. NERY, F.C.; SANTOS, M. de O. Germinação e armazenamento de sementes de camboatã (*Cupania vernalis* Cambess.) Sapindaceae. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 444-449, 2008.

VIEIRA, F. de A.; GUSMÃO, E. Biometry, storage of seeds, and seedling emergence of *Talisia esculenta* Radlk. (Sapindaceae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 4, p. 1073-1079, 2008.

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

WESLEY-SMITH, J.; PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P.; WALTERS, C. The Effects of Two Drying Rates on the Desiccation Tolerance of Embryonic Axes of Recalcitrant Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.) Seeds. **Annals of Botany**, v. 88, p. 653-664, 2001.

### **DIVERSIDADE E QUALIDADE DE PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS NO SUDOESTE DA AMAZÔNIA**

#### **RESUMO**

A diversidade de plantas alimentícias brasileiras é vasta, mas no contexto amazônico a falta de tecnologias adaptadas à realidade local limita o aproveitamento adequado dos frutos. Estudos sobre a composição de frutos regionais são fundamentais para promover a segurança alimentar e nutricional, além de contribuir para a educação alimentar, evolução tecnológica da indústria e geração de renda nas comunidades. Essas plantas, além de úteis para a recuperação de áreas degradadas, também auxiliam na atração da fauna local. Objetivou-se com este estudo identificar as plantas alimentícias não convencionais nas comunidades Morro da Pedra, Bom futuro e Croa, descrever suas características dendrométricas e qualitativas, e identificar o potencial destas plantas como matrizes porta sementes na regional do Vale do Juruá, Sudoeste da Amazônia. As espécies florestais de uso alimentício foram mapeadas e estudadas em comunidades tradicionais no Sudoeste da Amazônia. As plantas foram mapeadas ao longo das trilhas dos moradores. Para cada árvore mapeada foi realizada uma avaliação das características quantitativas e qualitativas da copa e fuste. Foram mapeadas um total de 125 plantas alimentícias não convencionais, das quais 75% das espécies encontradas foram árvores, com qualidade das plantas semelhantes nas três comunidades. É importante que novas pesquisas sejam realizadas para difundir o conhecimento e aumentar a possibilidade de uma dieta alimentar rica em frutos nativos regionais.

Palavras-chave: Frutos nativos; segurança alimentar; comunidades tradicionais.



## 1. INTRODUÇÃO

Grande é a diversidade de plantas alimentícias brasileiras (TEIXEIRA et al., 2019). Porém, no contexto amazônico esse setor carece de tecnologias adaptadas a realidade local, sendo importantes para o aumento da vida útil dos frutos e adequado aproveitamento. Estudos voltados à composição de frutos regionais são ferramentas essenciais para que os países desenvolvam sua segurança alimentar e nutricional, além da educação alimentar de sua população. Estudos desta natureza colaboram ainda com descobertas de novos componentes alimentares, evolução tecnológica da indústria alimentícia (AGUIAR; SOUZA, 2020), e novas oportunidades de fonte de renda nas comunidades (BEZERRA; BRITO, 2020). Além de serem interessantes para compor as espécies em projetos de recuperação de áreas degradadas, visando aumentar o recurso alimentar e atrair a fauna local.

A maior parte das espécies frutíferas amazônicas não apresentam potencial madeireiro e correspondem, segundo Rabelo (2012), a aproximadamente 250 espécies. Esses autores apontam a importância da preservação de fruteiras nativas da Amazônia por meio do fortalecimento do extrativismo de frutos e sementes, incentivando o consórcio destas plantas em sistemas agroecológicos, permacultura e em sistemas agroflorestais. Todos estes sistemas possuem impacto positivo, impulsionando o crescimento da agricultura familiar, protegendo a estrutura do solo e mantendo a biodiversidade dos ecossistemas, além disso, o extrativismo de sementes e frutos causa menor impacto quando comparado a extração de outros produtos não madeireiros e visa a permanência das populações nas zonas rurais e ribeirinhas.

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 estima-se que 8% das plantas com sementes do mundo possuam esta característica. O que torna mais preocupante este dado é que a sensibilidade à dessecação 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). Em muitos cenários de alterações climáticas, em condições de seca, ocorre ainda maior risco na regeneração dessas espécies (PRITCHARD et al., 2022). Estima-se que em

decorrências das mudanças climáticas ocorrerá a extinção de duas a cada cinco plantas e de uma a cada três árvores (BREMAN et al., 2021).

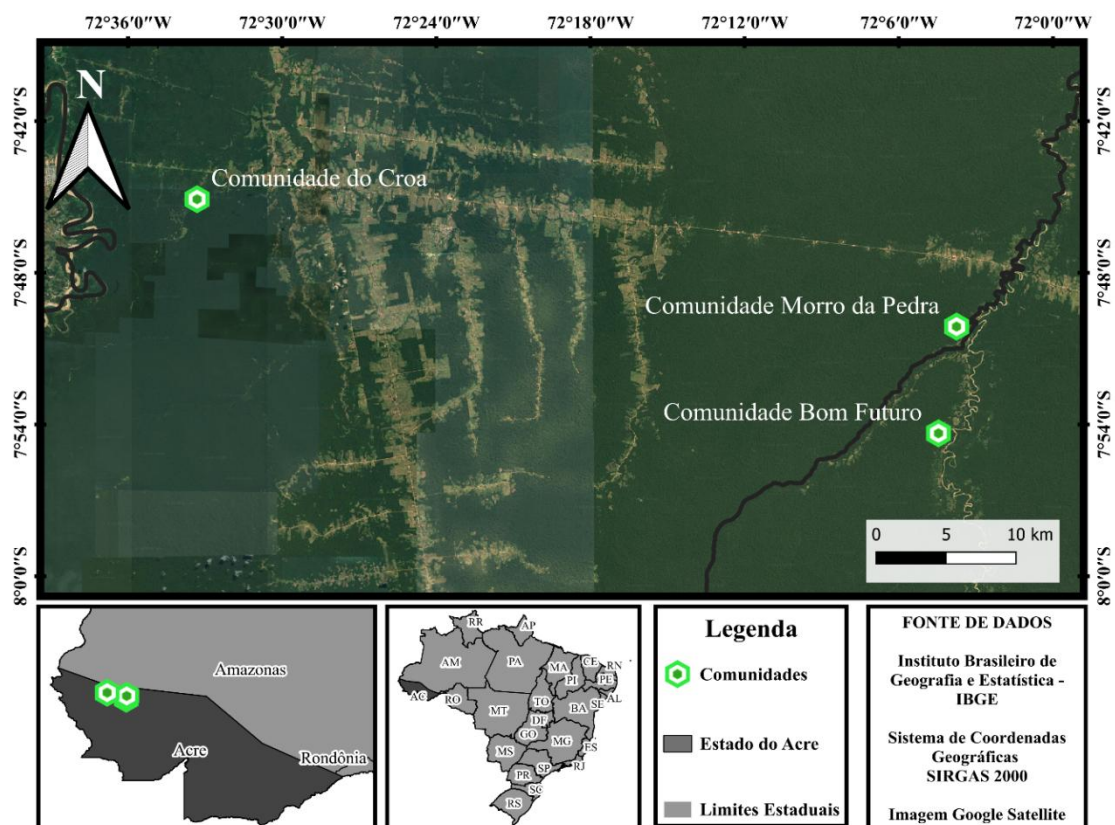
Muitas são as plantas não priorizadas para a conservação, o que reflete em limitações de conhecimento relacionadas às propriedades das plantas, sua utilização e seu estado de ameaça (BREMAN et al., 2021). Neste grupo estão as chamadas plantas alimentícias não convencionais (Panc's), que possuem grande importância por apresentarem inúmeros nutrientes, compostos oxidativos e diversas possibilidades de uso na alimentação; porém, elas não possuem utilização condizente com o seu potencial principalmente pela falta de conhecimento da população (BEZERRA; BRITO, 2020).

O objetivo neste estudo foi identificar as plantas alimentícias não convencionais presentes nas comunidades Morro da Pedra, Bom Futuro e Croa, Sudoeste da Amazônia e descrever suas características dendrométricas e qualitativas.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Área de pesquisa**

As espécies florestais de uso alimentício foram mapeadas e estudadas em duas comunidades da Reserva Extrativista do Riozinho do Liberdade, e, em uma comunidade do rio Croa, ambas localizadas no Vale do Juruá, estado do Acre (Figura 1). A área geográfica abrangida pela reserva localiza-se nos municípios de Cruzeiro do Sul, Tarauacá, Porto Valter e Marechal Thaumaturgo, no estado do Acre e Ipixuna no estado do Amazonas. O território possui 65 pontos geográficos marcados, iniciando-se pelo ponto de 72°00'13.39"W e 7°42'43.34"S, localizado na foz do Rio Monteiro (margem esquerda do Rio Liberdade), ela faz fronteira com as Reservas Extrativista do Alto Tarauacá e Alto Juruá, e, com as Terras Indígenas Jaminawa Arará do Rio Bagé; Arara Igarapé Humaitá e Campinas/Katukina.



**Figura 1.** Localização da área referente às comunidades do Rio Croa, Morro da Pedra e Bom Futuro, Vale do Juruá, estado do Acre. Fonte: autores

O acesso à Reserva nos meses chuvosos, ocorre pelo rio, e, nos três meses correspondentes a época seca, é possível acesso pelo ramal (estrada secundária de terra que desemboca em uma estrada principal, porém apenas até a comunidade Morro da Pedra. Em outras comunidades o acesso é apenas por rio. A predominância vegetal é de Floresta Ombrófila Aberta, com algumas partes ocupadas por florestas densas (ICMBio, 2020).

A comunidade do rio Croa está localizada às margens BR 364, a 22 km de distância da cidade de Cruzeiro do Sul, Acre. São encontradas nesta comunidade Florestas Ombrófilas Abertas, notadamente com presença de palmeiras bem como florestas densas (MORAES; LIESENFELD, 2017). Todas as árvores identificadas nesta pesquisa foram observadas em áreas de Florestas Abertas, sob influência direta do rio Croa, e, portanto, em áreas de várzea sujeitas a inundações.

### **.2.3 Mapeamento das plantas alimentícias não convencionais, caracterização qualitativa e quantitativa**

Para conhecer as espécies florestais de uso alimentício não convencionais foi realizado um inventário em três comunidades denominadas Morro da Pedra e Bom Futuro II, localizadas na Reserva Extrativista Riozinho da Liberdade e comunidade do rio Croa, localizando-se fora da reserva, porém na mesma regional. As plantas foram mapeadas ao longo das trilhas dos moradores das comunidades. Estas trilhas correspondem aos caminhos utilizados pelos moradores para acessar as áreas de cultivo e caça em seu território. Três moradores de cada comunidade ajudaram no mapeamento das plantas. Diante disso, mapeou-se três comunidades, sendo três moradores por comunidade, o que resulta em nove trilhas estudadas.

Os moradores foram escolhidos com base em sua atuação como lideranças na região e de acordo com o conhecimento sobre plantas atribuídos a eles. As plantas foram mapeadas como alimentícias de acordo com o conhecimento tradicional de cada morador, e qualquer planta conhecida (árvore, arbusto, cipó ou palmeira) foi registrada sem nenhuma restrição em relação a sua forma de vida. Foram amostradas as plantas próximas às trilhas até 20 metros. Foram realizados registros fotográficos de troncos, folhas, plântulas em regeneração e indivíduos jovens encontrados próximos às plantas mapeadas.

Sementes das espécies mapeadas, quando presentes, foram colhidas e encaminhadas para o viveiro (50% de sombreamento), onde foram semeadas em tubetes e saquinhos plásticos com substrato. As sementes de algumas espécies foram encaminhadas para o laboratório e colocadas para germinação em caixas Gerbox, contendo duas folhas de papel filtro. A germinação das sementes foi monitorada em luz constante a 30°C. Em ambos os casos foi realizado o acompanhamento da germinação até o estabelecimento das mudas. Durante esse processo, também foram registradas imagens para posterior identificação botânica. O material botânico coletado e fotografado foi analisado por um parobotânico com conhecimento sobre a flora do Acre.

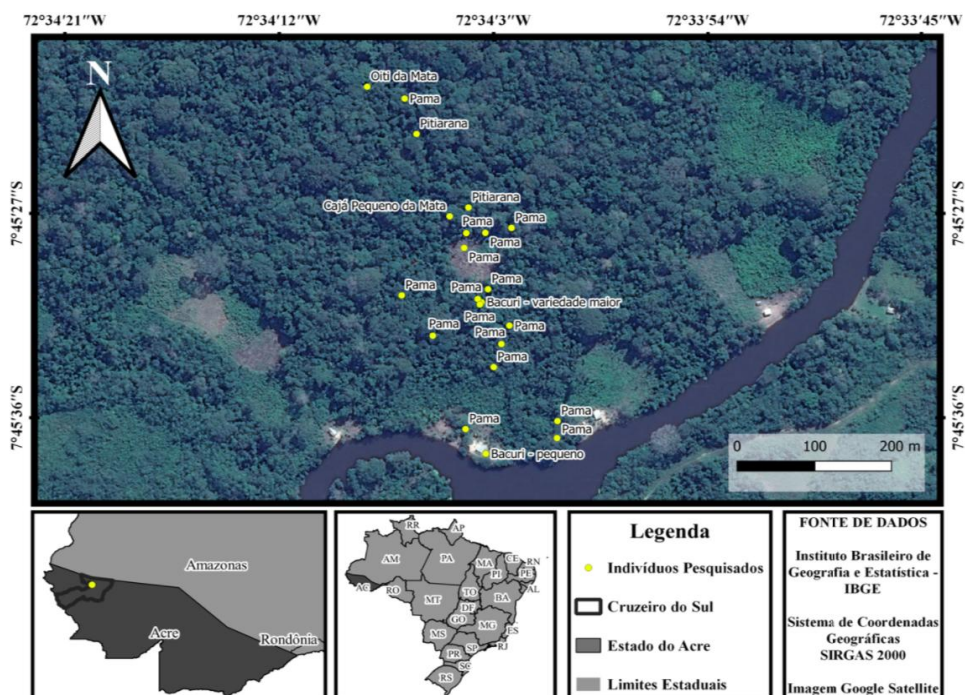
As trilhas foram percorridas ao longo de cinco dias em cada propriedade, totalizando 60 horas de esforço amostral. A amostragem foi realizada em dias alternados, conforme as condições meteorológicas favoráveis (dias ensolarados). Para as espécies arbóreas identificadas, registraram-se suas coordenadas geográficas com a utilização de um GPS Tracks Pro. Para cada árvore mapeada, foi realizada avaliação de suas características quantitativas e qualitativas. As características qualitativas registradas foram a altura total da árvore e o diâmetro à

altura do peito (DAP). Para o cálculo indireto da altura, utilizou-se uma vara de quatro metros, que foi colocada na base da árvore. O observador, posicionado a, aproximadamente, sete metros de distância, usou a vara como referência para calcular quantas vezes ela se projetava até alcançar a altura total da árvore. A altura foi obtida somando essas projeções. A circunferência foi medida com uma fita graduada e depois convertida em diâmetro. A circunferência de árvores com raízes tabulares ocorreu logo acima do término da raiz.

A qualidade das árvores foi avaliada considerando três categorias para o tronco (reto, levemente tortuoso e tortuoso) e três categorias para a copa (bem formada, mediana ou malformada). A presença e ausência de pragas e doenças na árvore também foi avaliada.

### 3. RESULTADOS

No total, foram mapeadas 125 plantas alimentícias não convencionais nas comunidades estudadas. Distribuindo-se em 44 indivíduos na comunidade Morro da Pedra, 43 plantas na comunidade Bom Futuro e 38 plantas na comunidade do rio Croa (Figura 2). abaixo mostra a distribuição das plantas nas trilhas.



**Figura 2.** Distribuição espacial de árvores mapeadas ao longo de uma das trilhas de estudo da comunidade do rio Croa. Fonte: autores.

No total foram encontradas 17 famílias botânicas com 37 espécies florestais, sendo que 27 foram identificadas, pelo menos a nível de gênero. Na maior parte das famílias identificou-se apenas uma espécie, com exceção para Arecaceae e Moraceae com quatro espécies e Malpighiaceae, Malvaceae, Melastomataceae e Rubiaceae, com duas espécies identificadas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Lista de plantas alimentícias não convencionais encontradas nas nove trilhas mapeadas das comunidades Morro da Pedra, Bom Futuro e rio Croa.

Família	Nome Científico	Nome comum
Anacardiaceae	<i>Anacardium giganteum</i> Hancock ex Engl.	cajuí
Annonaceae	<i>Annona</i> sp. L.	biribá
Arecaceae	<i>Attalea</i> sp. Kunth	cocão
	<i>Astrocaryum murumuru</i> Mart.	murmuru
	<i>Aiphanes</i> sp. Willd.	pupunha-da-mata
	<i>Chelyocarpus</i> sp. Dammer	Carnaubinha
Caricaceae	<i>Carica spinosa</i> Jacq.	mamãozinho-da-mata
Caryocaraceae	<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	Pitiarana
Chrysobalanaceae	<i>Licania</i> sp. Aubl.	oiti-da-mata
Clusiaceae	<i>Garcinia</i> sp. L.	bacuri-maior
Curcubitaceae	<i>Gurania</i> sp. (Schltdl.) Cogn.	Gurdião
Euphorbiaceae	<i>Caryodendron amazonicum</i> Ducke	castanha-de-porco
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	jatobá
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crista</i> A.Juss.	murici
	<i>Byrsonima</i> sp. Rich. ex Kunth	murici-verdadeiro
Malvaceae	<i>Matisia bicolor</i> Ducke	sapota
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	mutamba
Melastomataceae	<i>Clidemia</i> sp. D.Don	buxuxu
	<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	goiaba-de-anta
	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F.Macbr.	pama-do-carço-branco
Moraceae	<i>Perebea tessmannii</i> Mildbr.	pama-mão-de-onça
	<i>Ficus benjamina</i> L.	cambuca
	<i>Brosimum lactescens</i> (Moore) C.C.Berg	manixi-inharé
	<i>Pseudolmedia laevis</i> var. 1	pama-do-carço-preto
Rhamnaceae	<i>Ampelozizyphus amazonicus</i> Ducke	jacarandá
Rubiaceae	<i>Alibertia</i> sp. A.Rich. ex DC.	bacuri-pequeno
	<i>Duroia</i> sp. L.f.	apuruí
Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp. Aubl.	biorana

10 espécies não foram identificadas com o nome científico: cacau-da-mata, pupuzinho-da-mata, cajá-pequeno-da-mata, maparajuba, cambraia, ateira, feijão-bravo, pequiarana, muratinga e ovo-de-galo. Sem material botânico suficiente para a identificação.

Na Figura 3, é possível observar as plantas alimentícias não convencionais que foram mapeadas nas comunidades estudadas. Essas plantas estão diretamente relacionadas à Tabela 1 e fornecem uma representação gráfica das espécies identificadas nas referidas comunidades.





**Figura 3.** 1 *Matisia bicolor*; 2 *Annona*; 3 *Licania*; 4 *Duroia*; 5 *Garcinia*; 6 *Clidemia*; 7 *Aiphanes*; 8 *Byrsonima*; 9 *Ampelozizyphus amazonicus*; 10 *Perebea tessmannii*; 11 *Caryocar glabrum*; 12 *Anacardium giganteum*; 13 *Allibertia*; 14 *Carica spinosa*; 15 *Brosimum lactescens*; 16 *Guazuma ulmifolia*, 17 *Pouteria*; 18 *Spondias mombin*; 19 *Chelyocarpus*; 20 *Gurania*; 21 *Caryodendron amazonicum*; 22 *Pseudolmedia laevis*; 23 *Bellucia grossularioides*; 24 *Byrsonima crispa*; 25 *Hymenaea courbaril*. Fonte: autores.

A riqueza de espécies por ambiente, caracterizada pelo número de espécies identificadas em cada área amostrada foi de 21 para a comunidade Bom futuro, 14 para a comunidade Morro da Pedra e 16 para a comunidade do rio Croa.

A espécie *Pseudolmedia laevis* (Ruiz & Pav.) J.F.Macbr. foi separada na amostragem devido a ocorrência de diferenças morfológicas nas sementes. Algumas plantas apresentavam sementes de coloração negra, e outras com sementes de coloração amarelada. Essas características foram descritas pelos moradores e observadas durante as coletas de dados. De maneira geral, esta planta possui características similares em relação a arquitetura de tronco e copa, com frutos de coloração, sabor, tamanho e forma parecidos, possuindo apenas diferenças na coloração das sementes.

Dez espécies popularmente conhecidas por: cacau da mata, pupuzinho da mata, cajá pequeno da mata, maparajuba, cambraia, ateira, feijão bravo, pequiarana, muratinga e ovo de galo, não puderam ser identificadas com os respectivos nomes científicos por insuficiência de material botânico correspondente as coletas em campo. Porém, mesmo sem identificação, fazem parte da amostragem deste estudo, sendo importante referenciá-las mesmo que apenas com o nome comum.

Com relação às formas de vida, 75% das espécies encontradas foram árvores, 14,3% correspondem a palmeiras, 7,1% relacionam-se a cipós e 3,6% a arbustos. Todas as árvores mapeadas possuíam frutos comestíveis, com exceção de *Caryodrendon amazonicum* (castanha de porco), da qual a parte indicada para consumo são as sementes ou castanhas; e *Anacardium giganteum*, que possui, além do fruto, o pseudofruto como parte comestível. O cipó *Gurania* sp. também chama a atenção por possuir a castanha como parte comestível; apesar do fruto ser bastante chamativo e atrativo, ele não foi apontado para o consumo em humanos. Os frutos que podem ser consumidos em conjunto com o tegumento representaram 68% das espécies encontradas, 21% possuíam as sementes comestíveis, chamadas também de nozes ou amêndoas, 10% com polpa comestível e 3% representando os pseudofrutos. Vale destacar que foram encontrados árvores, cipós e palmeiras que apresentavam a semente como forma comestível. No caso da espécie *Astrocaryum murumuru*, a semente era utilizada para a extração de óleo (Tabela 2).



**Tabela 2.** Identificação da parte comestível, formas de vida e número de matrizes das diferentes espécies alimentícias não convencionais localizadas na Reserva Extrativista do Riozinho da Liberdade e comunidade do rio Croa, Acre, Brasil.

Nome científico	Parte comestível	Forma de vida	Nº matrizes
<i>Anacardium giganteum</i>	pseudo-fruto e fruto	árvore	5
<i>Annona</i> sp.	fruto	árvore	1
<i>Attalea</i> sp.	fruto	palmeira	5
<i>Astrocaryum murumuru</i>	Óleo da semente	palmeira	2
<i>Aiphanes</i> sp.	fruto	palmeira	3
<i>Chelyocarpus</i> sp.	amêndoas	palmeira	3
<i>Carica spinosa</i> Jacq.	fruto	árvore	4
<i>Caryocar glabrum</i>	amêndoas	árvore	4
<i>Licania</i> sp.	fruto	árvore	1
<i>Garcinia</i> sp.	fruto	árvore	2
<i>Gurania</i> sp.	amêndoas	cipó	1
<i>Caryodendron amazonicum</i>	amêndoas	árvore	3
<i>Hymenaea courbaril</i>	polpa	árvore	3
<i>Byrsonima crista</i>	fruto	árvore	1
<i>Byrsonima</i> sp.	fruto	árvore	1
<i>Matisia bicolor</i>	fruto	árvore	14
<i>Guazuma ulmifolia</i>	fruto	árvore	2
<i>Clidemia</i> sp.	fruto	árbusto	1
<i>Bellucia grossularioides</i>	fruto	árvore	2
<i>Pseudolmedia laevis</i>	fruto	árvore	13
<i>Perebea tessmannii</i>	fruto	árvore	21
<i>Ficus benjamina</i>	fruto	árvore	1
<i>Brosimum lactescens</i>	fruto	árvore	4
<i>Pseudolmedia laevis</i> var. 1	fruto	árvore	6
<i>Ampelozizyphus amazonicus</i>	fruto e amêndoas	cipó	6
<i>Alibertia</i> sp.	fruto	árvore	1
<i>Duroia</i> sp.	fruto	árvore	3
<i>Pouteria</i> sp.	fruto	árvore	5
Espécies não identificadas		árvores	10

Observando as espécies encontradas em cada uma das áreas de coleta, verificou-se que cinco espécies foram exclusivas da comunidade Morro da Pedra, 11 exclusivas do Bom Futuro e nove exclusivas do rio Croa. Apenas *Perebea tessmannii* e *Pouteria* sp. foram comuns nas três áreas. As áreas da Resex possuíam grupo de espécies semelhantes na amostragem. A área do rio Croa, quando comparada ao Morro da pedra, foi a que apresentou menor semelhança, com apenas três espécies em comum; sendo elas as duas acima citadas e *Garcinia* sp. (Tabela 3).

Quanto às características do ambiente, verifica-se que as florestas da comunidade Bom Futuro são mais conservadas, com poucas áreas destinadas às roças, com menor luminosidade no interior da floresta e maior densidade de árvores de grande porte. No entanto, as florestas das outras duas comunidades são mais

exploradas, com maior número de roças e capoeiras abandonadas e a maior luminosidade no interior da floresta é devido a retirada de árvores de grande porte. Observa-se também maior concentração humana nestas duas áreas.

