

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE CURITIBANOS
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E FLORESTAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Maria Helena Rosa

Avaliação de metodologia para superação de dormência de pirênios e análise genética de frutos de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari.

Curitibanos, SC

2025

Maria Helena Rosa

Avaliação de metodologia para superação de dormência de pirênios e análise genética de frutos de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari.

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof^ª. Andressa Vasconcelos Flores, Dr^ª.

Curitibanos, SC

2025

Rosa, Maria Helena

Avaliação de metodologia para superação de dormência de pirênios e análise genética de frutos de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari. / Maria Helena Rosa ; orientador, Andressa Vasconcelos Flores, 2025.

58 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, Graduação em Engenharia Florestal, Curitibanos, 2025.

Inclui referências.