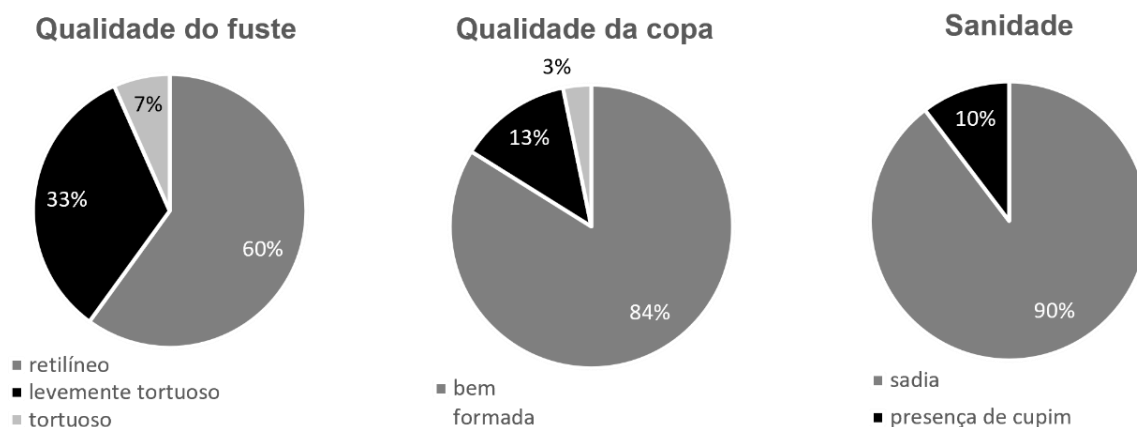
**Tabela 3.** Diversidade de plantas alimentícias não convencionais da Reserva Extrativista do Riozinho da Liberdade e comunidade do rio Croa, Acre, Brasil.

Nome científico	Áreas de coleta de sementes		
	Comunidades		
	Morro da Pedra	Bom Futuro	Rio Croa
<i>Anacardium giganteum</i>		X	X
<i>Annona</i> sp.			X
<i>Attalea</i> sp.	X		
<i>Astrocaryum murumuru</i>	X		
<i>Aiphanes</i> sp.	X		
<i>Chelyocarpus</i> sp.	X		
<i>Carica spinosa</i>	X	X	
<i>Caryocar glabrum</i>		X	X
<i>Licania</i> sp.			X
<i>Garcinia</i> sp.	X		X
<i>Gurania</i> sp.		X	
<i>Caryodendron amazonicum</i>		X	
<i>Hymenaea courbaril</i>	X	X	
<i>Byrsonima crisper</i>			X
<i>Byrsonima</i> sp.			X
<i>Matisia bicolor</i>	X	X	
<i>Guazuma ulmifolia</i>		X	
<i>Clidemia</i> sp.			X
<i>Bellucia grossularioides</i>		X	X
<i>Pseudolmedia laevis</i>	X	X	
<i>Perebea tessmannii</i>	X	X	X
<i>Ficus benjamina</i>			X
<i>Brosimum lactescens</i>		X	
<i>Pseudolmedia laevis</i> var. 1		X	
<i>Ampelozizyphus amazonicus</i>	X	X	
<i>Alibertia</i> sp.			X
<i>Duroia</i> sp.			X
<i>Pouteria</i> sp.	X	X	X
Duas espécies não identificadas	X		
Duas espécies não identificadas			X
Seis espécies não identificadas		X	

Legenda: Quadro comparativo. Faixas negras identificam quais as comunidades são semelhantes com relação à presença da espécie. X identifica a presença da espécie na comunidade.

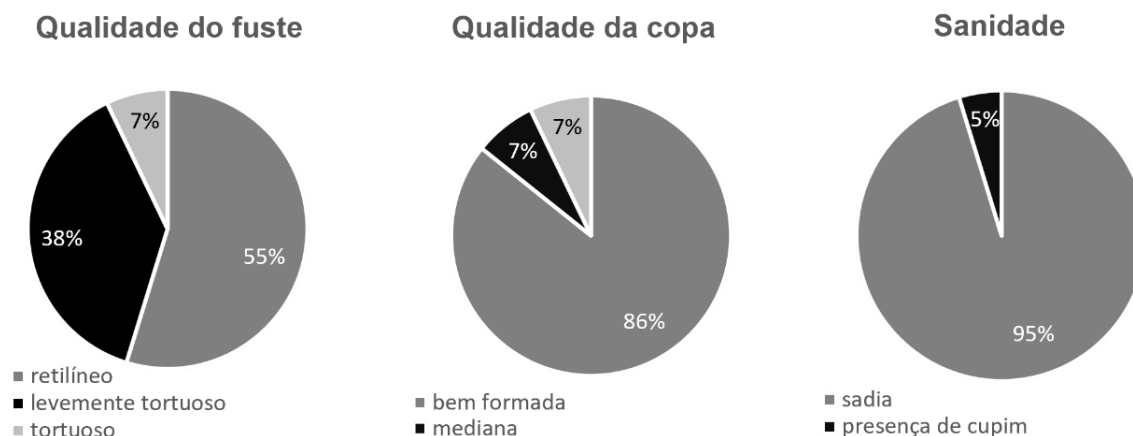
Das árvores mapeadas na comunidade do rio Croa, 60% possuem troncos retilíneos com 84% de copas bem formadas e 90% sem presença de ataque de pragas. As pragas, quando presentes, se restringiam ao grupo dos cupins; e, em nenhuma planta foi observada a presença de doenças (Figura 4).

**Figura 4.** Qualidade de fuste, copa e sanidade de plantas alimentícias não



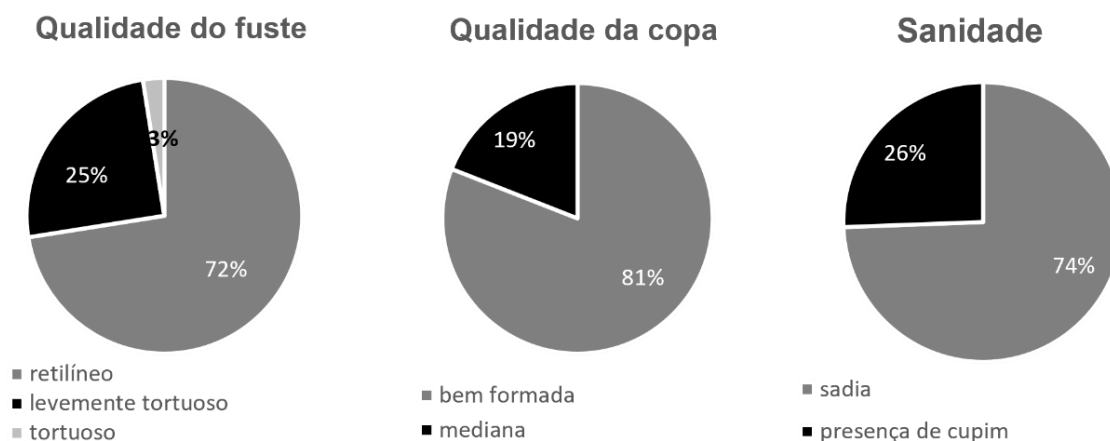
convencionais mapeadas na comunidade do rio Croa, Acre, Brasil. Fonte: Autores.

Na comunidade Bom Futuro observa-se que as árvores apresentam apenas 55% das árvores com troncos retilíneos, porém, com relação a qualidade da copa e sanidade das plantas, foi o grupo que apresentou os altos percentuais (> 80%), sendo 86% e 95%, respectivamente (Figura 5).



**Figura 5.** Qualidade de fuste, copa e sanidade de plantas alimentícias não convencionais na comunidade Bom Futuro, da Reserva Extrativista do Riozinho da Liberdade, Acre, Brasil. Fonte: Autores.

A comunidade Morro da Pedra apresentou o maior percentual em relação às demais, com 72% de indivíduos com fuste retilíneo. A qualidade da copa foi bastante similar entre as árvores das comunidades da Resex, porém, é a que possui a menor proporção (81%) de copas bem formadas. Na questão relativa à sanidade das árvores, observa-se, também, que é a comunidade que possui maior percentual de ataque de cupins, representando 25% de árvores amostradas (Figura 6).



**Figura 6.** Qualidade de fuste, copa e sanidade de plantas alimentícias não convencionais na comunidade Morro da Pedra, Reserva Extrativista do Riozinho da Liberdade, Acre, Brasil. Fonte: Autores.

As plantas localizadas no Croa possuem alturas que variam de 2,20 a 30 metros de altura e diâmetros de 1,5 a 133,68 cm. Porém, 80% das plantas encontradas estavam nas classes de altura abaixo de 20 metros e 66% com diâmetros menores que 28 cm. Na comunidade Morro da Pedra, também foram observados grande número de árvores com alturas abaixo de 20 metros, correspondendo a 90,7% das árvores amostradas. Seus diâmetros, no entanto, variam entre 6,37 e 105,36 cm, com apenas 13,95% das árvores com diâmetros inferiores a 30 cm. Já as árvores mapeadas na comunidade Bom Futuro, variam entre 9 a 43 metros de altura e diâmetros de 29 a 289 cm.

#### 4. DISCUSSÃO

Espécies como buriti (*Mauritia flexuosa*), açaí (*Euterpe precatoria*), patauá (*Oenocarpus bataua*), cajá (*Spondias mombin*), cacau (*Theobroma cacao*), ingá (*Inga*

sp.), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e maracujá da mata (*Passiflora* spp.) sejam encontradas nas áreas estudadas (MORAES; LIESENFELD, 2007; DALY; SILVEIRA, 2008), contudo não foram incluídas no mapeamento, o qual se restringe a plantas não convencionais locais.

A pesquisa identificou alta riqueza de plantas alimentícias não convencionais. No estado do Pará, foram identificadas 65 espécies de PANCs, das quais 23 são árvores (SANTOS et al., 2020), um número inferior, neste grupo, em comparação com as 31 árvores identificadas no presente estudo. Em pesquisas sobre a Amazônia equatoriana, foram registradas 55 espécies alimentícias, das quais nove frutos de origem indígena foram selecionados para a revisão, pois tinham ao menos duas referências na literatura. Isso evidencia a carência de estudos sobre etnobotânica, características físico-químicas e componentes bioativos em plantas alimentícias silvestres (SÁNCHEZ-CAPA et al., 2023). É importante notar que nenhuma das nove espécies (*Aphandra natalia*, *Eugenia stipitata*, *Gustavia macarenensis*, *Mauritia flexuosa*, *Myrciaria dúbia*, *Oenocarpus bataua*, *Plukenetia volubilis*, *Pouteria caimito*, *Solanum quitoense*) selecionadas no estudo mencionado acima foi observada na presente pesquisa.

Barbosa et al. (2021) ressaltam a importância dos estudos sobre plantas alimentícias não convencionais (PANCs) ou frutos exóticos, identificando 2500 artigos publicados com o tema PANCs e 2435 artigos para frutos exóticos, isso considerando apenas os cinco anos anteriores a revisão. A maior parte dos artigos relaciona-se ao uso destas plantas na dieta humana. Entre as espécies encontradas nas comunidades estudadas está o mamãozinho do mato (*Jaracatia spinosa*). Esta espécie apresenta composição nutricional maior do que o mamão papaya (*Carica papaya* Linn.), ambos pertencentes à família Caricaceae, possuindo, ainda, compostos bioativos e antioxidantes (ROCHA; MELO; BENTO, 2021). Além da composição rica em nutrientes, este fruto tem destaque na quantidade de fibras alimentares disponíveis (NEGRI; BERNI; BRAZACA, 2016).

Assim como *Jaracatia spinosa*, características bioquímicas e nutricionais importantes já foram descritas em alguns trabalhos sobre as espécies indicadas como alimentícias nas comunidades. São elas:

- *Aiphanes* sp.: O extrato das folhas é um potencial neuroprotetor, reduzindo significativamente o estresse oxidativo (MOHARRAM et al., 2024), possui elevados teores de carboidratos e açúcares, com o potássio sendo o micronutriente mais

abundante. As folhas possuem vitamina C e propriedades antioxidantes, sem ser citotóxica para células normais (BELTRAN et al., 2024), além de conter altos níveis de carotenoides (GIUFFRIDA; TORIBIO; MURILLO, 2022).

- *Allibertia* sp.: As partes aéreas da planta possuem composição química rica em triterpenoides (LUCIANO et al., 2004), cumarinas e atividades antifúngicas, podendo ser importantes para futuros medicamentos para o tratamento da doença de Alzheimer (OLIVEIRA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2011). Auxiliam ainda na atividade diurética, efeito hipotensor e anti-hipertensivo (MENEGATI, et al., 2016; AQUINO et al., 2017), muito utilizado pelas populações indígenas Kaiowá e Guarani (BUENO et al., 2005);

- *Ampelozizyphus amazonicus*: A casca da planta é utilizada pelas comunidades quilombolas de Oriximiná como um medicamento importante para tratamento de parasitas como a malária (OLIVEIRA et al., 2015). Extratos de raízes, madeira e folhas também são estudadas para o tratamento contra a malária (BRANDÃO et al., 1992; MILLIKEN et al., 2021; SANTOS et al., 2024), vírus Chikungunya (ROCHA et al. 2023) e Covid-19 (CAMPOS et al., 2023). A planta é rica em triterpenos, saponinas (BRANDÃO et al., 1993) e polifenóis (CAMPOS et al., 2023), também é um diurético por conter esses compostos químicos (DINIZ et al., 2009) ajudando em tratamentos hepáticos (FRAUSIN et al., 2015). Possui ainda poder anti-inflamatório e citoprotetor (ROCHA et al., 2023).

- *Anacardium giganteum*: o pseudo-fruto se enquadra no grupo de alimentos classificados como muito ácidos, possuindo pH menor que 4,0. Ele possui açúcares, vitamina C, ácidos e algumas pectinas que são compostos solúveis em água (PINHEIRO et al., 2024). Comercialmente a bebida feita desta espécie atende aos padrões de qualidade para bebidas alcoólicas de frutas, possuindo grande potencial comercial, porém com necessidade de pesquisas que atendam a valorização desta fruta no mercado (PINHEIRO et al., 2024b). Possui os seguintes compostos: pentadecatrienil; resorcinol; pentadecadienil; pentadecenil; ácido salicílico; naringenina (RAMOS et al., 2004).

- *Annona reticulata*: Extratos produzidos de folhas, flores, frutos, e outros, possuem propriedades antiparasitas (HASHEMI et al., 2021) e eficiência antimicrobiana (AKINSIKU et al., 2023). É uma árvore alimentar versátil, possuindo valores nutricionais importantes como carboidratos, proteínas, aminoácidos e vitaminas por possuir alcalóides, diterpenos, acetogeninas e ciclopeptídeos. É

utilizada ainda para o tratamento de disenteria, piolhos, feridas de câncer, efeitos purgativos e tônicos. É uma planta antidiabética, antimicrobiana, antiparasitária, antioxidante, antimalárica, moluscicida, anti-helmíntica (MOUSSA et al., 2024) e inseticida (SANTOS et al., 2023). É uma planta rica em fibras, açúcares, vitaminas A e C, minerais e óleos (ALMEIDA et al., 2024).

- *Astrocaryum murumuru*: o óleo do murumuru possui alto conteúdo total de lipídios, triacilgliceróis, baixo teor de água e baixo valor de acidez, com conteúdo insignificante de ácidos carboxílicos voláteis, com altos níveis de Ca, Fe, Mg e P (SOUZA et al., 2024).

- *Bellucia grossularioides*: Apenas um trabalho destacou que extratos de diferentes partes da planta fresca é indicada para tratamentos contra fungos e infecção, os resultados indicam a presença de fenóis, não identificando flavonoides na composição dos frutos (LIZCANO et al., 2010). No Suriname é atribuída como afrodisíaco para homens (ANDEL et al., 2008). A maior parte dos artigos relacionam-se a características relativas à biologia e ecologia (SANTOS Jr. et al., 2006; DEARMOND et al., 2022), não possuindo artigos sobre os componentes nutricionais da planta.

- *Duroia macrophylla*: folhas e ramos possuem triterpenos (MARTINS et al., 2013) e alcalóides capazes de impedir o crescimento de vasos em tumores (CARVALHO et al., 2021). Possui, também, propriedades anti-tuberculose e anti-tumoral (ZANCA et al., 2016) e antioxidantes (MARTINS et al., 2014). Não possui nenhum estudo sobre composição nutricional.

- *Garcinia* sp.: Extrato de diferentes partes da planta (folhas, caules, látex e frutos possuem a presença de metabólitos secundários biologicamente importantes, conhecidos como benzofenonas poliospreniladas (KUMAR et al., 2013). Possuem ácido fólico, ácido transferúlico e ácido sinápico, é fonte de fibras, proteínas e atua no complexo antioxidante (MELO et al., 2022). O gênero se destaca por promissora atividade anticancerígena (BRITO et al., 2022)

- *Guazuma ulmifolia*: Suas folhas possuem flavonóides e ácidos fenólicos, com atividade antioxidante. Possui potencialização da ação antifúngica contra *Candida tropicalis* e tratamento de distúrbios gastrointestinais (MORAES et al., 2017). Seus metabólitos secundários apresentam bioatividade, incluindo atividades antimicrobiana, anti protozoária, antidiarreica e efeito cardioprotetor (PEREIRA et al., 2019). O extrato das folhas possui, ainda, atividades antiproliferativas contra linhagens

celulares humanas de câncer (WINARNO et al., 2023) e exibe efeito anti-helmíntico (RESÉNDIZ-GONZÁLEZ et al., 2024).

- *Pouteria*: frutos de *P. caimito* possuem capacidade significativa de neutralizar os radicais livres e a atividade anti-hemolítica possuindo extratos que oferecem proteção contra danos oxidativos nas células sanguíneas (ALSAIF et al., 2023). A casca possui polifenóis, carotenóides e potente atividade antioxidante (ASEERVATHAM et al., 2019; GONZÁLEZ-PEÑA et al., 2021). Os frutos de *P. campechiana* demonstrou ser rico ainda em nutrientes, vitaminas, minerais e fibras. Além de compostos bioativos (DO et al., 2023). Suas sementes possuem potencial para desenvolvimento de alimentos à base de amido (LUO et al., 2023).

- *Licania*: Os frutos possuem proantocianidinas e prodelphinidina, sendo uma espécie oxidativamente ativas (KIM et al., 2021). As folhas possuem ação antioxidante (BRACA et al., 2003) e nas espécies *Licania densiflora*, *Licania apetala* and *Licania Licaniaeflora*, possuem flavonoides, glicose, galactose, arabinose, ramnose e rutina, que são os açúcares mais frequentemente encontrados (BRACA, et al., 1999; BRACA et al., 2002). Os triterpenos e diterpenos apresentaram atividade antibacteriana, ação citotóxica e propriedades antifúngicas (BRACA et al., 2003).

- *Hymenaea courbaril*: o extrato das folhas contém grupos químicos como taninos e flavonoides (SILVA-SILVA et al., 2023), além de proteínas, cinzas, lipídios, cálcio, ferro e fósforo (SOUZA et al., 2012).

- *Clidemia*: As espécies deste gênero são similares nas propriedades nutricionais dos frutos. Apresentam em sua composição cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos e gorduras (ASSUNÇÃO-JUNIOR et al., 2022). As frutas de *Clidemia rubra* mostraram ser uma boa fonte de fibras alimentares e de alguns minerais (Ca, Mn e Zn) (GORDON et al., 2011).

- *Byrsonima crista* e *Caryocar glabrum*: estudos únicos destacam que a casca das plantas possui flavonoides com potencial antioxidante na primeira (GUILHON-SIMPLICIO et al., 2017) e isocumarinas na segunda (MAGID et al., 2007).

- *Caryodendron amazonicum*, *Matisia bicolor*, *Chelyocarpus* sp., *Perebea tessmannii*, *Gurania* sp., *Brosimum lactescens* e *Pseudolmedia laevis*: Não possuem nenhum estudo, conhecido ou disponível, sobre composição química ou nutricional.

De modo geral, a maior parte das espécies (62,5%) observadas possuem estudos relativos à composição química com propriedades farmacológicas. São



indicadas para o tratamento de doenças, parasitas, fungos, bactérias e vírus, bem como a sua capacidade antioxidante. No entanto, são poucos os estudos que vinculam suas pesquisas apenas à capacidade nutricional (8,33) desses alimentos. Em contrapartida, para a inserção de frutas exóticas na alimentação humana é necessário, inicialmente, conhecer sua composição nutricional, e os benefícios gerados por seu consumo. Segundo Leal et al. (2024), para que consumidores possam tomar decisões conscientes sobre o que consomem é necessário estar bem-informados sobre os benefícios nutricionais, especialmente de frutas e seus derivados, além de propiciar a possibilidade do desenvolvimento de novos produtos pela indústria.

Observa-se, na Amazônia, escassez de artigos sobre as potencialidades e o desenvolvimento de produtos, o que dificulta a integração entre a conservação da biodiversidade e o fortalecimento da bioeconomia. Existe uma lacuna entre o consumo *in natura* de frutas e o desenvolvimento de produtos inovadores, isso tomando como base espécies já conhecidas nos mercados locais (ARAUJO et al., 2024). No contraponto, observa-se que para espécies alimentícias não convencionais esse quadro é ainda mais complexo, pois verifica-se para as espécies encontradas nesta pesquisa 29,16% não possuem nenhum estudo conhecido ou disponível sobre a composição química ou nutricional.

Existe, assim, lacunas de informações sobre minerais, fibras, vitaminas, polifenóis, entre outros componentes em frutos nativos da Amazônia (AGUIAR; SOUZA, 2020).

Dentre as vinte e sete espécies florestais nativas disponíveis para a comercialização pelo povo Asheninka no estado do Acre, onze são de espécies alimentícias e muitas ainda carecem de estudos, como no caso de pama (*Pseudolmedia laevis* (Ruiz & Pav.), sapota (*Matisia cordata* Kunth.) e castanha de porco (*Caryodendron amazonicum* Ducke) (ROCHA; MELO; BENTO, 2021). Essas três espécies também fazem parte das plantas encontradas nesta pesquisa que carecem de estudos.

Ainda são necessários muitos estudos sobre o potencial antioxidante dos resíduos agroindustriais de frutos tropicais, o que abre perspectivas para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios (LAZZARI et al., 2021). Um exemplo promissor é a industrialização do pó de bacupari (*Garcinia brasiliensis*), uma alternativa para ampliar o consumo dessa fruta ainda pouco explorada (MELO et al.,

2022b) e a fabricação de farinhas coloridas de arecaceas, mirtáceas e solanáceas, produtos que já se encontram em fase de patente na Amazônia (AGUIAR; SOUZA, 2020). É essencial, contudo, atender às expectativas dos consumidores, garantindo que os produtos desenvolvidos sejam seguros, nutritivos e de alta qualidade (LEAL et al., 2024).

Na cidade de Manaus (AM), espécies frutíferas como castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*), jatobá (*Hymenaea courbaril*) e piquiá (*Caryocar villosum*), que possuem excelente qualidade da madeira, sofrem com perda da variabilidade genética. O piquiá e o jatobá já se encontram entre as espécies que estão cada vez mais escassas nas feiras livres de Manaus, assim como pajurá (*Couepia bracteosa*), sorvinha (*Couma utilis*), uxi (*Endopleura uchi*), bacaba (*Oenocarpus bacaba*), patauá (*Oenocarpus bataua*) e sapota-do-solimões (*Quararibea cordata*) (RABELO, 2012).

A escassez dos frutos, oriundos em especial do extrativismo, está relacionado principalmente ao desmatamento, expansão agropecuária e desenvolvimento socioeconômico próximo às zonas urbanas. Vale destacar que o cenário de inovação relacionado às frutas exóticas da Amazônia poderá ser influenciado nos próximos anos pelas atividades de extração (ARAUJO et al., 2024). Diante disso, é possível que haja o desaparecimento de plantas alimentícias não convencionais com grande potencial para a alimentação humana e que nem sequer foram estudadas, pois, segundo Breman et al. (2021), ocorrerá a extinção de duas a cada cinco plantas e de uma a cada três árvores decorrentes dos eventos climáticos extremos.

As espécies mencionadas aqui não fazem parte da alimentação cotidiana dos comunitários. Quando consumidas, são em atividades de caça, nas quais os moradores aguardam em 'esperas' sob árvores como *Perebea tessmannii* e *Pseudolmedia laevis* (plantas das quais os animais se alimentam) e são abatidos em geral com espingardas; quando esses frutos estão próximos à trilha; e quando estão presentes nos quintais próximos às casas. No entanto, como observado nas análises dendrométricas, a maioria das árvores possuem alturas e diâmetros elevados o que acaba dificultando o acesso aos frutos. Observa-se que as diferenças de qualidade do tronco e copa são muito próximas, determinando que todos os ambientes possuem uma composição de árvores com características superiores que podem ser consideradas árvores matrizes para a colheita de sementes, uma vez que estas são características que determinam sua escolha (FERREIRA, BORGUETTI, 2004). No entanto, características relativas à qualidade fisiológica de suas sementes também

devem ser incluídas nos critérios de superioridade das matrizes (NETO; PAULA, 2017).

A maior proporção de cupins nas florestas do Morro da Pedra e Croa podem estar associados ao maior nível de exploração e raleamento dos ambientes. Isso acontece devido, também, ao maior número de capoeiras decorrentes dos roçados. Segundo Bandeira (1979), essas áreas possuem maior proporção de ninhos de cupins quando comparado a áreas de florestas mais preservadas. Diante disso, para a utilização de frutos nativos na alimentação popular é necessária a união de dimensões ambientais, sociais, culturais e de saúde, bem como a produção e construção de conhecimentos que cheguem ao público leigo (AMORIM et al., 2020).

A flora brasileira é muito rica em frutos comestíveis com potenciais benefícios à saúde. Aliar essas dimensões com o manejo dessas plantas pode contribuir para melhoria da renda dos comunitários, contribuir para a conservação da biodiversidade (TEIXEIRA et al., 2019) e para a segurança alimentar das comunidades locais. Em especial porque em algumas regiões da Amazônia, observa-se um padrão alimentar de baixo valor calórico, com acesso limitado a frutas, verduras e legumes. Assim, existe a necessidade no ambiente amazônico de políticas públicas de acesso a alimentos que observem todos os alicerces essenciais para a melhoria da qualidade de vida, que vão desde os princípios relativos à segurança alimentar, biologia, ecologia, diversidade cultural e tecnológico. Isso demonstra a necessidade de políticas públicas de acesso a alimentos que orientem suas ações aos princípios da segurança alimentar, com adequação alimentar, livre de riscos biológicos, respeitando a biodiversidade vegetal, a diversidade cultural e agregando valor científico e tecnológico a seus produtos, sendo esses alicerces essenciais para a melhoria da qualidade de vida no ambiente amazônico (AGUIAR; SOUZA, 2020).

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

É imprescindível que essas espécies frutíferas não convencionais, pesquisadas neste trabalho, sejam incluídas em projetos de pesquisas, no sentido de dar a elas maior visibilidade, inclusive aos seus potenciais alimentícios, e também, trabalhadas em arranjos genéticos que as tornem mais vistosas, atributos estes que lhes deem a atenção merecida, começando por serem cultivadas em quintais agroflorestais e, por fim, atraídas pelo mercado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, J.P.L.; SOUZA, F.D.C.D.A. Fruits of the Amazon: a window of opportunity. **Horticulture International Journal**, vol. 4, n. 2, p. 45, 2020.

AKINSIKU, A. A.; ODAUDU, R.O.; DE CAMPOS O.C.; ADEYEMI, A.O.; EJILUDE O. Synthesis of low toxic silver-cobalt nanoparticles using *Annona muricata* leaf extract: Antimicrobial evaluation. **Inorganic Chemistry Communications**, v. 153, p. 1-11, 2023.

ALMEIDA, R.F.; MORENO, I.F.; MACHADO, A.P.O.; MEIRELES, M.A.A.; SILVA, LILIAN KARLA FIGUEIRA da; BATISTA, E.A.C. Araticum (*Annona crassiflora* Mart.): A critical review for the food industry. **Food Research International**, v. 184, p. 1-24, 2024.

ALSAIF, M.A.; Veeramani, C.; Newehy, A.S.E.; Aloud, A.A. Pouteria caimito fruit derived nanoparticles inhibited the apple ring rot disease as well as extended the shelf-life of sliced apples. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 30, p. 1-9, 2023.

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.

ANDEL, T.V.; KORTE, S. DE; KOOPMANSB, D.; BEHARI-RAMDAS, J.; RUYSSCHAERT, S. Dry sex in Suriname. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 116, p. 84–88, (2008).

AQUINO, D.F. de S.; TIRLONIA, C.A.S.; MENEGATI, S.E.L.T.; CARDOSO, C.A.L.; VIEIRA, S.C.H.; VIEIRA, M. do C.; SIMONETE, A.M.; MACÍASE, F.A.; JUNIOR, A.G. *Alibertia edulis* (L.C. Rich.) A.C. Rich – A potent diuretic arising from indigenous species. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 196, p. 193–200, 2017.

ARAÚJO, E.C.G.; SILVA, T.C.; NETO, E.M. da C.; FAVARIN, J.A.S.; GOMES, J.K. da S.; CHAGAS, K.P.T das; Fiorelli, e.c.; SOSIN, A.F.; MAIA, E. Bioeconomy in the Amazon: Lessons and gaps from thirty years of non-timber forest products research. **Journal of Environmental Management**, v. 370, p. 1-11, 2024.

ASEERVATHAM, S.B.G; MANTHRA, V.; IREEN, C.; THILAGAMEENAB, S.; AKSHAYAB, S.; MARY, A.C.; GIRIPRASHANTHINI, S.; SIVASUDHA, T. Free radical scavenging potential and antihaemolytic activity of methanolic extract of *Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni. and *Tricosanthes tricuspidata* Linn. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 18, p. 1-8, 2019.

ASSUNÇÃO-JUNIOR, S.O.; RODRIGUES, L.S.L.; RAPOSO, D.S.; RODRIGUES, J.G.C.; LIMA, E.J.S.P. de; SILVA, F.M.A. da; SCUDELLER, V.V.; CORRÊA, A.L.; LIMA, E.S.; ALBUQUERQUE, P.M.; KOOLEN, H.H.F.; BATAGLIO, G.A. Amazonian Melastomataceae blueberries: Determination of phenolic content, nutritional

composition, and antioxidant and anti-glycation activities. **Food Research International**, v. 158, p. 1-11, 2022.

BANDEIRA, A.G. Ecologia de cupins (Insecta: Isoptera) da Amazônia Central: efeitos do desmatamento sobre as populações. **Acta Amazonica**, v. 9, n. 3, p. 481-499, 1979.

BARBOSA, H.D; LAZZARI, A.; SILVA, I.C da; SILVA, L.H.M da; DADA, A.P.; CESTÁRIO, A.C. de O.; Machado Filho, E. R. Composição química e potencial antioxidante de *Jaracatia spinosa* e *Vasconcellea quercifolia* A. St-Hil e o uso na alimentação: uma breve revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. 1 - 6, 2021.

BELTRAN, L. B.; NUNES, K.C.; RIBEIRO, A.C.; GOMES, R.G. Determination of chemical composition, antioxidant activity, mass spectrometry and cytotoxicity of the *Aiphanes aculeata* palm fruit. **Revista observatório de la economia latino-americana**, v. 22, n. 2, p. 01-25, 2024.

BEZERRA, J.A.; BRITO, M.M. de. Potencial nutricional e antioxidantes das Plantas alimentícias não convencionais (PANCs) e o uso na alimentação: Revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. 1 - 11, 2020.

BRACA, A.; BILIA, A.R.; MENDEZ, J.; PIZZA, C.; MORELLI, I.; TOMMASI, N. de. Chemical and biological studies on *Licania* genus. **Studies in Natural Products Chemistry**, v. 28, p. 35-36, 2003.

BRACA, A.; BILIA, A.R.; MENDEZ, J.; MORELLI, I. Three flavonoids from *Licania densiflora*. **Phytochemistry**, v. 51, p. 1125-1128, 1999.

BRACA, A.; LUNA, D.; MENDEZ, J.; MORELLI, I. Flavonoids from *Licania apetala* and *Licania licaniaeflora* (Chrysobalanaceae). **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 30, p. 271–273, 2002.

BRANDÃO, M.G.L.; GRANDI, T.S.M.; ROCHA, E.M.M.; SAWYER, D.R.; KRETTLID, A.U. Survey of medicinal plants used as antimalarials in the Amazon. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 36, p. 175 – 182, 1992.

BRANDÃO, M.G.L.; LACAILLE-DUBOI, M.A.; TEIXERA, M.A.; WAGNER, H. A dammarane-type saponin from the roots of *Ampelozizyphus amazonicus*. **Phytochemistry**, v. 34, n. 4, p. 1123-1127, 1993.

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.

BRITO, L. de C.; MARQUES, A.M.; Camillo, F. da C.; FIGUEIREDO, M.R. *Garcinia* spp: Products and by-products with potential pharmacological application in câncer. **Food Bioscience**, v. 50 p. 102-110, 2022.

BUENO, N.R.; CASTILHO, R.O.; COSTA, R.B. da; POTT, A.; POTT, V.J. Scheidt, G.N.; BATISTA, M. da S. Medicinal plants used by the Kaiowá and Guarani indigenous populations in the Caarapó Reserve, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 1, p. 39-44, 2005.

CAMPOS, M.F.; MENDONÇA, S.C.; PEÑALOZA, E.M.C.; OLIVEIRA, B.A.C de; ROSA, A.S.; LEITÃO, G.G.; TUCCI, A.R. FERREIRA, V.N.S.; OLIVEIRA, T.K.F.; MIRANDA, M.D.; ALLONSO, D.; LEITÃO, S.G. Anti-SARS-CoV-2 Activity of *Ampelozizyphus amazonicus* (Saracura-Mirá): Focus on the Modulation of the Spike-ACE2 Interaction by Chemically Characterized Bark Extracts by LC-DAD-APCI-MS/MS. *Molecules*, v. 28, n. 3159, 2023.

CARVALHO, A.B.; RAMOS DM, FALCÃO-BÜCKER NC, NUNEZ CV. Actividad antiangiogénica de los extractos diclorometánicos de hojas y ramas de *Duroia macrophylla* Huber (Rubiaceae). **Medicinal Plant Communications**, n. 4, p. 82 – 86, 2021.

DALY, C.D.; SILVEIRA, M. **Primeiro catálogo da flora do Acre, Brasil**. Rio Branco, Acre: EDUFAC, 2008, 560p.

DeARMOND, D.; FERRAZ, J.B.S.; MARRA, D.M.; AMARAL, M.R.M. LIMS, A.J.N.; HIGUCHI, N. Logging intensity affects growth and lifespan trajectories for pioneer species in Central Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 522, p. 1-10, 2022.

DINIZ, L.R.L.; SANTANA, P.C.; RIBEIRO, A.P.A.F.; Portella, V.G.; Pacheco, L.F.; Meyer, N.B.; CÉSAR, I.C.; COSENZA, G.P.; BRANDÃO, M. das G.L.; VIEIRA, M.A.R. Effect of triterpene saponins from roots of *Ampelozizyphus amazonicus* Ducke on diuresis in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 123 p. 275–279, 2009.

DO, T.V.T.; SUHARTINI, W.; PHAN, C.U.; ZHANG, Z.; GOKSEN, G.; LORENZO, J.M. Nutritional value, phytochemistry, health benefits, and potential food applications of *Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni: A comprehensive review. **Journal of Functional Foods**, v. 103, p. 1-16, 2023.

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI (orgs.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.

FRAUSIN, G.; HIDALGO, A. de F.; LIMA, R.B.S.; KINUPP, V.F.; MING, L.C.; POHLIT, A.M.; MILLIKEN, W. An ethnobotanical study of anti-malarial plants among indigenous people on the upper Negro River in the Brazilian Amazon. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 174, p. 238–252, 2015.

GIUFFRIDA, D.; TORIBIO, E.M.; MURILLO, E. First complete quali-quantitative carotenoids characterization of *Aiphanes aculeata*, *Quararibea cordata* and *Garcinia intermedia* fruits. *Applied Food Research*, v. 2, p. 1-6, 2022.

GONZÁLEZ-PEÑA, M.A.; LOZADA-RAMÍREZ, ORTEGA-REGULES, A.E. Carotenoids from mamey (*Pouteria sapota*) and carrot (*Daucus carota*) increase the

oxidative stress resistance of *Caenorhabditis elegans*. **Biochemistry and Biophysics Reports**, v. 26, p. 1-8, 2021.

GORDONA, A.; SCHADOWA, B.; QUIJANOB, C.E.; MARXA, F. Chemical characterization and antioxidant capacity of berries from *Clidemia rubra* (Aubl.) Mart. (Melastomataceae), **Food Research International**, v. 44, p. 2120–2127, 2011.

GUILHON-SIMPLICIO, F.; MACHADO, T.M.; NASCIMENTO, L.F.; SOUZA, R. da S.; KOOLEN, H.H.F.; SILVA, F.M.A. da; ACHO, L.D.R.; SANTOS, A.R.S. dos; COS, P.; PEREIRA, M. de M.; LIMA, E.S. Chemical Composition and Antioxidant, Antinociceptive, and Anti-inflammatory Activities of Four Amazonian *Byrsonima* Species. **Phytotherapy Research**, v. 1, p. 1-9, 2017.

HASHEMI, N.; OMMI, D.; KHEYRI, P.; KHAMESIPOUR, F.; SETZER, W.N.; BENCHIMOL, M. A review study on the anti-trichomonas activities of medicinal plants. **International Journal for Parasitology**, v. 15 p. 92–104, 2021.

ICMBio - Instituto Chico Mendes da Biodiversidade. **Plano de Manejo da Reserva Extrativista Riozinho da Liberdade/AC**. Cruzeiro do Sul, Acre, BR, ICMBio, 2020. 102p.

KUMAR, S.; SHARMA, S.; CHATTOPADHYAY, S.K. The potential health benefit of polyisoprenylated benzophenones from *Garcinia* and related genera: Ethnobotanical and therapeutic importance. **Fitoterapia**, v. 89, p. 86–125, 2013.

LAZZARI, A.; BARBOSA, H.D.; SILVA, I.C. da; SILVA, L.H.M da; DADA, A.P.; CESTÁRIO, A.C.de O.; FILHO, E. R.M. Potencial antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas tropicais: revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. 1-7, 2021.

LEAL, G.F.; SOUSA, H.M.S.; SILVA, R.R. da; FREITAS, B.C.B. de; MARTINS, G.A. de S. Fruit-derived products: A parallel between science, industry and gastronomy. **Food and Humanity**, v. 2, p. 1-11, 2024.

LIZCANO, L.J.; BAKKALI, F.; RUIZ-LARREA, M.B.; RUIZ-SANZ, J.I. Antioxidant activity and polyphenol content of aqueous extracts from Colombian Amazonian plants with medicinal use. **Food Chemistry**, v.119, p.1566–1570, 2010.

LUCIANO, J.H.S.; LIMA, M.A. S.; SOUZA, E.B. DE; SILVEIRA, E.R. Chemical constituents of *Alibertia myrciifolia* Spruce ex K. Schum. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 32, p. 1227–1229, 2004.

LUO, W.; LI, B.; ZHANG, Y.; TAN, L.; HU, C.; HUANG, C.; CHEN, Z.; HUANG, L. Unveiling the retrogradation mechanism of a novel high amylose content starch *Pouteria campechiana* seed. **Food Chemistry**, v. 18, p. 1-14, 2023.

MAGID, A.A.; VOUTQUENNE-NAZABADIOKO, L.; MOROY, G.; MORETTI, C.; LAVAUD, C. Dihydroisocoumarin glucosides from stem bark of *Caryocar glabrum*. **Phytochemistry**, v. 68, p. 2439–2443, 2007.

MARTINS, D.; CARRION, L.L.; RAMOS, D.F.; SALOMÉ, K.S.; SILVA, P.E.A. da; NUNEZ, C.V. Triterpenes and the Antimycobacterial Activity of *Duroia macrophylla* Huber (Rubiaceae). **BioMed Research International**, v. 1, p. 1-7, 2013.

MARTINS, D.; FACHIN-ESPINAR, M.T.; OLIVEIRA, T.A. de; LIMA, K.C.S.; CAVALCANTI, R.M.; TELES, B.R.; NUNEZ, C.V. Tamizaje fitoquímico y evaluación de las actividades biológicas de *Duroia macrophylla* (Rubiaceae). **Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research**, v. 2, n. 6, p. 158-171, 2014.

MELO, A.M.; BARDI, R.C.T.; COSTA, B.P. IKEDA, M.; CARPINÉ, D.; RIBANI, R.H. Valorization of the agro-industrial by-products of bacupari (*Garcinia brasiliensis* (Mart.)) through production of flour with bioactive Properties. **Food Bioscience**, v. 45 p. 1-9, 2022.

MELO, A.M.; BARDI, R.C.T.; COSTA, B.P. IKEDA, M.; RIBANI, R.H. Identification of bioactive compounds, morphology, and nutritional composition of bacupari (*Garcinia brasiliensis* (Mart)) pulp powder in two stages of maturation – A short communication. **Food Chemistry**, v. 391, p. 1-5, 2022.

MENEGATI, S.E.L.T.; LIMA, F.F. de; TRAESELB, G.K.; SOUZA, R.I.C.; SANTOS, A.C. dos; AQUINO, D.F. de S.; de OLIVEIRA, V.S.; VIEIRA, S.C.H.; CARDOSO, C.A.L.; VIEIRA, M. do C.; OESTERREICH, S.A. Acute and subacute toxicity of the aqueous extract of *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich. ex DC. in rats. Menegatia. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 194, p.1096–1102, 2016.

MILLIKEN, W.; WALKER, B.E.; HOWES, M.J.R.; FOREST, F.; LUGHADHA, E.N. Plants used traditionally as antimalarials in Latin America: Mining the tree of life for potential new medicines. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 279, p. 114-221, 2021.

MOHARRAM, F.A.; HAMED, F.M.; EL-SAYED, E.K.; MOHAMED, S.K.; AHMED, A.A.; ELGAYED, S.H.; ABDELRAZEK, M.; LAI, K.; MANSOUR, Y.E.; MADY, M.S.; ELSAYED, H.E. Chemical characterization, neuroprotective effect, and in-silico evaluation of the petroleum ether extract of three palm tree species against glutamate-induced excitotoxicity in rats. **Heliyon**, v. 10, p. 1-21, 2024.

MORAES, M.D. de; LIESENFELD, M.V.A. **Relatório técnico da expedição botânica à região dos rios Croa e Alagoinha, município de Cruzeiro do Sul – Acre**. UFAC/IBAMA, Rio Branco, Acre, Brasil, 2007. 18p.

MORAIS, S.M.; CALIXTO-JÚNIOR, J.T.; RIBEIRO, L.M.; SOUSA, H.A.; A.A.S. SILVA, A.A.S.; FIGUEIREDO, F.G.; MATIAS, E.F.F.; BOLIGON, A.A.; ATHAYDE, M.L.; MORAIS-BRAGA, M.F.B.; COUTINHO, H.D.M. Phenolic composition and antioxidant, anticholinesterase and antibiotic-modulating antifungal activities of *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae) ethanol extract. **South African Journal of Botany**, v. 110, p. 251–257, 2017.

MOUSSA A.Y.; SIDDIQUI, S.A.; ELHAWARY, E.A.; GUO, K.; ANWAR, S.; XU, B. Phytochemical constituents, bioactivities, and applications of custard apple (*Annona squamosa* L.): A narrative review. **Food Chemistry**, v. 459 p. 1-25, 2024.



NEGRI, T.C.; BERNI, P.R. de A.; BRAZACA, S.G.C. Valor nutricional de frutas nativas e exóticas do Brasil Nutritional value of native and exotic fruits of Brazil. **Biosaúde**, v. 18, n. 2, 2016.

NETO, A.R.; PAULA, R.C. de. Variabilidade entre árvores matrizes de *Ceiba speciosa* St. Hil para características de frutos e sementes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 2, p. 318-327, 2017.

OLIVEIRA, C.M.; REGASINI, L.O.; SILVA, G.H.; PFENNING, L.H.; YOUNG, M.C.M.; BERLINCK, R.G.S.; BOLZANI, V.S.; ARAUJO, A.R. Dihydroisocoumarins produced by *Xylaria* sp. and *Penicillium* sp., endophytic fungi associated with *Piper aduncum* and *Alibertia macrophylla*. **Phytochemistry Letters**, v. 4; p. 93–96, 2011.

OLIVEIRA, C.M.; SILVA, G.H.; REGASINIA, L.O.; ZANARDIA, L.M.; EVANGELISTAA, A.H.; YOUNGC, M.C.M.; BOLZANIA, V.S.; ARAUJO, A.R. Bioactive Metabolites Produced by *Penicillium* sp.1 and sp.2, Two Endophytes Associated with *Alibertia macrophylla* (Rubiaceae) Bioactive Metabolites Produced by *Penicillium* sp.1 and sp.2, Two Endophytes Associated with *Alibertia macrophylla* (Rubiaceae). **Naturforsch**, v. 64, p. 824 – 830, 2009.

OLIVEIRA, D.R.; KRETTLI, A.U.; AGUIAR, C.C.; LEITÃO, G.G.; VIEIRA, M.N.; MARTINS, K.S.; LEITÃO, S.G. Ethnopharmacological evaluation of medicinal plants used against malaria by quilombola communities from Oriximiná, Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 173, p. 424–434, 2015.

PEREIRA, G.A.; ARAUJO, N.M.P.; ARRUDA, H.S.; FARIAS, D. de P.; MOLINA, G.; PASTORE, G.M. Phytochemicals and biological activities of mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.): A review. **Food Research International**, v. 126, p. 1-19, 2019.

PINHEIRO, H.V.A.; NEGRÃO, C.A.B.; NUNES, A.R.F.; AMORIM, L.M.; GOMES, C.D.P. Elaboração e caracterização físico-química de uma bebida fermentada de cajuazeiro (*Anacardium giganteum*). **Revista Observatorio De La Economia Latinoamericana**, v. 22, n. 9, p. 01-21, 2024b.

PINHEIRO, H.V.A.; NUNES, A.R.F.; NEGRÃO, C.A.B.; PAIXÃO, A. de O.; SOUZA, E.C. de; PANTOJA, S.S.; SILVA, A. dos S. Caracterização física e físico-química do penducúlo de cajuazeiro (*Anacardium giganteum*). **Revista Foco**, v.17, n.7, p.01-27, 2024.

PRITCHARD, H.W., SERSHEN, TSAN, 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 **Plant regeneration from seeds: A global warming perspective**, eds C. C. Baskin and J. M. Baskin (Oxford: Academic Press), p. 259-273, 2022.

RABELO, A. **Frutos nativos da Amazônia: comercializados nas feiras de Manaus-AM**. Editora INPA, 2012. 390 p.

RAMOS, F.A.; OSORIO, C.; DUQUE, C.; CORDERO, C.; Aristizábal, F.; Garzón, C.; Fujimoto, Y. Estudio químico de la nuez del marañón Gigante (*Anacardium*

*giganteum*). **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas e Naturales**, v. 28, n. 109, p. 565-576, 2004.

RESÉNDIZ-GONZÁLEZ, G.; OLMEDO-JUÁREZ, A.; GONZÁLEZ-GARDUÑO, R.; CORTES-MORALES, J.A.; GONZÁLEZ-CORTAZAR, M. SÁNCHEZ-MENDOZA, A.E.; LÓPEZ-ARELLANO, M.E.; MERCADO-MÁRQUEZ, C.; LARA-BUENO, A.; HIGUERA-PIEDRAHITA, R.I. Anthelmintic efficacy of an organic fraction from *Guazuma ulmifolia* leaves and evaluation of reactive oxidative stress on *Haemonchus contortus*. **Experimental Parasitology**, v. 261, p. 1-7, 2024.

ROCHA, A.A. da; MELO, B.K.O. de; BENTO, M. de C. **Resumo técnico sobre as sementes de espécies florestais nativas disponíveis para comercialização pelo povo Asheninka na terra indígena kampa do rio Amônia, em Marechal Thaumaturgo, Acre**. Editora da Universidade Federal do Acre – Edufac, 2021, 44p.

ROCHA, D.C.P.; SISNANDE, T.; GAVINO-LEOPOLDINO, D.; GUIMARÃES-ANDRADE, I.P.; CRUZ, F.F.; ASSUNÇÃO-MIRANDA, I.; MENDONÇA, S.C.; LEITÃO, G.G.; SIMAS, R.C. MOHANA-BORGES, R.; LEITÃO, S.G.; ALLONSO, D. Antiviral, Cytoprotective, and Anti-Inflammatory Effect of *Ampelozizyphus amazonicus* Ducke Ethanollic Wood Extract on Chikungunya Virus Infection. **Viruses**, v.15, p. 22-32, 2023.

SÁNCHEZ-CAPA, M.; GONZÁLEZ, M.V.; MESTANZA-RAMÓN, C. Edible Fruits from the Ecuadorian Amazon: Ethnobotany, Physicochemical Characteristics, and Bioactive Components. **Plants**, v. 12, p. 1-20, 2023.

SANTOS Jr., U.M.; GONÇALVES, F. de C.; FELDPAUSCH, T.R. Growth, leaf nutrient concentration and photosynthetic nutrient use efficiency in tropical tree species planted in degraded areas in central Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 226, p. 299–309, 2006.

SANTOS, A.C.A. dos; ROSÁRIO, K.D.S. do; SANTOS-FONSECA, D.J. dos; MENDES, J.C.R. Plantas alimentícias não convencionais (PANCs) utilizada por população rural na Amazônia Oriental, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 69174-69191, 2020.

SANTOS, L.G.P dos; CASTRO, C.M.V. de A.; NOVA, I.C.V.; NASCIMENTO, E.S. do; NASCIMENTO, J. da S.; SILVA, W.A.V. da; MACHADO, J.C.B.; NAVARRO, D.M. do A.F.; FERREIRA, M.R.A.; SOARES, L.A.L.; PAIVA, P.M.G.; NAPOLEÃO, T.H.; ALMEIDA, W.A. de; PONTUAL, E.V. Effects of *Annona squamosa* leaf extract on the insects *Aedes aegypti*, *Nasutitermes corniger*, and *Sitophilus zeamais* and the microcrustacean *Hyalella* sp. **South African Journal of Botany**, v. 162, p. 913-919, 2023.

SANTOS, M.B.V. dos; OLIVEIRA, A.B. de; MOURÃO, R.H.V. Brazilian plants with antimalarial activity: A review of the period from 2011 to 2022. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 322, p. 1-24, 2024.

SILVA-SILVA, T.P. SILVA, A.A.; OLIVEIRA, M.C.D.; SOUZA, P.R.; SILVA-FILHO, E.C.; GARCIA, H.A.; COSTA, J.C.S.; SANTOS, F.E.P. Biosynthesis of Ag@Au

bimetallic nanoparticles from *Hymenaea courbaril* extract (Jatobá) and nonlinear optics properties. **Journal of Molecular Liquids**, v. 389, p. 1-9, 2023.

SOUSA, E.P. de; SILVA, L.M. de M.; FERRAZ, R.R.; FAÇANHA, L.M. Caracterização físico-química da polpa farinácea e semente do jatobá Physico-chemical characterization of mealy fruits and seeds of the locust tree. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 2, p. 117-121, 2012.

SOUZA, P.T. de; PEREIRA, G.S.L.; ALMEIDA, R.F.; SOBRAL, D.O.; MORGANO, M.A.; MEIRELLES, A.J. de A.; BATISTA, E.A.C.; SAMPAIO, K.A.; MAXIMO, G.J. Comprehensive analysis of Amazonian oil and fats with different fatty composition: Murumuru fat (*Astrocaryum murumuru*), cupuassu fat (*Theobroma grandiflorum*), and pracaxi oil (*Pentaclethra macroloba*). **Food Research International**, v. 196, p.1-12, 2024.

TEIXEIRA, N.; MELO, J.C.S.; BATISTA, L.F.; PAULA-SOUZA, J.; FRONZA, P.; BRANDÃO, M.G.L. Edible fruits from Brazilian biodiversity: A review on their sensorial characteristics versus bioactivity as tool to select research. **Food Research International**, v. 119, p. 325–348, 2019.

WINARNO, H.; SUSANTO, S.; WINARNO, E.K.; Gamma irradiation effect on physicochemical properties of *Guazuma ulmifolia* leaves and their antiproliferative activities against human cancer cell lines. **Journal of Radiation Research and Applied Sciences**, v. 16, p. 1-8, 2023.

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

ZANCA, S.S.; COSTA, R.C.; NUNEZ, C.V. In Vitro Callus Induction of *Duroia Macrophylla* Huber, Chemical Prospection and Biotechnological Potentialities of Its Extracts. **Scientific Pages Botany**. v. 1, 2016.

## Capítulo III

# UNVEILING THE GEOGRAPHIC PROFILE AND KEY DETAILS OF *Perebea tessmannii* MILDBR. (MORACEAE): AN UNCONVENTIONAL AMAZONIAN FOOD SOURCE

INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRICULTURE & BIOLOGY  
ISSN Print: 1560-8530; ISSN Online: 1814-9596  
24-0282/2024/32-6-561-568  
DOI: 10.17957/IJAB/15.2236  
<http://www.fspublishers.org>



**Full Length Article**

## Unveiling the Geographic Profile and Key Details of *Perebea tessmannii* (Moraceae): An Unconventional Amazonian Food Source

Francesca Salla<sup>1\*</sup>, Ildeu Soares Martins<sup>2</sup>, José Marcio Rocha Faria<sup>3</sup>, Rosana Cristo Martins<sup>2</sup>, Bianca Cerqueira Martins<sup>1</sup> and Nicoll Andrea Gonzalez Escobar<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Federal University of Acre, Multidisciplinary Center, Floresta Campus, CEP: 69980-000, Cruzeiro do Sul, AC, Brazil

<sup>2</sup>University of Brasília, Faculty of Technology, Department of Forest Engineering, Darcy Ribeiro University Campus, Asa Norte, CEP: 70910-900, Brasília, DF, Brazil

<sup>3</sup>Federal University of Lavras, Department of Forest Sciences, CEP: 37200-900, Lavras, MG, Brazil

<sup>4</sup>Department of Plant Biology, Postgraduate Program in Plant Biology, Institute of Biology, State University of Campinas (UNICAMP), CEP: 13083-862, Campinas, SP, Brazil

\*For correspondence: francescasalla@gmail.com

Received 10 June 2024; Accepted 08 July 2024; Published 07 November 2024

### Abstract

*Perebea tessmannii* Mildbr., an unconventional food species, is widely recognized within traditional Amazonian communities but remains obscure in urban settings. Despite its delectable taste and potential antioxidant properties, this fruit has yet to undergo any form of comprehensive study, whether in terms of nutrition, chemistry, ecology, or technology. Hence, this study aimed to conduct a comprehensive review of the *P. tessmannii* species across the major virtual herbaria. The objective was to provide a detailed description of the plant's overall features, including seeds, fruits, habitat, and geographic distribution. Additionally, the study sought to establish connections with local investigations of the species in the Southwest Amazon. Trees of the species were mapped, and plant characteristics were measured. Fruits and seeds were also collected and studied for dendrometric characteristics and other variables. *P. tessmannii* has a record of occurrence in Brazil, Peru, Bolivia and Ecuador. In Brazil, it is found in Amazonas, Pará, Mato Grosso, Amapá and Acre. It can be found in terra firme environments, floodplains and low areas of poorly drained forests. The trees have, in a greater proportion, slightly tortuous trunks. Its fruits disperse by gravity, and the possibility of dispersion by animals is strongly indicated. The immature fruits are green, and when ripe they become reddish. They are characterized by being infructescence, covered in trichomes and emitting a striking sweet aroma. The moisture content of seed dispersion, measured at 39%, indicated a significant amount of water present. This high moisture level serves as a precursor, suggesting increased susceptibility to desiccation.

**Keywords:** Unconventional food plant; Amazon; Fruits; Seeds

### Introduction

Within the Americas region, studies following sustainable development principles are focused on the exploration of more efficient models for land utilization. This directs multidisciplinary research in favor of food sovereignty and ecosystem resilience in the face of the challenges of climate change (Harwood 2009; Altieri 2015; Astier *et al.* 2015).

To promote the use of native fruits in popular food, it is imperative to integrate environmental, social, cultural and health dimensions, as well as the production and construction of knowledge accessible to the general public (Amorim *et al.* 2020). To comprehend the resilience of ecosystems in response to environmental impacts, it is essential, initially, to be acquainted with the species existing

in the environment. However, numerous gaps persist concerning existing collections in the tropics, particularly in regions deemed priorities for conservation, harboring highly diverse and threatened flora (Bremen *et al.* 2021).

In the Amazonian context, the sector related to regional fruits lacks technologies adapted to the local reality, particularly for extending the shelf life of fruits and ensuring their proper utilization. This is of great importance because adding value to regional fruits offers savings opportunities for small and medium-sized farmers. However, there are gaps in information even regarding the basic components of well-known native fruits (Aguar and Souza 2020). Bezerra and de Brito (2020) also assert that many species do not have uses consistent with their food potential, mainly due to the population's lack of knowledge.

To cite this paper: Salla F, IS Martins, JMR Faria, RC Martins, BC Martins, NAG Escobar (2024). Unveiling the geographic profile and key details of *Perebea tessmannii* (Moraceae): An unconventional amazonian food source. *Int J Agric Biol* 32:561-568

© 2024 The Authors. International Journal of Agriculture and Biology published by Friends Science Publishers, Faisalabad, Pakistan

This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits non-commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

Among the 27 native forest species traded by the Ashaninka people of the state of Acre, 11 are food species, and many still lack studies regarding the physiological classification of seeds, such as pama (*Pseudolmedia laevis*), sapota (*Matisia cordata*), and castanha-de-porco (*Caryodendron amazonicum*) (Rocha et al. 2021). These species are considered non-conventional food plants, and their study is very important to disseminate knowledge at regional and national level, in addition to allowing the population to expand the use of local diversity (Barbosa et al. 2021).

Brazil is the country with the most diverse flora known (Ulloa et al. 2017), and the virtual information system is imperative for planning and effective actions geared toward the conservation and/or preservation of this biodiversity. Highlights include Flora and Funga do Brasil and the Refflora Virtual Herbarium, which distribute important and reliable information to all sectors of society, shared on various platforms worldwide, and are accessed by researchers from different research areas (BFG 2018). Despite being called basic information (Ulloa et al. 2017), they contribute to knowledge about the Amazon flora, which is still largely unknown due to low number of collections (Cardoso et al. 2017).

Many plants are not prioritized for germplasm conservation. This often reflects limitations of knowledge related to their properties, use, and state of threat (Bremner et al. 2021). As an example, the species *Perebea tessmannii* Mildbr., which belongs to the Moraceae family, occurs in the Amazon biome (Cardona-Peña et al. 2005). It is part of the animal diet (Araújo and da Silva 2000), including macaws, parakeets and parrots (Martinez and Ortiz 2011). In Brazil, it is known by various names such as “pama-mão-de-onça”, “pama-de-cacho”, “pama-vermelha” or “paima”; in Ecuador: “paparagua”, “pataca”, “puma huazus”; in Bolivia: “tedhushanui”; and in Peru, it is referred to as “chimicua”, “chimicua-de-hoja-ancha” and “mosquete-de-tigre” (Grandtner and Chevrette 2013). There is little information about the species in scientific articles, being cited only in Amazonian inventories (national and international) (Araújo and da Silva 2000; Miranda and Figueiredo 2001; Daly and Silveira 2008; Cerón and Reyes 2009; Machado 2016) and in the database of virtual herbaria available on the internet (Forzza et al. 2015; Pace et al. 2016; BFG 2018). There is a taxonomic study that examined the existing species in the genus *Perebea* and other genetically related taxa (Berg 1972).

Numerous plants acknowledged in digital databases lack comprehensive information, posing challenges for further exploration of their characteristics and distribution (Ulloa et al. 2017). Consequently, obtaining relevant details about plant features, seeds, fruits, propagation, among other factors, becomes crucial for delineating effective conservation strategies. Thus, this study aimed to conduct a comprehensive review of the *P. tessmannii* species

within prominent virtual herbaria. It seeks to describe the general characteristics of the plant, seeds, and fruits while establishing connections with on-site investigations of the species in the Southwest Amazon.

## Materials and Methods

### Data collection in virtual herbaria

**Virtual herbaria:** The research on the species *P. tessmannii* was conducted on pages that have free access to virtual herbaria worldwide. Four different information systems were consulted to describe the characteristics of the species. They were: Global Biodiversity Information Facility (GBIF), which is an international network of open access to data about all types of life on earth; Tropicos.org; Refflora Virtual Herbarium; and The New York Botanical Garden Herbarium (NYBG).

**Data collection:** The research involved the search for the scientific name of the species. The locations of all occurrences recorded for the species *P. tessmannii* were identified and all information described by the researchers on the identification sheets was noted. All available images were analyzed to verify the botanical characteristics of the exsiccates. Records that were identified as *P. tessmannii*, that did not have characteristics similar to those found in other descriptions, were removed from the analysis. These records also did not have exsiccates for checking and comparing the morphology of leaves, fruits, and flowers. Additionally, exsiccates that were duplicates and that had only one herbarium of origin were removed from the analysis. Exsiccates collected in the Southwest of the Amazon were also analyzed according to their morphological aspects and the characteristics of the plants, leaves, fruits and seeds of the species were described.

### In situ tree mapping, dendrometric and qualitative characterization

Nineteen *P. tessmannii* trees were mapped in the forests of the Rio Liberdade Extractive Reserve (07°49'17.29"S; 72°2'57.84"W) and the Rio Croa Sustainable Development Project (07°45'36.50"S; 72°34'04.18"W), in the municipality of Cruzeiro do Sul, State of Acre, Brazil. Information about the environment, dendrometric, qualitative and health characteristics was noted to compare and complement the information found on the websites. These individuals were mapped and visited starting in December 2021. In the Riozinho da Liberdade Extractive Reserve, the predominance is of Open Ombrophilous Forest, with some parts occupied by Dense Forests; while in the Croa Sustainable Development Project, Open Ombrophilous Forests are found, notably with the presence of palm (Moraes and Liesenfeld 2007; ICMBio 2020).



### Biometric characterization, water content and germination of fruits and seeds

**Biometric characterization:** Two hundred fruits and two hundred seeds were used for biometric characterization. Thus, with the aid of a precision digital caliper, information about the length, thickness and width of both the fruits and seeds was computed. Information on the wet and dry weight of the seeds, obtained using a precision analytical balance, as well as the number of seeds per fruit was also measured. For this data collection, only healthy fruits were used. Fruits that were visually damaged or deformed were replaced from the samples. Information on the type of fruit, dispersion syndrome and color of fruits and seeds were also described, with fruit collections occurring at different stages of development: initial, intermediate and final.

**Water content:** To determine the water content of the seeds, four replications of 10 seeds were used. The seeds were placed in aluminum container and weighed on a precision scale. They were subsequently placed in an oven at  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  for 72 h, during which time the weight remained constant. The formula for determining water content on a wet basis was used:

$$\text{Moisture content (\%)} = \frac{\text{Wet weight} - \text{Dry weight}}{\text{Wet weight}} \times 100$$

**Germination:** Germination tests were conducted in a germination chamber at  $30^\circ\text{C}$  with constant light. The seeds were disinfected in 1% hypochlorite for 5 min, then placed in gerbox boxes containing two sheets of filter paper as substrate, four replications of 25 seeds were used. The seed coat was removed to conduct the germination tests.

### Statistical analysis

The Shapiro-Wilk normality test and Principal Component Analysis (PCA) were performed for the statistical analyzes corresponding to the biometric characterization of seeds and fruits. To measure the degree of linear correlation between the variables, the Pearson correlation coefficients were derived.

## Results

### Virtual herbaria

**Virtual herbaria:** The Re flora Herbario Virtual (2023) had 12 records for the species, NYBG (2023) had 8, Tropicos.org (2023) has 64, and GBIF (2023) had the largest number of records, 193. The species *P. tessmannii* has been recorded as occurring in Peru (examined material NY196959), Bolivia (BG636), Ecuador (MIN911276), and Brazil. In Brazil, it is distributed in the states of Amazonas (K000947199), Pará (RB01485645), Amapá (UPCB00055306), Mato Grosso (K000579763), and Acre. In the state of Acre, it is registered in the municipalities of Cruzeiro do Sul (MG196503), Acrelândia (NY583600),

Jordão (NY02736509), Manoel Urbano (NY476485), Feijó (RB00680628), Porto Acre (NY02688434) and Sena Madureira (RB01387592). This species has few collections of botanical material, recording around 15 samples for the state of Amazonas, 10 for the state of Acre and only one sample for Amapá, Mato Grosso and Pará.

**Characteristics of the species and environment:** The pama-mão-de-onça is a tree found in terra firme environments, floodplains and low areas of poorly drained forests, flooded periodically or permanently (NY02688434, NY476485, MG196503, NY02736509, MO695). In Brazil, it occurs between 150 and 465 m of altitude, reaching up to 40 m in height and 12.5 cm in diameter at breast height (DBH) (MO62463, RB01485645, QCNE8381, K000579763). The outer bark of the trunk appears brown, smooth, with thin shallow fissures, while the inner bark is characterized by a beige and fibrous texture (NY476485). Young female inflorescences exhibit yellow coloration, adorned with white, hanging flowers. Notably, green inflorescences have been documented in Pará, while observations from Amapá describe cream to reddish flowers at more mature stages (NY476485, RB01485645, UPCB00055306, NY02736509, NY02688434). The fruits display a green hue when immature, transitioning to a red coloration upon ripening (MO3699, NY02688434, NY02736509). When cut, the trunk revealed a latex color reminiscent of coffee with milk (MO695, NY476485, K000579763, MO62463). Certain exsiccates categorize the species as a potential food source (MO695, NY583600, MO3699).

### In situ tree mapping, dendrometric and qualitative characterization

**Characteristics of the mapped plants:** All trees identified in this research were observed in open forest areas. Of the 19 mapped plants, 16 were located in the floodplain, directly affected by the proximity of the Croa River. In certain points, the water table was visible during the rainy season. In addition, 3 other plants were identified in areas of dry land within the Riozinho of Liberdade Extractive Reserve. Latex with a color similar to coffee with milk was also identified in the sampled trees. It was noticed that the species appears to have low density wood, often with regrowth appearing after damage to the crown.

Pama-mão-de-onça trees exhibited a higher proportion of slightly tortuous trunks (64.3%), 28.6% have straight trunks; and only 7.1% are tortuous. Additionally, sprouts occur in the crown when the branches are broken. All plants found had good characteristics in terms of crown quality (85.7%) and none of the plants had a malformed crown (Fig. 1). The mapped plants were in good health, without attack by pests and diseases, except for one plant, showing the presence of termites. The largest *P. tessmannii* tree, measuring 20 m, also had a larger circumference (112 cm).

### Biometric characterization, water content and germination of fruits and seeds

**Dispersal period and general characteristics:** The fruit dispersion season occurs from December to February and may last, in some plants, until March. In the month of November, six individuals of *P. tessmannii* were observed that had fruits in the initial stage of development. Only one of these matrices had fruits at a more advanced stage; however, no plant had ripe fruits. In the other plants, fruiting events were not observed. The fruits disperse from the plant when ripe due to gravity. During the entire period, no leafless trees were observed.

The immature fruits display a green color that transitions to red when ripe, consistent with the observations documented in the exsiccates (Fig. 2). They are defined by their infructescence, enveloped in trichomes, emitting a distinctive sweet aroma. Moreover, the fruits are exceptionally delicate, with their integrity compromised upon contact with the ground, impacting both collection and consumption. This characteristic may be associated with the absence of any type of commercialization in the region. The seeds had a moisture content of 39% and the germination time was 52 days.

**Biometric characterization:** The fruits exhibited an average length of 22.43 mm, a thickness of 37.98 mm, a fresh weight of 19.1 g, and 17 seeds per bunch/infructescence. PCA concerning the biometric characterization of the fruits revealed that only the main component (PC 1) can account for 73.5% of the data variation, with thickness and wet weight showing the most powerful relationship between them. Combining PCs 1 and 2 provided insight into the relationship between variables, explaining a cumulative 88.72% of the sample variation (Table 1).

On the x-axis, the relationship between the variables thickness and weight of the fruits is observed; and on the y-axis, the length and quantity of fruits per bunch (Fig. 3). Thus, it was identified that fruit samples have a stronger relationship between thickness and weight. Therefore, thicker seeds generally have greater weight; however, the variables length and quantity of seeds per bunch also contribute significantly to the distribution of samples on the x-axis. It is observed that the length has an inverse relationship with the quantity of seeds per bunch/fruit, with a greater quantity of seeds in medium-length fruits.

The seeds were small with an average length, width and thickness of 8.05 mm, 5.5 mm and 4.41 mm, respectively. The average wet weight per seed was 0.15 g and dry weight was 0.09 g. The seed coat had a whitish outer film and, when removed, it is light brown in color. When removing the seed coat, the seed has a red film that surrounds the internal tissues (Fig. 4). The Shapiro-Wilk test results indicated that the length and width variables, the wet, dry weight and thickness variables did not show normality with a  $P < 0.05$  (Table 2).

All variables showed a significant positive correlation,

**Table 1:** Values corresponding to the PCA of the variables of the infructescence studied

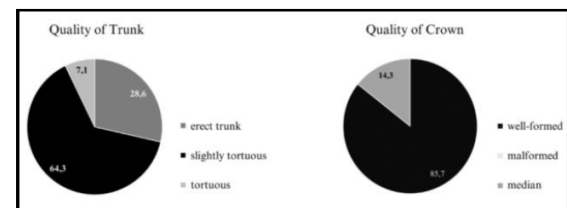
PC	Ev	V	Acc	L	T	W	NSI
1	2.943	73.569	73.57	0.447	0.523	0.553	0.470
2	0.606	15.153	88.72	0.741	0.088	-0.127	-0.653
3	0.325	8.113	96.84	0.489	-0.713	-0.133	0.484
4	0.127	3.165	100.00	0.109	0.459	-0.812	0.343

Description: Ev – eigenvalue; V – variance (%); Acc – accumulated variance (%); L – length; T – thickness (mm); W – weight (g); NSI – Number of seeds per infructescence (unit)

**Table 2:** Values corresponding to the Shapiro-Wilk test and p(normal) for the variables wet and dry weight, width, thickness and length of *P. tessmannii* seeds

Variables	Ww	L	W	T	Dw
Number of seeds	200	200	200	200	200
Shapiro-Wilk	0.9545	0.9902	0.9975	0.827	0.9682
p(normal)	5.30E-03	0.1929	0.9879	3.72E-11	0.000171

Description: Ww – Wet weight (g); L – Length (mm); W – Width (mm); T – Thickness (mm); Dw – Dry weight (g)



**Fig. 1:** Trunk and crown quality of *P. tessmannii* plants mapped in the Croa Sustainable Development Project and Riozinho da Liberdade Extractive Reserve



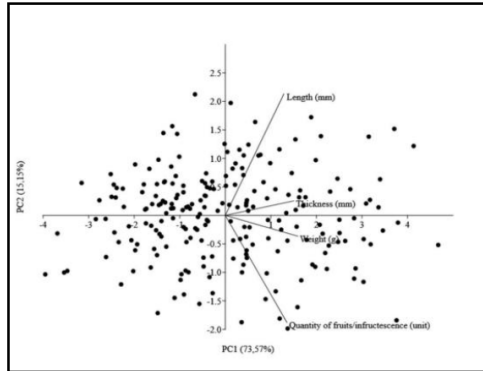
**Fig. 2:** Fruits of *P. tessmannii* at different stages of development and maturity (1, 2); mature fruits (3, 4)

with the exception of the correlation between the variables thickness versus length and length versus width, which had a negligible and non-significant negative correlation. Wet and dry weight were highly correlated in this analysis, having a very strong positive correlation and a very small  $P < 0.05$ . The variables dry weight versus width, wet weight versus width, wet weight versus thickness and dry weight versus thickness, showed a moderate positive correlation. The variables dry weight versus length, width versus thickness and wet weight versus length have a weak but significant positive correlation (Table 3). The PCA also demonstrated that the wet weight and dry weight of the seeds are the descriptors that are most important in the distribution of variable data in PC1 and contribute significantly to explaining practically 53.86% of the relationship between the samples. PC 2 showed that length



**Table 3:** Values corresponding to linear correlations between the studied seed variables. Below in the table you will find the correlation values (r) and above the p-value, respectively

Variables	Wet weight	Length	Width	Thickness	Dry weight
Wet weight (g)	-	0.0022916	4.06E-12	1.03E-09	9.61E-60
Length (mm)	0.21447	-	0.52894	0.30565	9.55E-03
Width (mm)	0.53367	-0.04478	-	7.92E-02	5.09E-15
Thickness (mm)	0.47616	-0.072796	0.31002	-	1.67E-07
Dry weight (g)	0.87327	0.33837	0.57532	0.45284	-



**Fig. 3:** Principal Component (PC) Analysis of *P. tessmannii* fruits using PC 1 and PC 2



**Fig. 4:** Whole seeds, with cracks in the outer skin, and with the seed coat removed (1); germinated seeds (2) and seedlings (3, 4) of the unconventional food species *P. tessmannii*

most explained the relationship between the samples. Therefore, only PC 1 and 2 can be used to understand the interaction between the variables, as together they explain 76.3% of the ratio (Table 4).

Fig. 5 shows the distribution of PC 1 (x axis) with the wet and dry weight, and the variables that are most related and PC 2 (y axis) with length and thickness corresponding to 22.44% of the ratio. Therefore, seeds that had a higher wet weight also had a higher dry weight, with these two variables being closer to thickness and width than to length. Thus, the seeds that were longer in length did not necessarily have greater thickness and width, assuming a more average length in most of the seed samples studied.

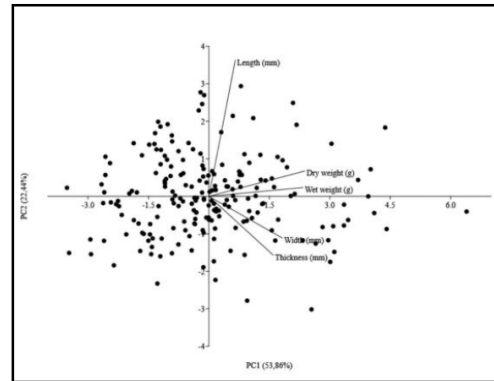
## Discussion

The exsiccates found in Re flora and NYBG, together, are responsible for the vast majority of records identified for Brazil, thus demonstrating the importance of Brazilian sites

**Table 4:** Values corresponding to PCA of the studied seed variables

PC	Ev	V	Acc	Ww	L	W	T	Dw
1	2.69	53.86	53.86	0.559	0.157	0.436	0.383	0.571
2	1.12	22.44	76.30	0.056	0.871	-0.266	-0.376	0.162
3	0.69	13.83	90.13	0.001	0.136	-0.645	0.750	-0.048
4	0.38	7.65	97.78	-0.536	0.423	0.557	0.385	-0.275
5	0.11	2.22	100.00	0.630	0.143	0.110	0.020	-0.755

Description: Ev – eigenvalue; V – variance (%); Acc – accumulated variance (%); Ww – wet weight (g); L – length (mm); W – width (mm); T – thickness (mm); DW – dry weight (g)



**Fig. 5:** Distribution of seed samples using component 1 and 2 of PCA

(BFG 2018), which accounted for 42% of the records found for the species. Thus, even observing the largest number of records in GBIF, they are not necessarily records of different exsiccates. This just demonstrates that the site has access to many platforms that use links from these same copies.

The geographic distribution of *P. Tessmannii* noted in this study is in accordance with the observations of Grandtner and Chevrette (2013) from South America and those of Daly and Silveira (2008) from Colombia. According to the analysis of this investigation, these records expand the distribution base of the species in Brazil, which was restricted only to the state of Acre and Amazonas (Daly and Silveira 2008; Grandtner and Chevrette 2013).

Due to the low sampling effort in the Amazon (Cardoso *et al.* 2017), this species may also occur in other regions of the biome, as well as in other regions of Acre. In the state of Mato Grosso, despite having only a limited record, lacking detailed information and unavailability for direct access to the exsiccate in the Royal Botanic Gardens herbarium, this record is supported by Borges *et al.* (2014). They identify it in the Amazon region of Mato Grosso, specifically, in the Dense Ombrophilous Forests, thus suggesting a wide distribution of this species.

The species *P. tessmannii* is included in a tribe of the Moraceae family (Olmideae), wherein the majority of member species are arboreal plants (rarely shrubby in the *Perebea* genus). These plants exhibit leaves and branches arranged in a distichous manner, and they also feature the presence of latex (Berg 1972). In addition to having fruits



with food potential, due to the presence of fleshy fruit perianths, species in this taxonomic group, such as *Castilla ulei* Warb., popularly known as caucho, have become icons of the economic phase marked by latex (rubber) exploitation in the Amazon region.

In the State of Acre, at least eight species popularly known as pãma are known, which belong to five different genera (*Helicostylis*, *Naucleopsis*, *Perebea*, *Pseudolmedia*, *Sorocea*), all from the Moraceae family. There are also other varieties of pama, which are known by the names: pama-amarela, pama-branca, pama-caucho, pama-de-tamanho-médio, pama-de-trocha, pama-de-várzea, pama-ferro, pama-pequena, pama-preta, pama-vermelha and pama-mão-de-onça. The last two are popular names by which the species *P. tessmannii* is known in the Acre Amazon region (Daly and Silveira 2008). The fruits of *P. tessmannii* are a good taxonomic character to differentiate this from the other pamas of the Acre Amazon, as they have an apparently free fruiting perianth, while the other species have visibly connate fruiting perianths.

Generally, in addition to this characteristic, *P. tessmannii* can be recognized as a tree with leafy branches, elliptical to oblong leaves that are wider at the lower end, exhibiting a subcordate to deeply chordate base, and featuring an acuminate apex (Berg 1972). The species is of the evergreen type, which represents important specific characteristics that help predict issues related to productivity and forest functions (Qin *et al.* 2024). At reproductive stage, it often has its fruits on the lower side of the branches. Its fruits are consumed by many animals in the forest (Martinez and Ortiz 2011), which may indicate that the species may also has zoochory dispersal syndrome (Vidal and Vidal 2003) and not just barochory dispersal syndrome as observed in the forest (Oliveira 2012). Berg (1972) also comments that animals must have an important role in seed dispersal. However, this type of dispersion cannot be confirmed with on-site observations alone. An interesting characteristic is that the plant is not found in the species composition of fallow areas after burning and swidden agriculture in the Peruvian Amazon (Fujisaka *et al.* 2000).

The fruit dispersion season coincides with the highest rainfall in the region, usually between October and April (Silva *et al.* 2021). At the time of dispersal, seed moisture was 39%, indicating a high-water content. Both characteristics are predictors of seeds with desiccation sensitivity (Hong and Ellis 1998; Pritchard *et al.* 2004). Visually, in freshly collected and cut seeds, it was not possible to identify any tissue differentiation, and the embryo was not found. Furthermore, it was observed that the time required for germination to begin is quite long. In this sense, it is possible that the seeds have morphological dormancy, in which germination does not occur immediately after dispersion, due to the immaturity of the embryo. In some cases, it may also be undifferentiated (Carvalho and Nakagawa 2000; Hilhorst 2007). However, these studies are preliminary and new tests must be carried

out to confirm these results.

Studies that describe the dendrometric characteristics of fruits and seeds are important for the recognition of the species in floristic surveys and its identification in seed banks (Araújo *et al.* 2004), including its importance for separating species of the same genus, with data relating to seeds are those indicated as most efficient for this separation (Cunha-Silva *et al.* 2012). These data also indicate genetic variability, in addition to serving as parameters for the selection of genetically superior specimens (Barroso *et al.* 2016).

The association between biometric characteristics of fruits and seeds, together with multivariate analyses, represented a crucial tool in the formation of germplasm banks, as well as in planning the collection and production of seedlings. They assist in *ex situ* conservation, identifying the variables that most contribute to the biometric characterization of species. Also, they are essential for identifying the most suitable locations for obtaining matrices, identifying variations that exist within and between locations (Bicalho *et al.* 2020). Biometric data also have the advantage of being easy to obtain and can help in conducting future studies on the ecology of the species covered (Cunha-Silva *et al.* 2012), especially in the Southwest Amazon where climatic extremes (Silva *et al.* 2023) can lead to unexpected scenarios for the region (Salla 2023).

## Conclusion

*P. tessmannii* is widely distributed in the Amazon, present in both open and dense forests, with floodplain and terra firme environments. These pioneering studies were essential for acquiring information about this species and promoting urgent knowledge that may be lost in extreme climatic events, already documented for the Southwest Amazon. Such events can lead to unexpected scenarios for the region and the possibility of different forms of adaptability of the species present here.

## Acknowledgements

The first author acknowledges the financial collaboration of the Postgraduate Support Programs of the University of Brasília and the support of the Chico Mendes Institute of Biodiversity (ICMBio) and the community of Riozinho da Liberdade Extractive Reserve. Special thanks to Gaurav Khurana. JMRF acknowledges the Brazilian National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) for the research productivity fellowship (Process 317013/2021-1).

## Author Contributions

ISM, JMRF and RCM guided this research through the planning, development, revision and conclusion stages; NAGE conducted the botanical characterization of the species and contributed to the write-up; BCM statistically

analyzed the data, interpreted the results, and contributed to the write-up; FS participated in all stages.

## Conflicts of Interest

All authors declare no conflict of interest.

## Data Availability

Data presented in this study will be available on a fair request to the corresponding author.

## Ethics Approval

Not applicable to this paper

## Funding Source

Postgraduate Support Programs of the University of Brasília and Federal University of Acre.

## References

- Aguiar JPL, FDCDA Souza (2020). Fruits of the Amazon: A window of opportunity. *Hortic Intl J* 4:45
- Altieri M (2015). Breve reseña sobre los orígenes y evolución de la agroecología en América Latina. *Agroecology* 10:7–8
- Amorim IP, JPN Silva, CJ Barbedo (2020). As sementes de *Eugenia* spp. (Myrtaceae) e seus novos conceitos sobre propagação. *Hoehnea* 47:1–18
- Araújo HJB de, IG da Silva (2000). *Lista de Espécies Florestais do Acre: Ocorrência em Inventários Florestais*. Embrapa Acre, Rio Branco, Acre, Brazil
- Araújo EC de, AVR Mendonça, DG Barroso, KR Lamônica, RF da Silva (2004). Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Sesbania virgata* (CAV) PERS. *Rev Bras Sementes* 26:105–110
- Astier CM, Q Argueta, Q Orozco-Ramírez, SMV González, HJ Morales, PRW Geritsen, M Escalona, FJ Rosado-May, J Sánchez-Escudero, TSS Martínez, CD Sánchez-Sánchez, BR Arzuñe, AF Castrejón, H Morales, PL Soto, MR Mariaca, B Ferguson, P Rosset, THM Ramírez, GR Jarquin, GF Moya, C González-Esquivel, M Ambrosio (2015). Historia de la agroecología en México. Breve reseña sobre los orígenes y evolución de la agroecología en América Latina. *Agroecology* 10:7–8
- Barbosa HD, A Lazzari, IC da Silva, LHM da Silva, AP Dada, ACO Cestário, ER Machado Filho (2021). Composição química e potencial antioxidante de *Jaracatia spinosa* e *Vasconcellea quercifolia* A. St-Hil e o uso na alimentação: Uma breve revisão. *Res Soc Dev* 10:1–6
- Barroso RF, FA da Silva, JS Nóbrega, LJS e Silva, DB Novais, VS Ferreira (2016). Biométrie de frutos e sementes de *Luetzelburgia auriculata* (Allemao) Ducke. *Rev Verde* 11:155–160
- Berg CC (1972). Olmedieae Brosimeae (Moraceae). *Fl Neotrop* 7:1–228
- Bezerra JA, MM de Brito (2020). Potencial nutricional e antioxidantes das Plantas alimentícias não convencionais (PANCs) e o uso na alimentação: Revisão. *Res Soc Dev* 9:1–11
- Bicalho TF, LO Barbosa, TOM Fernandes, ER Martins, VS Kazama, SJ Longhi (2020). Biometric diversity of fruit and seeds of barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] in northern Minas Gerais. *Floresta* 50:1239–1248
- BFG – The Brazil Flora Group (2018). Brazilian Flora 2020: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). *Rodriguésia* 69:1513–1527
- Borges HBN, EA Silveira, LN Vendramin (2014). *Flora Arbórea de Mato Grosso: Tipologias Vegetais e Suas Espécies*. Entrelinhas, Cuiabá, Mato Grosso, Brazil
- Breman E, D Ballesteros, E Castillo-Lorenzo, C Cockel, J Dickie, A Faruk, K O'donnell, CA Offord, S Pironon, S Sharrock, T Ulian (2021). Plant diversity conservation challenges and prospects – The perspective of botanic gardens and the millennium seed bank. *Plants* 10:1–35
- Cardona-Peña V, A Fuentes, L Cayola (2005). Las moráceas de la región de Madidi, Bolivia. *Ecol Bol* 40:212–264
- Cardoso D, T Särkinen, S Alexander, AM Amorim, V Bittrich, M Celis, DC Daly, P Fiaschi, VA Funk, LL Giacomini, R Goldenberg, G Heiden, J Iganci, CL Kelloff, S Knapp, HC Lima, AFP Machado, RM Santos, R Mello-Silva, FA Michelangeli, J Mitchell, P Moonlight, PRL Moraes, SA Mori, TS Nunes, TD Pennington, JR Pirani, GT Prance, LP Queiroz, A Rapini, R Riina, CAV Rincon, N Roque, G Shimizu, M Sobral, JR Stehmann, WD Stevens, CM Taylor, M Trovó, CVD Berg, HVD Werff, PL Viana, CE Zartman, RC Forzza (2017). Amazon plant diversity revealed by a taxonomically verified species list. *PNAS* 114:10695–10700
- Carvalho NM de, J Nakagawa (2000). *Sementes: Ciência e Tecnologia*, 4<sup>th</sup> edn. Funep, Jaboticabal, São Paulo, Brazil
- Cerón CE, CI Reyes (2009). Mondaña, Río Napo – Ecuador, diversidad florística mediante transectos. *Cinchona* 9:50–61
- Cunha-Silva GR, CM Rodrigues, S do C de Miranda (2012). Dados biométricos de frutos e sementes de *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Y. T. Lee & Langenh e *H. martiana* Hayne. *Biomas* 25:121–127
- Dalv CD, M Silveira (2008). *Primeiro Catálogo da Flora do Acre, Brasil*. 1<sup>th</sup> edn. Edufac, Rio Branco, Acre, Brazil
- Forzza RC, FLR Filardi, JP dos S Condack, MAP Accardo Filho, P Leitman, SHN Monteiro, VF Monteiro (2015). Herbário Virtual Reflora. *Bioscience* 4:88–94
- Fujisaka S, G Escobar, EJ Veneklaas (2000). Weedy fields and forests: Interactions between land use and the composition of plant communities in the Peruvian Amazon. *Agric Ecosyst Environ* 78:175–186
- GBIF – Global Biodiversity Information Facility (2023). Examined material: MG196503, K000579763, MIN911276. Available at: <https://www.gbif.org/pt/occurrence/search?q=PEREBEA%20TESSMANNII> (Accessed: 23 September 2023)
- Grandtner MM, J Chevrete (2013). *Dictionary of Trees, South America: Nomenclature, Taxonomy and Ecology*, 1<sup>th</sup> edn. Academic Press, London
- Harwood J (2009). Peasant friendly plant breeding and the early years of the green revolution in Mexico. *Agric Hist Soc* 83:384–410
- Hilhorst HWM (2007). Definitions and hypotheses of seed dormancy. In: *Seed Development, Dormancy, and Germination*, pp:50–71. Bradford K, H Nonogaki (Eds.). Blackwell Publishing, Iowa, USA
- Hong TD, RH Ellis (1998). Contrasting seed storage behaviour among different species of Meliaceae. *Seed Sci Technol* 26:77–95
- ICMBio – Instituto Chico Mendes da Biodiversidade (2020). *Plano de Manejo da Reserva Extrativista Riozinho da Liberdade/AC*. Cruzeiro do Sul, Acre, Brazil
- Machado FS (2016). Etnobotânica de espécies florestais não madeireiras em comunidades locais do Vale do Juruá, Acre. In: *Etnobotânica e Botânica Econômica do Acre*, pp:38–52. Siviero A, LC Ming, M Silveira, DC Daly (Eds.). Edufac, Rio Branco, Acre, Brazil
- Martinez G, L Ortiz (2011). Identificación de especies de plantas en el Tambopata Research Center, Perú. In: *Ecología Alimenticia y Salud de Psitácidos en Madre De Dios, Peru*, pp:17–28. Brightsmith DJ, GM Sovero, G Oláh, GV Trauco, S Hoppes, D Susanibar, LO Cam (Eds.). Inf. anual SERNANP, Lima, Peru
- Miranda EM de, EO Figueiredo (2001). *Levantamento dos Recursos Florestais do Seringal São Salvador*, 1<sup>th</sup> edn. EMBRAPA, Acre, Mâncio Lima, Acre, Brazil
- Moraes MD de, MVA Liesenfeld (2007). Relatório técnico da expedição botânica à região dos rios Croa e Alagoinha, município de Cruzeiro do Sul – Acre. *UFAC/IBAMA*, Rio Branco, Acre, Brazil

- NYBG – New York Botanical Garden Herbarium (2003). Examined material: NY285025, NY196959, NY476485, NY583600, NY02736509, NY02688434. Available at: <https://sweetgum.nybg.org/science/vh/specimen-list/?SummaryData=Perebea+tessmannii> (Accessed: 29 October 2023)
- Oliveira O dos S (2012). *Tecnologia de Sementes Florestais: Espécies Nativas*. UFPR, Curitiba, Paraná, Brazil
- Pritchard HW, MI Daws, BJ Fletcher, CS Gaméné, HP Msanga, W Omondi (2004). Ecological correlates of seed desiccation tolerance in tropical African dryland trees. *Amer J Bot* 91:863–870
- Pace MC, N Tamowsky, ED Bloch, A Weiss, C Zimmernan, BM Thiers (2016). An updated description of the collections and history of The New York Botanical Garden Herbarium (NY): 1995–2015. *Brittonia* 68:317–323
- Qin Y, C Wang, T Zhou, Y Fei, Y Xu, X Qiao, M Jiang (2024). Interactions between leaf traits and environmental factors help explain the growth of evergreen and deciduous species in a subtropical forest. *For Ecol Manage* 560:1–10
- Reflora – Herbário Virtual (2023). Examined material: B100248463, K000947199, RB00225968, RB00680628, RB01485645, UPCB00055306, RB01387592. Available at: <https://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublicoHVUC/BemVindoConsultaPublicaHVCConsular.do?modoConsulta=LISTAGEM&quantidadeResultado=20&nomeCientifico=perebea+tessmannii> (Accessed: 11 September 2023)
- Rocha AA da, BKO de Melo, M de C Bento (2021). *Resumo Técnico Sobre as Sementes de Espécies Florestais Nativas Disponíveis Para Comercialização Pelo Povo Asheninka na Terra Indígena Kampa do Rio Amônia, em Marechal Thaumaturgo, Acre*. Edufac, Rio Branco, Acre, Brazil
- Salla DA (2023). Na nuvem: A Amazônia vista no futuro, 1<sup>th</sup> edn. Antêra Editorial, São Paulo, Brazil
- Silva SS da, F Brown, A de O Sampaio, ALC Silva, NCRS dos Santos, AC Lima, AM de S Aquino, PH da C Silva, JG do V Moreira, I Oliveira, AA Costa, FM Fearnside (2023). Amazon climate extremes: Increasing droughts and floods in Brazil's state of Acre. *Perspect Ecol Conserv* 21:311–317
- Silva JR dos S, MK Taveira, AA Mesquita, ROP Serrano, JG Moreira do V (2021). Caracterização temporal da precipitação pluviométrica na cidade de Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil. *Uáquiri* 3:64–75
- Tropicos.org. Missouri Botanical Garden (2023). Examined material: BG636, MO62463, QCNE8381, MO695, MO3699. Available at: <https://tropicos.org/name/21300296https://tropicos.org/name/21300296> (Accessed: 30 September 2023)
- Ulloa CU, P Acevedo-Rodríguez, S Beck, MJ Belgrano, R Bernal, PE Berry, L Brako, M Celis, G David, RC Forzza, SR Gradstein, O Hokche, B León, S León-Yáñez, RE Magill, DA Neill, M Nee, PH Raven, H Stimmel, MT Strong, JL Villaseñor, JL Zarucchi, FO Zuloaga, PM Jorgensen (2017). An integrated assessment of the vascular plant species of the Americas. *Science* 358:1614–1617
- Vidal WN, MRR Vidal (2003). *Botânica – Organografia*, 4<sup>th</sup> edn. UFV, Viçosa, Minas Gerais, Brazil

### **CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA E POTENCIAL DE ARMAZENAMENTO DE *Perebea tessmannii* e *Pseudolmedia laevis* NO SUDOESTE DA AMAZÔNIA**

#### **RESUMO**

Muitas são as espécies florestais amazônicas que podem ser consumidas pela população humana. Porém, muitas delas são pouco conhecidas pela ciência, e até mesmo pela própria população. Esse é o caso das plantas *Perebea tessmannii* Mildbr. e *Pseudolmedia laevis* (Ruiz & Pav.) J.F.Macbr. no Sudoeste da Amazônia, ambas conhecidas pelo nome de pama. Essas duas espécies de árvores possuem frutos comestíveis de cor vermelha e apresentam sabor adocicado, muito apreciados por diversos animais na floresta. Assim, devido a emergência climática que ocorre em todo o mundo, e a iminência da ocorrência de perdas da diversidade local, objetivou-se com esta pesquisa classificar fisiologicamente sementes das espécies *Perebea tessmannii* e *Pseudolmedia laevis*, para se compreender quais as melhores estratégias para a conservação dessas espécies alimentícias não convencionais. Para essa determinação, utilizou-se a classificação fisiológica de Hong e Ellis (1996) e o método SCR. As sementes de *P. tessmannii* são dispersas na estação chuvosa e as de *Pseudolmedia laevis* no final do período seco, ambas com alta umidade no momento da dispersão e tegumentos pouco espessos. O teste SCR não foi adequado para prever a tolerância à dessecação, porém determinou-se que ambas são recalcitrantes pelo teste Hong e Ellis.

Palavras-chave: frutos da Amazônia, sementes, plantas alimentícias não convencionais.

## 1. INTRODUÇÃO

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). No entanto, há sementes com comportamento intermediário, que toleram a secagem a níveis menores que 12%. No entanto, as sementes secas são prejudicadas quando armazenadas em baixas temperaturas (ELLIS; HONG; ROBERTS, 1990). Diante disso, é fácil utilizar a conservação *ex situ* para sementes ortodoxas, pois possuem protocolos já estabelecidos, comprovados e eficientes (DAWS et al., 2006; LAN et al., 2014; GOLD; HAY, 2014). Porém, em sementes sensíveis à dessecação as opções para conservação só ocorrem mediante a cultura de tecidos, criopreservação, coleções de plantas em viveiros e pomares de sementes (conservação *ex situ*) (BREMAN et al., 2021).

É crucial destacar que o impacto das mudanças climáticas nas opções de conservação *ex situ* para sementes recalcitrantes foi negligenciado (FERNÁNDEZ et al., 2023), resultando em lacunas na cobertura de plantas úteis nos níveis geográfico, taxonômico e genético (BREMAN et al., 2021). Além disso, em muitos cenários de alterações climáticas, em condições de seca, ocorre maior risco na regeneração de espécies com sementes recalcitrantes (PRITCHARD et al., 2022) e já é observado que grandes períodos de seca no Sudoeste da Amazônia estão se intensificando (SILVA et al., 2023).

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. Essa questão torna-se mais importante na região amazônica, pois a ocorrência de sementes com sensibilidade à dessecação é mais comum em florestas maduras tropicais e subtropicais úmidas, com cerca de 47% da flora conhecida possuindo sementes que possuem essa característica (WYSE; DICKIE, 2017).



As espécies *Perebea tessmannii* e *Pseudolmedia laevis* são pertencentes à família Moraceae, de ocorrência no bioma Amazônia (BERG, 1979; CARDONA-PEÑA et al., 2005; DALY; SILVEIRA, 2008). São conhecidas por apresentar no Brasil nomes populares similares, sendo que *P. tessmannii* é chamada de pama-mão-de-onça, pama-de-cacho pama-vermelha, e paima; enquanto *Pseudolmedia laevis* recebe a denominação de pama (GRANDTNER; CHEVRETTE, 2013). Ambas possuem frutos vermelhos, comestíveis e são apreciadas por animais silvestres (ARAÚJO; SILVA, 2000, FELTON et al., 2010).

Tanto *Perebea tessmannii* quanto *Pseudolmedia laevis* possuem poucos estudos científicos e nenhum deles contempla aspectos relacionados à tecnologia de frutos e sementes ou composição nutricional e bioquímica. No entanto, a pesquisa de Park et al. (2005) caracterizou alguns aspectos de *Pseudolmedia laevis*, sendo uma planta associada à textura fina do solo e dioicas, possui utilização da madeira e é tolerante à sombra. Porém, pode ser encontrada também em ambientes abertos (NABE-NIELSEN et al., 2007). É considerada, ainda, uma importante espécie em remanescentes florestais ao longo da BR-364, no estado do Acre (LIMA, 2018). Contudo, não é considerada uma espécie pioneira, sendo suscetível ao efeito das queimadas no estado (NUMATA et al., 2017).

A maior parte dos estudos relativo a estas plantas diz respeito à divulgação de seus nomes em lista de inventários florestais (nacionais e internacionais) na Amazônia (DALY; SILVEIRA, 2008; ARAÚJO; SILVA, 2000; MIRANDA; FIGUEIREDO, 2001; CERÓN; REYES, 2009; LOAYZA; PAINE, 2014; MACHADO, 2016; ROCHA et al., 2021; LIMA, 2018) e exsicatas referenciadas em banco de dados de herbários virtuais como o *The New York Botanical Garden* (NYBG), *Reflora* Herbário Virtual e *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) (GBIF, 2024; REFLORA, 2024; NYBG, 2024).

Diante destas questões, objetivou-se, com esta pesquisa, classificar fisiologicamente as sementes das espécies alimentícias não convencionais *Perebea tessmannii* Mildbr. e *Pseudolmedia laevis* J.F.Macbr. do Sudoeste da Amazônia.

## 2. METODOLOGIA

As matrizes de *Perebea tessmannii* e *Pseudolmedia laevis* foram mapeadas na comunidade do rio Croa e na Reserva Extrativista do Riozinho da Liberdade (Resex),

ambos no município de Cruzeiro do Sul, estado do Acre. Totalizando 21 matrizes para *P. tessmannii* e 13 de *P. laevis*. Foram coletados frutos de sete matrizes de *Perebea tessmannii* em fevereiro de 2022 e de 2024. No lote correspondente a 2022 foram realizados os testes de umidade e germinação com sementes inteiras e sem tegumento; e no lote de 2024, foram realizados, além destes, os testes de secagem em ambiente natural e avaliações biométricas de frutos e sementes.

Os frutos de *Pseudolmedia laevis* foram coletados no mês de agosto de 2023. A colheita foi realizada no chão, após queda natural, por não ser possível o acesso à copa das árvores. Os frutos de *Perebea tessmannii* foram colhidos tanto diretamente na copa, quanto no chão. Após a colheita, os frutos foram transportados o laboratório em Cruzeiro do Sul. A remoção das sementes dos frutos ocorreu lavando-os em água corrente, utilizando-se uma peneira e areia lavada para facilitar a remoção da polpa dos frutos. Foram eliminadas da amostra sementes que apresentavam injúrias e malformações. Os testes de umidade e de germinação foram realizados e as amostras foram separadas para realizar a classificação fisiológica quanto à secagem e armazenamento pelos protocolos Hong; Ellis (1996) e *Seed-Coat-Ratio* (SCR) (DAWS et al., 2006).

Para determinar o conteúdo de água das sementes, foram utilizadas quatro repetições de 10 sementes. As sementes foram colocadas em recipientes de alumínio e pesadas em balança de precisão, em seguida foram levadas à estufa a  $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$  por 24 horas (BRASIL, 2009) ou, até a estabilização do peso. Foi utilizada a fórmula de determinação da umidade em base úmida. Os testes de germinação foram conduzidos em câmara de germinação a  $30^{\circ}\text{C}$  com luz constante. As sementes foram previamente desinfetadas em hipoclorito 1% por 5 minutos, lavadas em água corrente e posteriormente colocadas em caixas gerbox contendo duas folhas de papel filtro como substrato. Utilizaram-se quatro repetições de 25 sementes.

Foram realizados testes com as sementes inteiras e sementes sem tegumento para a espécie *Perebea tessmannii* com as sementes do lote de 2022. O tegumento foi removido utilizando um bisturi. Para ambas as espécies, no lote de 2023 e 2024, os testes de germinação ocorreram após o procedimento de escarificação do tegumento com a utilização de uma lixa fina. As avaliações foram realizadas diariamente, tendo como critério de germinação a protrusão da radícula (comprimento maior que de 2 mm).

Para investigar a perda de umidade das sementes ao longo do tempo em condições naturais, foi realizado um experimento para ambas as espécies após determinação da umidade inicial. Foram utilizadas cinco repetições, cada uma contendo 20 sementes, colocadas em recipientes de alumínio. Esses recipientes foram dispostos em ambiente aberto em laboratório (*Campus Floresta*, UFAC, ACRE), e as massas registradas periodicamente utilizando uma balança de precisão. Estimou-se a umidade à massa utilizando-se a fórmula proposta por Hong e Ellis (1996), onde:

$$M = \frac{(100 - CA_i)}{(100 - CA_d)} \times M_i$$

Em que: M: massa (g) no conteúdo de água desejado;  $M_i$ : massa (g) no conteúdo de água inicial;  $CA_i$ : conteúdo de água inicial (% base úmida);  $CA_d$ : conteúdo de água desejado (% base úmida).

Para a predição da classificação fisiológica pelo método SCR (*seed-coat-ratio*) foram separadas cinco amostras de 10 sementes cada e estas foram dessecadas em estufa. Separou-se a testa e o embrião/endosperma de cada semente individual e determinou-se a massa seca de seus componentes. O cálculo do método SCR foi realizado dividindo-se a massa seca das estruturas de revestimento pela massa seca total da unidade de dispersão. A probabilidade de sensibilidade à dessecação (P) foi mensurada 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 = SCR e b =  $\log_{10}$  (massa seca da semente) em gramas. Se P for maior que 0,5 a semente provavelmente é sensível à dessecação (DAWS et al., 2006).

Para determinar o comportamento fisiológico das sementes quanto à secagem e ao armazenamento pelo protocolo de Hong; Ellis (1996), após a colheita, o beneficiamento e avaliação inicial do lote de sementes (determinação do conteúdo de água e teste de germinação), estas foram secas a um conteúdo de água de 10 a 12% e 5% de umidade. A secagem foi realizada em recipientes hermeticamente fechados, contendo sílica gel para controle da umidade relativa do ar. A sílica foi colocada no



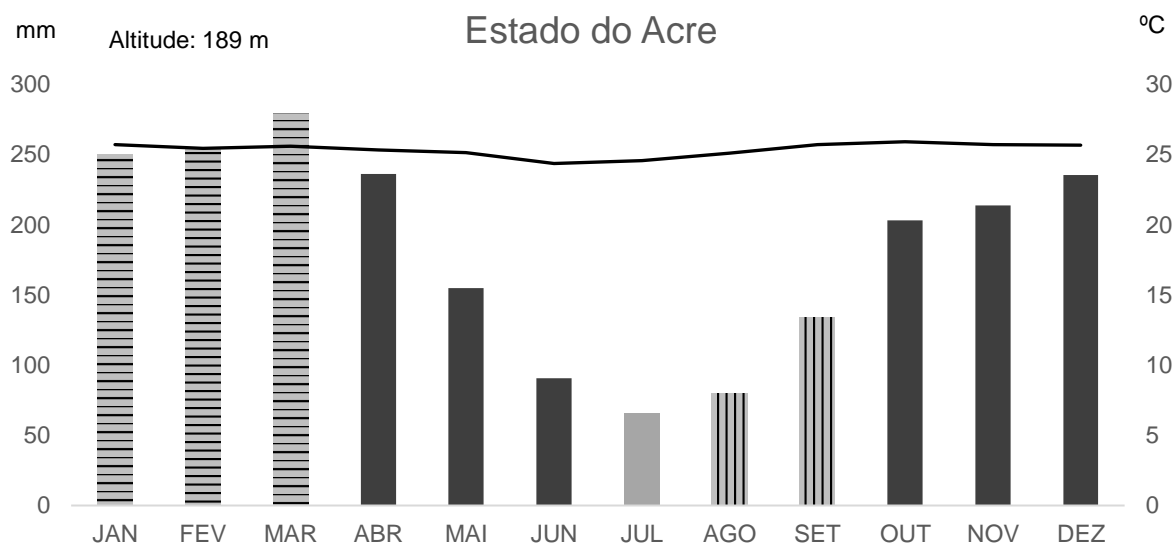
fundo do recipiente e as sementes colocadas acima, protegidas do contato direto por uma tela de alumínio. Após atingirem esses conteúdos de água foram realizados os testes de germinação e umidade, e uma amostra contendo 5% de umidade foi armazenada em freezer a -20°C por três meses, quando um novo teste de germinação foi realizado. Para estimar o conteúdo de água das sementes durante a secagem foi utilizada a fórmula proposta por Hong; Ellis (1996), descrita acima.

Os conjuntos de dados obtidos com a germinação de sementes com e sem tegumento foram submetidos ao teste de normalidade, seguido da Análise de Variância (ANOVA) que, quando significativa, tiveram as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, por meio do *software* estatístico PAST versão... (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001). Também, foi realizada a análise de componentes principais (PCA) para verificação da relação não linear entre os índices estudados e os tipos de tratamento (VALENTIN, 2012).

A partir das variáveis biométricas (massa do tegumento e do endosperma) obtidos nos testes SCR das sementes de ambas as espécies, foi realizado o teste de correlação de Pearson para entender o quanto uma variável determina a outra, dentro de cada espécie.

### 3. RESULTADOS

Sementes de *Perebea tessmannii* foram dispersas de janeiro a março, enquanto sementes de *Pseudolmedia laevis* iniciam sua dispersão entre agosto e setembro. Observa-se que a dispersão das sementes de *P. tessmannii* ocorre na época chuvosa, ou seja, nos meses de maior precipitação no município de Cruzeiro do Sul e no estado do Acre. Já as sementes de *P. laevis* têm dispersão no mês de agosto e setembro, final do período seco (Figura 1).



**Figura 1.** Média dos Índices pluviométricos para o estado do Acre e indicação da época de dispersão das sementes de *Perebea tessmannii* (traço horizontal) e *Pseudolmedia laevis* (traço vertical). A média dos dados pluviométricos são referentes a mensurações de 1901 a 2021 da Climate Explorer and Data realizado no British Atmospheric Data Centre, RAL, Reino Unido.

As sementes de *P. tessmannii* apresentaram umidade de dispersão de 33,35%, com germinação de sementes pós dispersão entre 64 e 66%, para os tratamentos com sementes inteiras e sem tegumento, respectivamente. Não houve diferença estatística com relação a germinação (%G) entre os tratamentos?? ( $F=$ ,  $p$ -valor = 0.5648). Porém houve diferença significativa em relação ao IVG (Tabela 1).

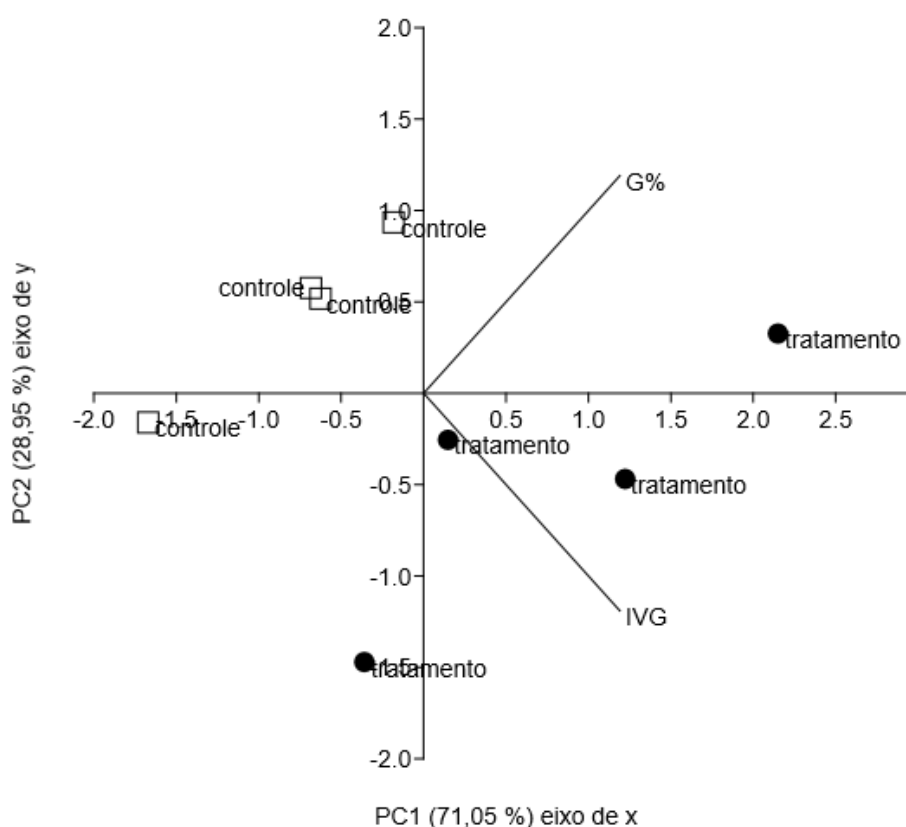
Tabela 1. Percentual germinativo e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *P. tessmannii* com sementes e sem tegumento.

Tratamento	G (%)	IVG
Com tegumento	66,00	0,2607743
Sem tegumento	64,00	0,7053616
p	0,5648	0,002979
Tukey	-	0,00295

\*p-valor

As sementes com tegumento removido apresentam coloração esbranquiçada nos tecidos internos, mudando esta coloração para verde à medida que o processo germinativo é iniciado; indicando, assim, o início da fotossíntese nos tecidos de reserva expostos ao ambiente.

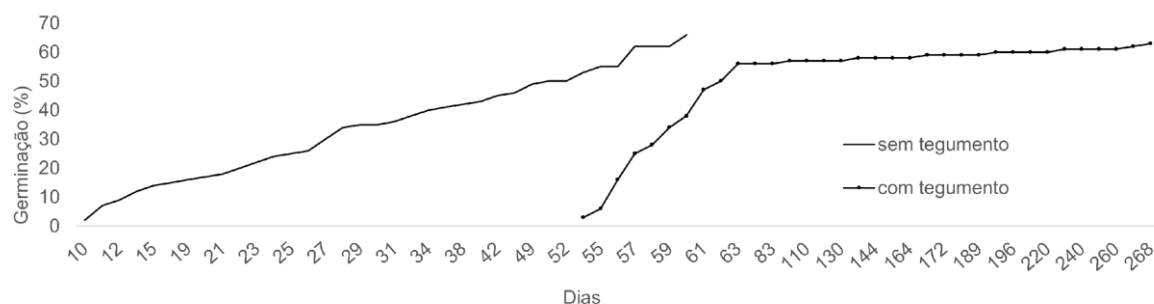
Observa-se que a PC1 e PC2 juntas explicam 100% da variação da distribuição entre os grupos estudados, identificando haver uma separação nítida entre o controle e o tratamento em grupos distintos, bem como uma organização diferenciada em relação a cada índice estudado (Figura 2).



**Figura 2.** Análise de componentes principais (PCA) de sementes de *Perebea tessmannii* sem tegumento (tratamento) e com tegumento (controle): separação entre tratamentos.

As sementes sem tegumento iniciaram a germinação dez dias após a semeadura, estendendo-se por dois meses até a finalização dos testes. Já em sementes inteiras, a germinação iniciou-se aos 52 dias, sendo necessários em torno de 9 meses para sua completude (Figura 3). Nota-se assim, que quando removido o

tegumento das sementes desta espécie, é possível acelerar a germinação sem comprometer a viabilidade das mesmas.



**Figura 3.** Distribuição da germinação de sementes de *Perebea tessmannii* em tratamentos com e sem tegumento, ao longo do tempo.

O teor de água na dispersão das sementes de *Pseudolmedia laevis* foi de 38,80% com percentual germinativo de 90%. As sementes começam a germinar 26 dias após a sementeira, estendendo-se por um período de oito meses, quando se encerram os testes. Em *Perebea tessmannii* a umidade inicial em 2024 foi de 34,56% com germinação de 68%, tendo resultados semelhantes aos outros testes de germinação ocorridos no ano de 2022. A germinação das sementes escarificadas inicia-se aos 34 dias, com um período de 3 meses para os testes finalizarem.

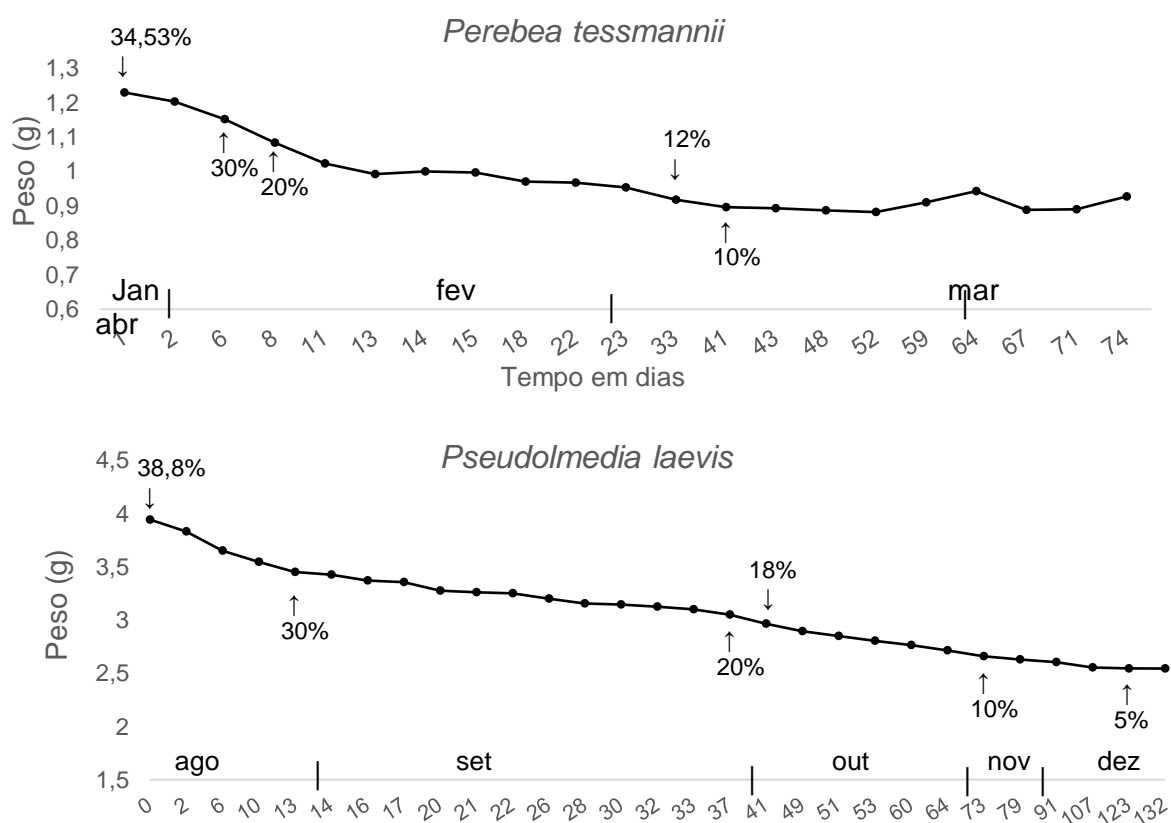
O resultado do método SCR de *Perebea tessmannii* e *Pseudolmedia laevis*, calculado de acordo com a média das massas do envoltório e endosperma/embrião apresentou probabilidade menor que 0,5, o que indica que essas sementes são provavelmente tolerantes à dessecação, portanto, ortodoxas, indicando não haver probabilidade de sensibilidade à dessecação (Tabela 2).

Tabela 2. Valores correspondentes aos parâmetros germinativos e dos protocolos para classificação fisiológica quanto ao armazenamento.

Espécie	U %	G %	IVG	SCR	Hong e Ellis (1996)	Conteúdo de água após secagem
<i>Perebea tessmannii</i>	34,56	68	0,3069	0,1896 ortodoxa	Recalcitrante	18,46%
<i>Pseudolmedia laevis</i>	38,8	90	0,2880	0,410 ortodoxa	recalcitrante	12%

Os testes de secagem realizados em *Pseudolmedia laevis*, para a implementação da metodologia de Hong; Ellis (1996), não atingiram a umidade esperada de 12% e, sim, média de 18,46%. Mesmo não alcançando o conteúdo de água almejado, as sementes desta espécie não apresentam germinação neste ponto de umidade, sendo classificadas como recalcitrantes. Em sementes de *Perebea tessmannii*, a secagem alcançou os valores esperados, resultando em uma umidade de 12,06% após o tratamento. Da mesma maneira, nenhuma germinação ocorreu com sementes neste conteúdo de água.

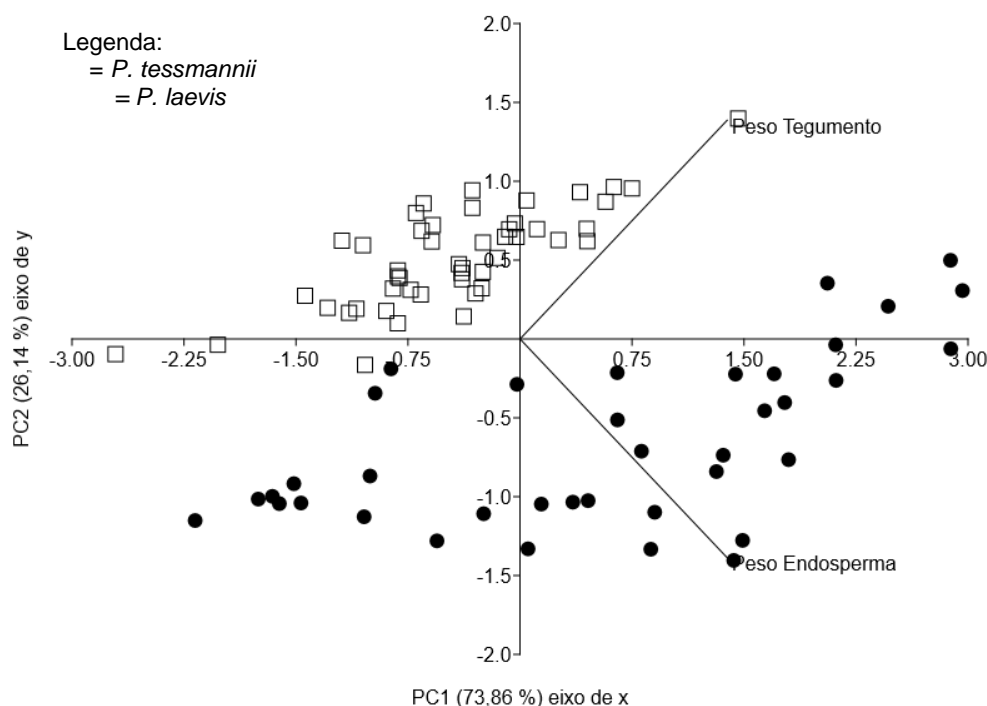
São necessários três meses para que as sementes de *Pseudolmedia laevis* estabilizem a perda de peso e alcancem 5% de umidade em ambiente natural. No entanto, ocorre perda de viabilidade quando a umidade atinge 18,46%, conforme teste de Hong; Ellis (1992). Em sementes de *Perebea tessmannii*, com 33 dias já não ocorre germinação, quando a umidade da semente está em torno de 12%. As diferenças mais expressivas são relativas ao tempo de secagem de cada espécie, sendo que sementes de *P. tessmannii* perdem água para o ambiente mais rapidamente do que as de *Pseudolmedia laevis*, apesar da época seca coincidir com a dispersão das sementes de *P. laevis*.



**Figura 4.** Tempo de secagem de sementes de *P. tessmannii* e *P. laevis* em ambiente natural, indicando a umidade inicial das sementes e o tempo correspondente para atingir valores de umidade de 30, 20, 10 e 5%. Observa-se também a época do ano correspondente à dispersão e secagem. Fonte: elaborado pelos autores.

As sementes de *Pseudolmedia laevis*, quando secas, possuem um tegumento leve (0,0222 g) e pouco espesso, com tecidos internos de média 0,1068 g. As sementes de *Perebea tessmannii* possuem tegumento com similar média de massa (0,0297 g), porém massa interna das sementes é muito mais baixo, com média de 0,06465. Considerando as médias e os respectivos desvios padrão, o peso mínimo do endosperma de *P. laevis* (0,1015 g) ainda fica acima do peso máximo do endosperma de *P. tessmannii* (0,0660 g). Isso indica que em relação ao endosperma *P. laevis* é 38% mais pesada.

Na Figura 5 observa-se que as espécies se distinguem principalmente em função da massa do endosperma. *P. tessmannii* se dispersou na região referente as massas do endosperma mais elevados a médios, enquanto *P. laevis* se concentrou na região dos pesos médios. Em relação a massa do tegumento, ambas as espécies se dispersaram ao longo do eixo, demonstrando a ocorrência de uma variação mais ampla e menos distinguível, sendo que PC1 explica 73,86% da dispersão observada.



**Figura 5.** Análise de componentes principais (PCA) de sementes de *Perebea tessmannii* e *Pseudolmedia laevis* em função das massas do endosperma e tegumento. Eixo x PC1 explica 73,86%.

A correlação de Pearson, indicou que existe uma correlação positiva fraca ( $r = 0,36458$ ;  $p = 0,3003$ ) entre o tegumento e endosperma de *P. laevis*, e uma correlação positiva forte ( $r = 0,8396$ ;  $p = 1,29E^{-11}$ ) entre esses atributos de *P. tessmannii*, significando que quando o peso do endosperma aumenta o do tegumento também.

#### 4. DISCUSSÃO

Muitas sementes de espécies amazônicas não possuem classificação fisiológica determinada pelo protocolo de Hong; Ellis (1996). Porém, muitos autores apresentam um indício sobre qual classificação se encontram as sementes estudadas, como no caso de *Cassia leiandra* Benth. os autores indicam que as sementes são provavelmente recalcitrantes pelo seu alto conteúdo de água (40,4%) após a dispersão (CRUZ; PANTOJA, 2022). Outras características que indicam que uma semente é sensível à dessecação correspondem a sua rápida germinação, tegumentos finos e época de dispersão coincidindo com o período do ano de maior precipitação (HONG; ELLIS 1998; GOLD; HAY 2014; PRITCHARD et al., 2022).

Neste estudo, os resultados dos dois testes realizados para a classificação fisiológica das sementes de *Pseudolmedia laevis* e *Perebea tessmannii* foram divergentes. O teste SCR, apesar de ter mostrado uma baixa relação entre o tegumento e as partes internas da semente, possui uma probabilidade para que as sementes sejam ortodoxas. Essa relação, não condiz com a massa das sementes, que nesse caso não é elevada como descreve os resultados de Daws et al. (2006). No entanto, a classificação de Hong; Ellis (1992) as determinou como recalcitrantes.

Neste sentido, mesmo que as pesquisas indiquem que o teste SCR é eficiente para classificação fisiológica das sementes, ele é utilizado como um indicativo de probabilidade de tolerância à secagem e os testes realizados pelo método Hong; Ellis (1996) são mais precisos e considerados mais completos para determinar essa classificação. Diante disso, classificam-se as sementes das espécies estudadas como recalcitrantes, e, portanto, não possuem tolerância a secagem a níveis de umidade de 12% para *P. tessmannii* e 18% para *P. laevis*. No entanto, está claro que os níveis de

secagem adequados para estas espécies estão acima dos valores citados, sendo necessários que novos testes sejam realizados para compreender qual o conteúdo de água em que realmente as sementes perdem o poder germinativo.

Ambas as espécies possuem tegumentos finos, corroborando com os valores estabelecidos para espécies sensíveis, o que acarreta pouco investimento nos tecidos de revestimento de suas sementes. No entanto, a massa dessas sementes não se alinha com o parâmetro estabelecido para sensibilidade, pois são menores em comparação às sementes sensíveis, que geralmente têm massa superior a 0,5 g (PRITCHARD et al., 2004a; DAWS, et al. 2006). No entanto, Hill et al. (2012) revelam uma variação de características entre sementes sensíveis à dessecação que é independente do tamanho. Em outras palavras, a variabilidade das características dessas sementes segue uma direção que não está relacionada à sua dimensão física, assim como os resultados desta pesquisa.

Ambas as espécies possuem umidade inicial de dispersão maior que 30%, o que indica que este parâmetro está de acordo com as características para sementes sensíveis à dessecação (MATTANA et al., 2020). Mesmo que, as sementes de *Pseudolmedia laevis* possuam dispersão em agosto, mês que coincide com a época seca na região, a precipitação mensal na região ultrapassa os 60mm nesta época, aumentando essa disponibilidade nos meses subsequentes.

Nota-se que as sementes de *Pseudolmedia laevis* possuem uma velocidade na perda de água para o ambiente menor do que sementes de *Perebea tessmannii*. Isso significa que, mesmo com a umidade relativa do ambiente sendo menor nesta época do ano, o tegumento das sementes parece possuir características que diminuem a velocidade de perda de água após dispersas, podendo assim, manter uma umidade interna mínima que as mantêm ativas fisiologicamente até a germinação de fato ocorrer e se estabelecerem como plântulas durante os meses de maior precipitação. Comparativamente, as sementes de *P. tessmannii* parecem não ter um tegumento com a mesma capacidade de retenção de água. Característica essa que pode estar associada com a sua época de dispersão que é nos meses de maior precipitação, com constante fornecimento de água para a continuação metabólica e finalização da germinação. Esses resultados, no entanto, contradizem os resultados observados por Hill et al. (2012), em que o tempo necessário para as sementes dessecarem até um determinado conteúdo de água estava positivamente relacionado ao investimento relativo no tegumento das sementes.



Ao analisar os resultados da PCA percebe-se que a remoção do tegumento das sementes de *P. tessmannii* contribuiu para o aumento nos valores de G (%) e IVG (Figura 2). Por outro lado, o tratamento controle resultou em valores de IVG menos elevados. Além disso, observa-se que, em ambos os tratamentos, os resultados se dispersam de forma bem distribuída ao longo do eixo de G (%), caracterizando uma variação independente do tratamento. Sendo inclusive um tipo de variação natural esperada para amostras biológicas, como preconizado por Ferreira; Borghetti (2004).

Outra variável nesta pesquisa que não corrobora com os resultados dos diversos estudos sobre as características de sementes sensíveis à dessecação, é o tempo de germinação. Estes estudos indicam que sementes sensíveis possuem germinação rápida (GOLD; HAY, 2014; HONG; ELLIS, 1998), finalizando em um a dois meses (PRITCHARD et al., 2004b). No entanto, é importante salientar, que ambas as espécies possuem um tempo relativamente grande para completar a germinação. Por exemplo, de *P. tessmannii* levam até 9 meses para completar os testes germinativos em laboratório (neste caso sementes não escarificadas) e *Pseudolmedia laevis* levam até 8 meses (sementes escarificadas).

Diante disso, é possível que as sementes de *Pseudolmedia* que não passem pela escarificação possam levar mais tempo para a completude nos testes, como também estendendo o tempo para o início da germinação observado em 26 dias. É provável, ainda que o início da germinação desta espécie se assemelhe ao encontrado em *P. tessmannii*, que se iniciou aos 52 dias, tempo esse que praticamente todas as sementes já deveriam ter completado o processo germinativo (PRITCHARD et al., 2004b). Por outro lado, Hill et al. (2012) observaram que sementes sensíveis à dessecação apresentaram comportamento diferenciados, dependendo da época de dispersão das sementes; e, assim, sementes de *P. laevis*, por serem dispersas nos períodos relativamente mais secos na região, podem demorar mais tempo para germinar e, também, possuírem secagem mais lenta.

Espécies com sementes sensíveis à dessecação (recalcitrantes) são mais sensíveis aos efeitos das mudanças climáticas do que sementes com comportamento ortodoxo (PRITCHARD et al., 2022), sendo esta característica indiscutivelmente uma questão muito importante para conservacionistas que optam pela conservação *ex situ* de sementes desta classificação, em especial, em florestas maduras tropicais e subtropicais úmidas onde ocorrem cerca de 47% da flora com sementes sensíveis à dessecação (WYSE; DICKIE, 2017).

Estudos com espécies florestais alimentícias não convencionais, como no caso de *P. tessmannii* e *P. laevis*, são importantes porque são plantas que possuem apenas indicações de sua existência em inventários florestais e em banco de dados virtuais, com pouquíssimas informações acerca de suas características. Elas fazem parte das muitas plantas não priorizadas para conservação do germoplasma, refletindo, muitas vezes, limitações de conhecimento relacionadas as propriedades das plantas, sua utilização e seu estado de ameaça. Essas características são muito importantes, especialmente devido às estimativas relativas as mudanças climáticas, que preveem a extinção de duas em cada cinco plantas e de uma em cada três árvores (BREMAN et al., 2021).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As sementes de *Perebea tessmannii* são dispersas durante a estação chuvosa (janeiro a março), enquanto as sementes de *Pseudolmedia laevis* se dispersam no final do período seco (agosto e setembro). Porém, ambas as espécies possuem alta umidade de dispersão e tegumentos finos.

Os testes para classificação fisiológica são divergentes, indicando-se que o teste SCR não foi adequado para prever a tolerância à dessecação de *Perebea tessmannii* e *Pseudolmedia laevis*, atribuindo-se, portanto, a característica de recalcitrantes para ambas as espécies segundo o método Hong; Ellis (1996).

As sementes de *Perebea tessmannii* sem tegumento germinam mais rápido do que as com tegumento, indicando-se que testes com sementes sem tegumento viabiliza resultados mais rápidos sem que ocorra perda da viabilidade das sementes.

Assim, no Sudoeste da Amazônia, onde a precipitação é bem mais elevada do que em outras regiões, as espécies podem apresentar características não convencionais, além de estratégias diferentes de germinação. Isso pode estar intimamente ligado às condições ambientais de precipitação, e assim, se comportando de forma diferenciada nestes parâmetros germinativos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, H.J.B. de; SILVA, I.G. da. **Lista de espécies florestais do Acre. Rio Branco: Embrapa Acre**, 2000. 77p.

BERG, C.C. Olmedieae Brosimeae (Moraceae). **Flora Neotropica**, v. 7, p. 1-228, 1972.

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.

CARDONA-PÉÑA, V.; A FUENTES, CAYOLA, L. **Las moráceas de la región de Madidi, Bolivia. Ecología en Bolivia**, v. 40, p. 212-264, 2005.

CERÓN, C.E.; REYES, C.I. Mondaña, Río Napo - Ecuador, diversidad florística mediante transectos. **Cinchonia**, v. 9, n. 1, p. 50-61, 2009.

CRUZ, E.D; PANTOJA, M.C.T. **Germinação de sementes de espécies amazônicas: mari-mari (Cassia leiandra Benth.)**. EMBRAPA, 1ª edição, 2022, 7p.

DALY, C.D.; SILVEIRA, M. **Primeiro catálogo da flora do Acre, Brasil**. Rio Branco, Acre: EDUFAC, 2008, 560p.

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.

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.

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

FELTON, A.M.; FELTON, A.; FOLEY, W.J.; LINDENMAYER, D.B. The role of timber tree species in the nutritional ecology of spider monkeys in a certified logging concession, Bolivia. **Forest Ecology and Management**, v. 259, p. 1642–1649, 2010.

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

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. **PAST: Paleontological Statistics**. Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, v.4, n.1, 2001. 9p.

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. **A protocol to determine seed storage behavior**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), PGRI. Technical Bulletin, 1996. 55p.

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. Contrasting seed storage behaviour among different species of Meliaceae. **Seed Science Technology**, v. 26; p. 77–95, 1998.

GBIF – Global Biodiversity Information Facility. Search Datasets: Global Core Biodata Resource, Copenhagen, Dinamarca, 2024. Disponível em: <https://www.gbif.org>. Acesso em: 23 ago. 2024.

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

GRANDTNER, M.M.; CHEVRETTE, J. **Dictionary of Trees, South America: Nomenclature, Taxonomy and Ecology**. Academic Press – Elsevier, v. 2, 2013. 1172p.

JAMES P. HILL, J.P.; WILL E.; FRANKS, P.J. Size is not everything for desiccation-sensitive seeds. **Journal of Ecology**, v. 100, p. 1131–1140, 2012.

LAN, Q.; XIA, K.; WANG, X.; LIU, J.; ZHAO, J.; TAN, Y. Seed storage behaviour 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.

LIMA, J.J. do N. **Diversidade arbórea e resgate de plântulas da regeneração natural de fragmentos florestais a serem suprimidos no Acre**. 2018. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2018.

LOAYZA, P.A.; PAINE, C.E.T. Estación Biológica Cocha Cashu, Parque Nacional MANU, Madre de Dios, PERU. **Center for Tropical Conservation, Duke University**, p.1-21, 2014.

MACHADO, F.S. **Etnobotânica de espécies florestais não madeireiras em comunidades locais do Vale do Juruá, Acre**. In: Siviero, A.; Ming, L.C.; Silveira, M.; Daly, D.C. Etnobotânica e botânica econômica do Acre. Rio Branco, Edufac, 2016. p. 38-52.

MATTANA, E.; PEGUERO, B.; DI SACCO, A.; AGRAMONTE, W.; CASTILLO, W.R.E.; JIMÉNEZ, F. CLASE, T.; PRITCHARD, H.W.; GÓMEZ-BARREIRO, P.; CASTILLO-LORENZO, E. ENCARNACIÓN, M.T.; WAY, M.J.; GARCÍA, R.; ULIAN, T. Assessing seed desiccation responses of native trees in the Caribbean. **New Forests**, v. 51, p. 705–72, 2020.

MIRANDA, E.M. de; FIGUEIREDO, E.O. Levantamento dos recursos florestais do seringal São Salvador, município de Mâncio Lima, AC. EMBRAPA Acre, 1ª ed. 2001, 32p.

NABE-NIELSEN, J.; SEVERICHE, W.; FREDERICKSEN, T. NABE-NIELSEN, L.I. Timber tree regeneration along abandoned logging roads in a tropical Bolivian forest. **New Forests**, v. 34, p. 31–40, 2007.

NUMATA, I.; SILVA, S.S.; COCHRANE, M.A.; D'OLIVEIRA, N.V.N. Fire and edge effects in a fragmented tropical forest landscape in the southwestern Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 401, p. 135-146, 2017.

NYBG - New York Botanical Garden Herbarium. *Collection Index- Group Plants*. C. V. Starr Virtual Herbarium, New York, 2024. Disponível em: <https://sweetgum.nybg.org/science/vh/>. Acesso em: 24 ago. 2024.

PARK A.A.; JUSTINIANO M.J.; FREDERICKSEN, T.S. Natural regeneration and environmental relationships of tree species in logging gaps in a Bolivian tropical forest. **Forest Ecology and Management**, v. 217 p. 147–157, 2005.

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. 2004a.

PRITCHARD, H.W.; WOOD, C.B.; HODGES, S.; VAUTIER, H.J. 100-seed test for desiccation tolerance and germination: a case study on eight tropical palm species **Seed Science & Technology**, v. 32, p. 393-403, 2004b.

PRITCHARD, H.W., SERSHEN, TSAN, 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 Plant regeneration from seeds: A global warming perspective, eds C.C. Baskin and J. M. Baskin. Oxford: Academic Press, p. 259 – 273, 2022.

REFLORA: Herbario Virtual. *Coleção Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <https://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/>. Acesso em: 23 jun. 2024.

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

ROCHA, A.A. da; MELO, B.K.O. de; BENTO, M. de C. **Resumo técnico sobre as sementes de espécies florestais nativas disponíveis para comercialização pelo povo Asheninka na terra indígena kampa do rio Amônia, em Marechal Thaumaturgo, Acre**. Editora da Universidade Federal do Acre – Edufac, 2021, 44p.

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.

VALENTIN, J.L. **Ecologia Numérica. Uma introdução a análise multivariada de dados ecológicos**. Editora Interciência; 2ª edição, 2012. 168p.

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

**CLASSIFICAÇÃO FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Ampelozizyphus amazonicus*,  
*Brosimum lactescens* E *Duroia* sp. QUANTO À TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO E  
AO ARMAZENAMENTO**

**RESUMO**

A Região Sudoeste da Amazônia é caracterizada por uma grande diversidade de paisagens florestais que são afetadas pelas mudanças climáticas, principalmente pelos longos períodos de seca. Esses fenômenos prejudicam espécies cujas sementes são sensíveis à desidratação, favorecendo aquelas que são mais tolerantes à seca. Assim, diante do exposto e da escassez de estudos sobre a fisiologia de sementes de espécies alimentícias não convencionais, objetivou-se com esta pesquisa, determinar a classificação fisiológica quanto à tolerância à dessecação e ao armazenamento de sementes de *Ampelozizyphus amazonicus*, *Duroia* sp. e *Brosimum lactescens*. Segundo o conhecimento tradicional de moradores da Reserva Extrativista do Riozinho da Liberdade, a espécie *Ampelozizyphus amazonicus* possui sementes comestíveis, enquanto *Duroia* sp. e *Brosimum lactescens* são os frutos. Para a classificação fisiológica quanto à tolerância à dessecação e ao armazenamento foram utilizados dois testes, sendo eles: Hong: Ellis (1996) e *seed-coat ratio* (SCR). As espécies *Ampelozizyphus amazonicus*, *Duroia* sp. e *Brosimum lactescens* foram consideradas plantas que possuem sementes recalcitrantes, ou seja, não possuem tolerância à dessecação. Apresentando, assim, potencial fragilidade na regeneração de suas plantas, especialmente diante das mudanças climáticas. Isso ocorre porque sua capacidade de sobreviver a períodos de seca e condições ambientais adversas é limitada, tornando-as mais vulneráveis às flutuações climáticas, como alterações na precipitação e nas temperaturas.

Palavras-chave: Plantas alimentícias não convencionais; sensibilidade à dessecação; mudanças climáticas

## 1. INTRODUÇÃO

Na região Sudoeste da Amazônia existe grande diversidade de paisagens e tipologias florestais distintas (SILVEIRA et al., 2003; ACRE, 2010; DALY e SILVEIRA, 2008). Nessas florestas tropicais, ao longo dos últimos anos, já estão ocorrendo muitos cenários de alterações climáticas, em especial, grandes períodos de seca (SILVA et al., 2023). Essa questão é importante, pois ocorre 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 como recalcitrantes não toleram desidratação abaixo de 20 a 30% de umidade, e não suportam armazenamento em temperaturas negativas. Já as sementes ortodoxas podem tolerar a dessecação até um conteúdo de água em torno de 5% e ser armazenadas em temperaturas negativas por longos períodos (ROBERTS, 1973). Entretanto, existem sementes de comportamento intermediário, que podem apresentar características de um ou outro grupo, no entanto, de forma geral, as sementes podem ser secas até 5% de umidade, entretanto, não toleram o armazenamento a -20°C (HONG; ELLIS 1996).

A sensibilidade das sementes à dessecação pode ser prevista por diversos preditores, como o tamanho da semente, espessura do tegumento, época de dispersão, velocidade de germinação, e habitat (PRITCHARD et al., 2004; TWEDDLE et al., 2003.), entre outros. Embora essas características apresentem tendências gerais, muitas necessitam de mais estudos para confirmação, pois preditores isolados nem sempre garantem uma classificação precisa do comportamento das sementes (PRITCHARD et al. 2004). Métodos como o protocolo de Hong; Ellis (1996) e a relação semente-tegumento (SCR) (DAWS et al., 2006) são empregados para classificar as sementes quanto à sua tolerância à secagem. 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 à dessecação) (FERREIRA; BORGHETTI, 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). Essas classificações são essenciais para compreender a fisiologia de sementes pouco conhecidas, permitindo a adoção de técnicas adequadas de manejo para diferentes grupos de sementes.

Três plantas alimentícias não convencionais da Amazônia, *Ampelozizyphus amazonicus*, *Duroia* sp. e *Brosimum lactescens*, foram selecionadas para a realização dos testes para a classificação fisiológica quanto ao armazenamento de suas sementes. O gênero *Duroia* possui espécies com grandes quantidades de triterpenos (MARTINS et al., 2013) e alcalóides capazes de impedir o crescimento de vasos em tumores (CARVALHO et al., 2021). Possuem propriedades anti-tuberculose, anti-tumoral (ZANCA et al., 2016) e antioxidantes (MARTINS et al., 2014). A espécie *Ampelozizyphus amazonicus* é utilizada pelos povos tradicionais como um medicamento importante para tratamento de parasitas como a malária (BRANDÃO et al., 1992; OLIVEIRA et al., 2015; MILLIKEN et al., 2021; SANTOS et al., 2024), vírus como Chikungunya (ROCHA et al. 2023) e Covid-19 (CAMPOS et al., 2023). A planta é rica em triterpenos, saponinas (BRANDÃO et al., 1993) e polifenóis (CAMPOS et al., 2023), também é um diurético por conter esses compostos químicos (DINIZ et al., 2009) e ajuda em tratamentos hepáticos (FRAUSIN et al., 2015). Possui ainda poder anti-inflamatório e citoprotetor (ROCHA et al., 2023). *Brosimum lactescens* não possui nenhum estudo, conhecido ou disponível, sobre composição química e em nenhuma das três espécies observam-se estudos sobre a composição nutricional ou sobre a classificação fisiológica quanto ao armazenamento.

Diante disso, no contexto do Sudoeste da Amazônia, onde os períodos de seca têm se intensificado, entender o comportamento fisiológico de espécies pouco estudadas é essencial para garantir a preservação e o uso sustentável destas plantas. O conhecimento sobre a fisiologia de suas sementes possibilita a implementação de técnicas adequadas de armazenamento, o que é fundamental não apenas para a conservação, mas também para sua exploração medicinal e alimentar, sendo decisivas para melhorar as estratégias de manejo e assegurar a estabilidade e a regeneração dessas plantas em um cenário de alterações climáticas, promovendo a sustentabilidade ecológica e o uso de recursos naturais da Amazônia. Assim, diante do exposto e da escassez de estudos sobre a fisiologia de sementes de espécies alimentícias não convencionais, objetivou-se com esta pesquisa, determinar a



classificação fisiológica quanto à tolerância à dessecação e ao armazenamento de sementes de *Ampelozizyphus amazonicus*, *Duroia* sp. e *Brosimum lactescens*.

## 2. METODOLOGIA

As espécies aqui estudadas foram jacarandá (*Ampelozizyphus amazonicus* Ducke) (Rhamnaceae); manixi inharé (*Brosimum lactescens* (Moore) C.C.Berg) (Moraceae) e apuruí (*Duroia* sp. L.f.) (Rubiaceae). As matrizes de *Ampelozizyphus amazonicus* e *Brosimum lactescens* foram mapeadas na Reserva Extrativista do Riozinho da Liberdade; e as matrizes de *Duroia* sp. foram mapeadas na comunidade do rio Croa.

As sementes e frutos foram coletados no chão após dispersão natural na floresta da Reserva Extrativista da Liberdade (RESEX). As coletas foram levadas para o Laboratório de Ciências Florestais da Universidade Federal do Acre, Campus Floresta e beneficiadas conforme característica de cada fruto. Após coletas, as sementes foram beneficiadas e colocadas para secar sob papel toalha, em ambiente de laboratório, por 24 horas para a eliminação do excesso de umidade. Logo após, foram realizados testes de umidade e germinação.

Para determinar o conteúdo de água das sementes, foram utilizadas quatro repetições de 10 sementes. As sementes foram colocadas em recipientes de alumínio e pesadas em balança de precisão. Em seguida, foram levadas à estufa a  $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ , por 24 horas (BRASIL, 2009). Foi utilizada a fórmula de determinação da umidade em base úmida ( $\text{Umidade} = \frac{\text{massa úmida} - \text{massa seca}}{\text{massa úmida}} \times 100$ ).

As sementes foram desinfestadas em hipoclorito 1% por 5 minutos, depois, lavadas em água corrente até a retirada total dos resíduos do hipoclorito. Em seguida foram colocadas em caixas gerbox contendo duas folhas de papel filtro como substrato, utilizando-se quatro repetições de 25 sementes. Os testes de germinação foram conduzidos em câmara de germinação a  $30^{\circ}\text{C}$  com luz constante. As avaliações de germinação foram realizadas diariamente, sendo o critério para sua contagem a protrusão da radícula com pelo menos 2 mm de comprimento.

Para a classificação fisiológica quanto à tolerância à dessecação e ao armazenamento foram utilizados dois testes, sendo eles Hong; Ellis (1996) e *seed-coat ratio* (SCR) (DAWS et al., 2006). A classificação fisiológica utilizando o teste SCR foi realizada para todas as espécies. No entanto, o teste Hong; Ellis (1996) foi

realizado apenas para as espécies *Ampelozizyphus amazonicus* e *Duroia* sp. que continham um número adequado de sementes para os procedimentos deste teste.

Assim, para determinar a classificação pelo método SCR foram separadas 5 amostras de 10 sementes, cada e estas foram dessecadas em estufa. Separou-se o endocarpo/testa e o embrião/endosperma de cada semente individual e determinou-se a massa seca de seus componentes. O cálculo do método SCR foi realizado dividindo-se a massa seca das estruturas de revestimento pela massa seca total da unidade de dispersão. A probabilidade de sensibilidade à dessecação (P) foi mensurada 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 = SCR e b = log<sub>10</sub> (massa seca da semente) em gramas. Se P for maior que 0,5 a semente provavelmente é sensível à dessecação (DAWS et al., 2006).

O protocolo mais aceito para a classificação fisiológica das sementes é o de Hong; Ellis (1996), que consiste em: secar as sementes a 10-12% do conteúdo de água e fazer um teste de germinação, se a maioria das sementes morre, elas são provavelmente recalcitrantes. No entanto, se a maioria das sementes sobrevive, nova secagem é realizada até 5% de umidade. Se a maioria das sementes não sobreviver, serão classificadas como provavelmente intermediárias. No caso de as sementes sobreviverem a esta secagem, deve-se armazenar a -20 °C, por três meses. Serão consideradas provavelmente intermediárias as que morrerem após o congelamento e ortodoxas aquelas que apresentarem a maior parte das sementes germinadas (HONG; ELLIS, 1996).

Foi realizada uma análise dos frutos e da biometria das sementes de quatro árvores matrizes de *Brosimum lactescens*. A presença de sementes nos frutos foi registrada, e 50 frutos de cada árvore foram selecionados para a caracterização biométrica. Utilizando um paquímetro digital de precisão, foram coletadas informações sobre o comprimento, espessura e largura das sementes. As medições foram realizadas exclusivamente para sementes com mais de 4 mm. A análise biométrica das sementes foi realizada para cada matriz, porque, durante as coletas de campo, observou-se tamanhos de frutos bem diferentes entre as matrizes. Os frutos coletados

apresentavam-se saudáveis, apesar das diferenças no padrão de tamanho entre as árvores.

Para todas as coletas de dados apenas sementes de frutos sadios foram utilizadas. Os frutos visualmente danificados, ou com deformação, foram substituídos das amostras.

### 3. RESULTADOS

Foram mapeadas seis árvores de *Ampelozizyphus amazonicus*, quatro árvores de *Brosimum lactescens* e cinco árvores de *Duroia* sp., sendo consideradas matrizes das sementes para o estudo.

As sementes de *Brosimum lactescens* e *Ampelozizyphus amazonicus* são dispersas no período seco amazônico (verão), enquanto sementes de *Duroia* sp. são dispersas no período chuvoso (inverno). As sementes de *Brosimum lactescens* e *Ampelozizyphus amazonicus* possuem teores elevados de umidade, 60,11% e 32,60%, respectivamente. Já as sementes de *Duroia* sp. apresentaram baixa umidade na dispersão (19,51%) mesmo sendo dispersa no inverno. Sementes de *Brosimum lactescens* e *Duroia* sp. registraram um percentual germinativo baixo, de apenas 4% e 10%. Já as sementes de *Ampelozizyphus amazonicus* possuíram boa germinabilidade (92%) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores correspondentes aos parâmetros germinativos e dos protocolos para classificação fisiológica.

Espécies	U (%)	G (%)	Período de dispersão
<i>Brosimum lactescens</i>	60,11	4	verão
<i>Ampelozizyphus amazonicus</i>	32,60	92	verão
<i>Duroia</i> sp.	19,51	10	inverno

Os testes de SCR indicaram que *Brosimum lactescens* e *Ampelozizyphus amazonicus* são espécies sensíveis à dessecação, com probabilidade  $P > 0,5$ . No entanto, as sementes de *Duroia* sp. possuem  $P < 0,5$ , indicando ser uma semente ortodoxa (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores correspondentes aos protocolos *Seed-coat-ratio* (SCR) e Hong e Ellis (1996) de classificação fisiológica quanto ao armazenamento.

Espécies	SCR	Hong e Ellis (1996)
<i>Brosimum lactescens</i>	0,563 recalcitrante	X
<i>Ampelozizyphus amazonicus</i>	0,504 recalcitrante	Recalcitrante
<i>Duroia</i> sp.	0,024 ortodoxa	Recalcitrante

Nenhuma semente germinou no protocolo de classificação de sementes quanto a tolerância a dessecação e ao armazenamento a 12% de umidade para as sementes de *Ampelozizyphus amazonicus*, classificando-as como recalcitrantes. Esse teste corrobora os resultados do teste SCR. Porém, para *Duroia* sp., o teste Hong e Ellis não corrobora os resultados encontrados no teste SCR. Sementes desta espécie, secas a 12% de umidade, já perdem o potencial germinativo.

Analisando-se a produção de sementes pelas matrizes de *Brosimum lactescens* observa-se que a matriz 1, apresentou quase 50% dos frutos sem sementes, possuindo apenas 2% de sementes maiores de 4 mm. Já na matriz número 2 verificamos que 78% dos frutos possuem sementes menores que 4 mm. As matrizes 3 e 4 apresentam a grande maioria das sementes com medidas maiores que 4 mm. Isso indica haver diferenças entre os frutos e sementes, dependendo da sua matriz de origem (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores correspondentes à avaliação da presença de sementes de frutos de *Brosimum lactescens* e proporção do tamanho das sementes por árvore matriz.

Matriz	Frutos sem sementes (%)	Sementes < 4mm (%)	Sementes > 4mm (%)
1	49	47	2
2	2	78	10
3	8	0	46
4	0	0	50

#### 4. DISCUSSÃO

Sementes de *Brosimum lactescens* possuem diversos atributos preditores para serem consideradas recalcitrantes. O tamanho das sementes, a espessura fina dos tegumentos, os altos conteúdos de água no momento da dispersão e sua procedência de regiões com alta pluviosidade (HONG et al., 1998; PRITCHARD et al., 2004; TWEDDLE et al., 2003), já dão um indício que a espécie possui comportamento

recalcitrante, sendo sensíveis à dessecação. Os mesmos preditores são observados em sementes de *Ampelozizyphus amazonicus*, com exceção para a característica relativa a espessura do tegumento, que neste caso é mais espesso. Diante disso, os resultados dos testes realizados demonstram que *Brosimum lactescens* e *Ampelozizyphus amazonicus* possuem sementes recalcitrantes, pois além de vários preditores serem compatíveis, no caso de *Ampelozizyphus amazonicus* o método de Hong e Ellis ainda confirma os resultados obtidos no SCR.

Ambas as espécies possuem dispersão na época de baixa precipitação na região; esse é um atributo oposto ao esperado em sementes recalcitrantes. Porém, dada a baixa sazonalidade existente na região, onde os índices pluviométricos nos meses mais secos são superiores a 60 mm, a disponibilidade de água acaba ocorrendo ao longo desses meses, o que pode fornecer água suficiente para manter o metabolismo ativo e completar o processo germinativo das sementes, ou, possuírem outras características que garantam sua viabilidade e germinabilidade. Como exemplo, 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. E Vaz et al. (2016), que observam que em sementes recalcitrantes de *Swartzia langsdorffii*, também são dispersas no ambiente durante a estação seca, a viabilidade permanece até sete meses pós dispersão com manutenção do conteúdo de água. Possuindo uma importante estratégia na manutenção da viabilidade e da umidade ao longo do tempo durante a estação seca.

Com relação a *Duroia* sp., são observados todos os atributos preditores de sensibilidade à dessecação observados em *Brosimum lactescens*, com exceção para a dispersão das sementes ocorrida no período chuvoso (o que fortalece a indicação de ser uma espécie recalcitrante), porém, com umidade de dispersão mais baixa em relação às outras duas espécies. No entanto, a umidade encontrada no momento da dispersão (19,5%) é mais elevada que os parâmetros de 12% indicada pela metodologia de Hong e Ellis e 15% indicada na metodologia denominada teste 100 de classificação fisiológica.

A baixa germinabilidade das espécies *Brosimum lactescens* e *Duroia* sp. podem estar relacionadas a baixa viabilidade natural das sementes e/ou algum tipo de dormência morfológica, fisiológica ou morfofisiológica (FERREIRA; BORGHETTI, 2004; MUTHUTHANTHIRIGE et al., 2020). No caso de *Brosimum lactescens*,

observou-se que existem diferenças entre o tamanho das sementes para as matrizes estudadas, isso pode ter relação desde a época da dispersão, podendo ter frutos menores e com sementes pouco ou não desenvolvidas durante as primeiras cargas, até mesmo questões relativas à genética e fecundação propriamente ditas. Nesta espécie, é possível que as sementes mesmo após dispersão necessitem de mais tempo para que o embrião esteja totalmente maduro (FERREIRA; BORGHETTI, 2004). Porém, novas pesquisas devem ser realizadas para compreender as causas de baixa germinabilidade observadas neste estudo.

As sementes das espécies aqui estudadas não possuem a capacidade de perder água a níveis de 12% de umidade sem que ocorra prejuízos à viabilidade das sementes, isso porque elas podem não possuir os ajustes metabólicos e estruturais que protegem as células durante o processo de secagem (BEWLEY et al., 2013). Assim, os vários estudos com sementes recalcitrantes observam o 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; VAN LAMMEREN; HILHORST, 2004). Os processos deteriorativos são relativos a desnaturação de proteínas, alterações na atividade de enzimas, danos no sistema de membranas (NAUTIYAL; PUROHIT, 1985), peroxidação lipídica e acumulação de radicais livres (HENDRY et al., 1992). Esses processos, durante a secagem, podem acarretar injúrias físicas nos tecidos e alteração no metabolismo, resultando na completa perda de viabilidade (PAMMENTER; BERJAK, 2000).

No entanto, cada semente apresenta respostas variáveis de comportamento frente a um determinado estímulo, sendo bastante flexíveis. Embora individualmente ocorra ampla diversidade de respostas, o comportamento das populações de sementes pode ser definido com muita precisão (BRADFORD, 2018). Diante disso, a secagem em sementes das espécies aqui estudadas está resultando em perdas de qualidade fisiológica, comprometimento da germinação e morte (FERREIRA; BORGHETTI, 2004; BEWLEY et al., 2013).

Vale ressaltar que, 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; SEGOVIA, 1984). Isso é interessante porque muitas espécies do gênero *Eugenia* dispersam sementes no ambiente com conteúdo de água elevado,

sendo sensíveis a redução de água a níveis inferiores a 45% (DELGADO; BARBEDO, 2007). No entanto, as sementes destas espécies são muito 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, possui sementes recalcitrantes que 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; SILVA; BARBEDO, 2020); demonstrando, assim, as diferentes estratégias de regeneração de espécies que possuem sementes recalcitrantes.

Diante disso, a compreensão do comportamento de sementes frente a esta questão é imprescindível. O aquecimento global e as alterações climáticas, cada vez mais frequentes e pronunciadas nos últimos anos, vêm provocando intensa mobilização da sociedade no que se refere à conservação de recursos florestais. No entanto, muitas outras estratégias de conservação têm sido elaboradas possibilitando o aumento do tempo de armazenamento tanto em sementes que toleram dessecação quanto em sementes sensíveis, sendo um grande desafio elaborar estratégias e definir metodologias que aumentem a viabilidade de sementes armazenadas (WESLEY-SMITH et al., 2001), em especial de espécies sensíveis a dessecação (PEREIRA et al., 2024).

## 5. CONCLUSÕES

As sementes de *Ampelozizyphus amazonicus*, *Duroia* sp. e *Brosimum lactescens* foram consideradas recalcitrantes, ou seja, não possuem tolerância à dessecação. As espécies estudadas possuem potencial fragilidade quanto a regeneração de suas plantas frente às mudanças climáticas.

O teste SCR para as espécies *Ampelozizyphus amazonicus* e *Brosimum lactescens* identificou de forma correta a classificação fisiológica. Desta forma, sugere-se a realização de testes de validação utilizando principalmente o protocolo de Hong e Ellis, em especial, quando os atributos de predição (tamanho da semente, época de dispersão, conteúdo de água entre outros) sejam dissonantes ao resultado apresentado no SCR, garantindo assim, que a classificação esteja adequada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACRE. Governo do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre**, Fase II (Escala 1:250.000): Documento Síntese. 2. Ed. Rio Branco: SEMA, 2010. 356p.

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.

BEWLEY, J.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3rd 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.

BRANDÃO, M.G.L.; GRANDI, T.S.M.; ROCHA, E.M.M.; SAWYER, D.R.; KRETTLID, A.U. Survey of medicinal plants used as antimalarials in the Amazon. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 36, p. 175 – 182, 1992.

BRANDÃO, M.G.L.; LACAILLE-DUBOI, M.A.; TEIXERA, M.A.; WAGNER, H. A dammarane-type saponin from the roots of *Ampelozizyphus amazonicus*. **Phytochemistry**, v. 34, n. 4, p. 1123-1127, 1993.

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.

CAMPOS, M.F.; MENDONÇA, S.C.; PEÑALOZA, E.M.C.; OLIVEIRA, B.A.C de; ROSA, A.S.; LEITÃO, G.G.; TUCCI, A.R. FERREIRA, V.N.S.; OLIVEIRA, T.K.F.; MIRANDA, M.D.; ALLONSO, D.; LEITÃO, S.G. Anti-SARS-CoV-2 Activity of *Ampelozizyphus amazonicus* (Saracura-Mirá): Focus on the Modulation of the Spike-ACE2 Interaction by Chemically Characterized Bark Extracts by LC-DAD-APCI-MS/MS. **Molecules**, v. 28, n. 3159, 2023.

CARVALHO, A.B.; RAMOS DM, FALCÃO-BÜCKER NC, NUNEZ CV. Actividad antiangiogénica de los extractos diclorometánicos de hojas y ramas de *Duroia macrophylla* Huber (Rubiaceae). **Medicinal Plant Communications**, n. 4, p. 82 – 86, 2021.

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**, Cambridge, v. 126, n. 4, p. 623-627, 1994.



DALY, C.D.; SILVEIRA, M. **Primeiro catálogo da flora do Acre, Brasil**. Rio Branco, Acre: EDUFAC, 2008, 560p.

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. 2007. Tolerância à dessecação de sementes de espécies de *Eugenia*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42; p. 265 – 272, 2007.

DINIZ, L.R.L.; SANTANA, P.C.; RIBEIRO, A.P.A.F.; Portella, V.G.; Pacheco, L.F.; Meyer, N.B.; CÉSAR, I.C.; COSENZA, G.P.; BRANDÃO, M. das G.L.; VIEIRA, M.A.R. Effect of triterpene saponins from roots of *Ampelozizyphus amazonicus* Ducke on diuresis in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 123 p. 275–279, 2009.

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

ESQUIVEL-MUELBERT, A.; et al. Compositional response of Amazon forests to climate change. **Global Change Biology**, v. 25, n.1, p. 39-56, 2019.

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.

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI (orgs.) *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.

FRAUSIN, G.; HIDALGO, A. de F.; LIMA, R.B.S.; KINUPP, V.F.; MING, L.C.; POHLIT, A.M.; MILLIKEN, W. An ethnobotanical study of anti-malarial plants among indigenous people on the upper Negro River in the Brazilian Amazon. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 174, p. 238–252, 2015.

GENTIL, D.F.O.; FERREIRA, S.A.N. 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. 4p.

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.

HENDRY, G.A.F. et al. Free radical processes and loss of seed viability during desiccation in the recalcitrant species *Quercus robur* L. **New Phytologist**, v. 122, n. 2, p. 273-279, 1992.

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. **A protocol to determine seed storage behavior**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), 1996. 55p. (IPGRI. Technical Bulletin, 1)

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. Contrasting seed storage behaviour among different species of Meliaceae. **Seed Science Technology**, v. 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. 76 - 85, 2019.

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.

MARTINS, D.; CARRION, L.L.; RAMOS, D.F.; SALOMÉ, K.S.; SILVA, P.E.A. da; NUNEZ, C.V. Triterpenes and the Antimycobacterial Activity of *Duroia macrophylla* Huber (Rubiaceae). **BioMed Research International**, v. 1, p. 1-7, 2013.

MARTINS, D.; FACHIN-ESPINAR, M.T.; OLIVEIRA, T.A. de; LIMA, K.C.S; CAVALCANTI, R.M.; TELES, B.R.; NUNEZ, C.V. Tamizaje fitoquímico y evaluación de las actividades biológicas de *Duroia macrophylla* (Rubiaceae). **Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research**, v. 2, n. 6, p. 158-171, 2014.

MILLIKEN, W.; WALKER, B.E.; HOWES, M.J.R.; FOREST, F.; LUGHADHA, E.N. Plants used traditionally as antimalarials in Latin America: Mining the tree of life for potential new medicines. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 279, p. 114-221, 2021.

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.

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, D.R.; KRETTLI, A.U.; AGUIAR, C.C.; LEITÃO, G.G.; VIEIRA, M.N.; MARTINS, K.S.; LEITÃO, S.G. Ethnopharmacological evaluation of medicinal plants used against malaria by quilombola communities from Oriximiná, Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 173, p. 424–434, 2015.

PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P. Evolutionary and ecological aspects of recalcitrant seed biology. **Seed Science Research**, n. 10, p. 301–306, 2000.

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, 2024.

PRITCHARD, H.W., SERSHEN, TSAN, 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 **Plant regeneration from seeds: A global warming perspective**, eds C. C. Baskin and J. M. Baskin (Oxford: Academic Press), p. 259-273, 2022.

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.

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

ROCHA, D.C.P.; SISNANDE, T.; GAVINO-LEOPOLDINO, D.; GUIMARÃES-ANDRADE, I.P.; CRUZ, F.F.; ASSUNÇÃO-MIRANDA, I.; MENDONÇA, S.C.; LEITÃO, G.G.; SIMAS, R.C. MOHANA-BORGES, R.; LEITÃO, S.G.; ALLONSO, D. Antiviral, Cytoprotective, and Anti-Inflammatory Effect of *Ampelozizyphus amazonicus* Ducke Ethanolic Wood Extract on Chikungunya Virus Infection. **Viruses**, v.15, p. 22-32, 2023.

SANTOS, M.B.V. dos; OLIVEIRA, A.B. de; MOURÃO, R.H.V. Brazilian plants with antimalarial activity: A review of the period from 2011 to 2022. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 322, p. 1-24, 2024.

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.

SILVEIRA, M. **Vegetação e flora das campinaranas do sudoeste amazônico (JU-008)**. Relatório Técnico. Rio Branco, 2003, 26p.

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.

WESLEY-SMITH, J.; PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P.; WALTERS, C. The Effects of Two Drying Rates on the Desiccation Tolerance of Embryonic Axes of Recalcitrant Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.) Seeds. **Annals of Botany**, v. 88, p. 653-664, 2001.

ZANCA, S.S.; COSTA, R.C.; NUNEZ, C.V. In Vitro Callus Induction of *Duroia Macrophylla* Huber, Chemical Prospection and Biotechnological Potentialities of Its Extracts. **Scientific Pages Botany**. v. 1, 2016.

### PRINCIPAIS CONCLUSÕES E FUTUROS ESTUDOS

Observa-se grande diversidade de espécies florestais pouco conhecidas utilizadas como alimento nas comunidades tradicionais da Reserva Extrativista Riozinho da Liberdade e comunidade do Croa. Alguns moradores alimentam-se de *Perebea tessmannii* e *Pseudolmedia laevis*, em geral, quando estão caçando. Nas árvores destas espécies, apreciadas por diversos animais da floresta, são colocadas “esperas” acima do solo. Quando os animais chegam para se alimentar dos frutos são capturados pelos caçadores. Nas espécies de *Brosimum lactescens* e *Ampelozizyphus amazonicus* e *Duroia* sp., não existe o consumo frequente das plantas. Mesmo contexto existe para as espécies *Attalea* sp., *Astrocaryum murumuru*, *Aiphanes* sp., *Chelyocarpus* sp., *Carica spinosa*, *Caryocar glabrum*, *Licania* sp., *Garcinia* sp., *Gurania* sp., *Caryodendron amazonicum*, *Hymenaea courbaril*, *Byrsonima crispera*, *Byrsonima* sp., *Matisia bicolor*, *Guazuma ulmifolia*, *Clidemia* sp., *Bellucia grossularioides*, *Alibertia* sp., *Duroia* sp., *Pouteria* sp., e, para as espécies que não foram identificadas.

As sementes de *Perebea tessmannii*, *Pseudolmedia laevis*, *Ampelozizyphus amazonicus*, *Brosimum lactescens* e *Duroia* sp. possuem comportamento recalcitrante, não sendo possível redução de água das sementes sem que ocorra perda do poder germinativo, corroborando a hipótese que a probabilidade de maior incidência de plantas com sementes com esta característica é maior em regiões tropicais com baixa sazonalidade.

O teste SCR não foi adequado para predizer a tolerância à dessecação de *Perebea tessmannii* e *Pseudolmedia laevis* e *Duroia* sp. Assim, existem espécies recalcitrantes dispersando nos períodos secos. Essas características das sementes podem possuir adaptações diferenciadas que garantam a germinação e estabelecimento da espécie no ambiente, possuindo estratégias de germinação não convencionais.

Com exceção de *Duroia* sp., todas as plantas estudadas possuem sementes com alta umidade durante a dispersão; e com exceção de *Ampelozizyphus amazonicus*, possuem tegumentos finos. Porém, mesmo assim, para *Perebea tessmannii* e *Pseudolmedia laevis*, são indicados tratamentos que

escarificam o tegumento das sementes para a diminuição do tempo de germinação em testes laboratoriais.

São necessários que outros estudos sejam realizados para responder às seguintes perguntas: Qual o nível de recalcitrância existente nas sementes de cada espécie estudada? Qual a relação existente entre o tegumento e o endosperma das sementes que impede o teste SCR de identificar de forma correta a classificação fisiológica? Qual o grau de maturidade das sementes das espécies que tiveram baixo índice de germinação? Essas espécies estudadas possuem embrião visível? Qual seu formato? Essas são questões que surgiram após os resultados obtidos nesta pesquisa e que são fundamentais para continuar o entendimento sobre essas sementes e quais as melhores formas de armazenamento.

## **Documentos legais de autorização de pesquisa**

A pesquisa foi aprovada pelo Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio) com documentação autorizando a pesquisa na Resex (Anexo 1). O projeto foi cadastrado e aprovado no Sistema de Gestão do Patrimônio Genético e Conhecimento Tradicional Associado, com Cadastro nº A046235 (Anexo 2).

## ANEXOS 1 e 2



Ministério do Meio Ambiente - MMA

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio

Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 89133-1	Data da Emissão: 29/06/2023 17:17:30	Data da Revalidação*: 29/06/2024
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Francesca Salla	CPF: 523.077.272-72
Título do Projeto: Solicitar autorização para realizar pesquisa socioambiental sobre conservação de sementes na Reserva Extrativista do Riozinho da Liberdade, bem como marcação de matrizes produtoras de sementes, coleta de material botânico (em especial sementes) de espécies de plantas alimentícias não convencionais para a realização de testes laboratoriais sobre fisiologia de sementes e armazenamento (área de tecnologia de sementes).	
Nome da Instituição: Fundação Universidade Federal do Acre	CNPJ: 04.071.106/0001-37

#### Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Diagnóstico	07/2023	02/2024
2	Localização e mapeamento de espécies com potencial alimentício	07/2023	02/2024
3	Identificação botânica	07/2023	07/2024
4	Caracterização inicial do lote de sementes	08/2023	08/2024
5	Armazenamento	08/2023	10/2024
6	Classificação fisiológica quanto ao armazenamento	08/2023	10/2024
7	Coleta e beneficiamento de sementes	08/2023	08/2025
8	Análise dos resultados	08/2024	01/2025

#### Observações e ressalvas

1	Todos os membros da equipe de pesquisa devem estar cientes das recomendações e boas práticas a serem seguidas neste momento de emergência zoonosária no Brasil devido à gripe aviária. Informe-se na página do CEMAVE na Internet: <a href="https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cemave/destaques/gripe-aviaria/gripe-aviaria-1">https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cemave/destaques/gripe-aviaria/gripe-aviaria-1</a> .
2	Deve-se observar as as recomendações de prevenção contra a COVID-19 das autoridades sanitárias locais e das Unidades de Conservação a serem acessadas.
3	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
4	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
5	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
6	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Portaria ICMBio nº 748/2022, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em <a href="http://www.mma.gov.br/cgen">www.mma.gov.br/cgen</a> .
8	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 0891330120230629

Página 1/6





Ministério do Meio Ambiente - MMA  
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 89133-1	Data da Emissão: 29/06/2023 17:17:30	Data da Revalidação: 29/06/2024
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Francesca Salla	CPF: 523.077.272-72
Título do Projeto: Solicitar autorização para realizar pesquisa socioambiental sobre conservação de sementes na Reserva Extrativista do Riozinho da Liberdade, bem como marcação de matrizes produtoras de sementes, coleta de material botânico (em especial sementes) de espécies de plantas alimentícias não convencionais para a realização de testes laboratoriais sobre fisiologia de sementes e armazenamento (área de tecnologia de sementes).	
Nome da Instituição: Fundação Universidade Federal do Acre	CNPJ: 04.071.106/0001-37

#### Observações e ressalvas

9	Esta autorização NÃO exige o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
10	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infraestrutura da unidade.
11	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.

#### Outras ressalvas

1	I) Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em: ( <a href="https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/patrimonio-genetico">https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/patrimonio-genetico</a> )  II) A pesquisa será apreciada pelo Conselho Deliberativo da RESEX, ficando o ICMBio (NGI Cruzeiro do Sul) no direito de suspensão da autorização em caso de objeção por parte desse colegiado.  III) A autorização em questão não exige a pesquisadora de apresentar o projeto às comunidades envolvidas visando aprovação das lideranças e entidades associativas locais.	RESEX Riozinho da Liberdade
---	---	-----------------------------

#### Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Descrição do local	Município-UF	Bioma	Caverna?	Tipo
1	Reserva Extrativista Riozinho da Liberdade	AC	Amazônia	Não	Dentro de UC Federal

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 0891330120230629

Página 2/6





### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 89133-1	Data da Emissão: 29/06/2023 17:17:30	Data da Revalidação*: 29/06/2024
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Francesca Salla	CPF: 523.077.272-72
Título do Projeto: Solicitar autorização para realizar pesquisa socioambiental sobre conservação de sementes na Reserva Extrativista do Riozinho da Liberdade, bem como marcação de matrizes produtoras de sementes, coleta de material botânico (em especial sementes) de espécies de plantas alimentícias não convencionais para a realização de testes laboratoriais sobre fisiologia de sementes e armazenamento (área de tecnologia de sementes).	
Nome da Instituição: Fundação Universidade Federal do Acre	CNPJ: 04.071.106/0001-37

#### Atividades

#	Atividade	Grupo de Atividade
1	Pesquisa socioambiental em UC federal	Dentro de UC Federal
2	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Dentro de UC Federal

#### Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxon	Qtde.
1	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Endopleura uchi	-
2	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Bixa orellana	-
3	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Hymenaea courbaril	-
4	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Matisia cordata	-
5	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Spondias mombin	-
6	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Theobroma speciosum	-
7	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Annona muricata	-
8	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Inga alba	-
9	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Platonia insignis	-
10	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Matisia cordata	-
11	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Pseudolmedia laevis	-
12	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Clarisia racemosa	-

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 0891330120230629

Página 3/6



Ministério do Meio Ambiente - MMA

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio

Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 89133-1	Data da Emissão: 29/06/2023 17:17:30	Data da Revalidação*: 29/06/2024
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Francesca Salla	CPF: 523.077.272-72
Título do Projeto: Solicitar autorização para realizar pesquisa socioambiental sobre conservação de sementes na Reserva Extrativista do Riozinho da Liberdade, bem como marcação de matrizes produtoras de sementes, coleta de material botânico (em especial sementes) de espécies de plantas alimentícias não convencionais para a realização de testes laboratoriais sobre fisiologia de sementes e armazenamento (área de tecnologia de sementes).	
Nome da Instituição: Fundação Universidade Federal do Acre	CNPJ: 04.071.106/0001-37

#### Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxon	Qtde.
13	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Jacaratia spinosa	-
14	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Inga barbata	-
15	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Inga nobilis	-
16	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Genipa americana	-
17	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Anacardium giganteum	-
18	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Hymenaea parviflora	-
19	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Byrsonima verbascifolia	-
20	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Perebea guianensis	-

A quantidade prevista só é obrigatória para atividades do tipo "Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ". Essa quantidade abrange uma porção territorial mínima, que pode ser uma Unidade de Conservação Federal ou um Município.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 0891330120230629

Página 4/6



Ministério do Meio Ambiente - MMA

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio

Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 89133-1	Data da Emissão: 29/06/2023 17:17:30	Data da Revalidação*: 29/06/2024
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Francesca Salla	CPF: 523.077.272-72
Título do Projeto: Solicitar autorização para realizar pesquisa socioambiental sobre conservação de sementes na Reserva Extrativista do Riozinho da Liberdade, bem como marcação de matrizes produtoras de sementes, coleta de material botânico (em especial sementes) de espécies de plantas alimentícias não convencionais para a realização de testes laboratoriais sobre fisiologia de sementes e armazenamento (área de tecnologia de sementes).	
Nome da Instituição: Fundação Universidade Federal do Acre	CNPJ: 04.071.106/0001-37

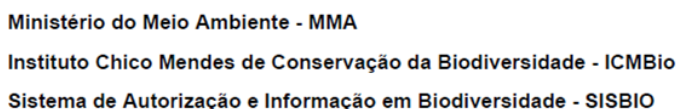
#### Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo destino
1	Fundação Universidade Federal do Acre	Laboratório

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 0891330120230629

Página 5/6



Número: 89133-1	Data da Emissão: 29/06/2023 17:17:30	Data da Revalidação*: 29/06/2024
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Nome: Francesca Salla	CPF: 523.077.272-72
<p>Título do Projeto: Solicitar autorização para realizar pesquisa socioambiental sobre conservação de sementes na Reserva Extrativista do Riozinho da Liberdade, bem como marcação de matrizes produtoras de sementes, coleta de material botânico (em especial sementes) de espécies de plantas alimentícias não convencionais para a realização de testes laboratoriais sobre fisiologia de sementes e armazenamento (área de tecnologia de sementes).</p>	
Nome da Instituição: Fundação Universidade Federal do Acre	CNPJ: 04.071.106/0001-37

De acordo com a Instrução Normativa nº 03/2014, a coleta imprevista de material biológico ou de substrato não contemplado na autorização ou na licença permanente deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião da coleta, devendo esta coleta imprevista ser comunicada por meio do relatório de atividades. O transporte do material biológico ou do substrato deverá ser acompanhado da autorização ou da licença permanente com a devida anotação. O material biológico coletado de forma imprevista, deverá ser destinado à instituição científica e, depositado, preferencialmente, em coleção biológica científica registrada no Cadastro Nacional de Coleções Biológicas (CCBIO).

[illegible]

\* Identificar o espécime do nível taxonômico possível.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

**Código de autenticação: 0891330120230629**

Página 6/6





**Ministério do Meio Ambiente**  
**CONSELHO DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO**

SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL ASSOCIADO

**Certidão**  
**Cadastro nº A046235**

Declaramos, nos termos do art. 41 do Decreto nº 8.772/2016, que o cadastro de acesso ao patrimônio genético ou conhecimento tradicional associado, abaixo identificado e resumido, no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado foi submetido ao procedimento administrativo de verificação e não foi objeto de requerimentos admitidos de verificação de indícios de irregularidades ou, caso tenha sido, o requerimento de verificação não foi acatado pelo CGen.

Número do cadastro:	<b>A046235</b>
Usuário:	<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE</b>
CPF/CNPJ:	<b>04.071.106/0001-37</b>
Objeto do Acesso:	<b>Patrimônio Genético/CTA</b>
Finalidade do Acesso:	<b>Pesquisa</b>

**Espécie**

**Spondias mombin**  
**Platonia insignis**  
**Anacardium giganteum**  
**Annona muricata**  
**Bixa orellana**  
**Hymenaea parviflora**  
**Inga alba**  
**Inga barbata**  
**Inga nobilis**  
**Perebea guianensis**  
**Genipa americana**  
**Byrsonima verbascifolia**  
**Theobroma speciosum**  
**Matisia cordata**  
**Jacaratia spinosa**  
**Endopleura uchi**  
**Clarisia racemosa**  
**Pseudolmedia laevis**  
**Hymenaea courbaril**  
**Perebea tessmannii**  
**Pseudolmedia laevis**

**Fonte do CTA**

**CTA de origem identificável diretamente com provedor**

CTA de origem identificável diretamente com provedor

**Provedor**

Eli Tadeu Neves Moteiro

Alberan Oliveira Costa

Maria Jurgleilza da Costa Monteiro

Antonio José do Nascimento

Maria José da Costa Monteiro

Maria Renilda Santana da Costa

Francisco Edmilson Costa Pereira

Vanessa Carmo Oliveira

José Santana da Costa

Janis Costa Oliveira

Francisco Mauro Barroso da Costa

Claudemir de Oliveira

Marinei Silva do Nascimento

Simão de Souza Barroso

Jose Adailson Pereira dos Santos

Autorização Instituto Chico Mendes da Biodiversidade.

Título da Atividade:

**COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO E POTENCIAL DE ARMAZENAMENTO DE  
SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS ALIMENTÍCIAS DO SUDOESTE DA  
AMAZÔNIA**

**Equipe**

Ildeu Soares Martins

Universidade de Brasília

Bianca Cerqueira Martins

Universidade Federal do Acre

**Resultados Obtidos**

Outros resultados

Data do Cadastro:

07/06/2024 14:10:45

Situação do Cadastro:

Concluído

Conselho de Gestão do Patrimônio Genético  
Situação cadastral conforme consulta ao SisGen em 12:22 de 26/11/2024.



SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO  
DO PATRIMÔNIO GENÉTICO  
E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL  
ASSOCIADO - **SISGEN**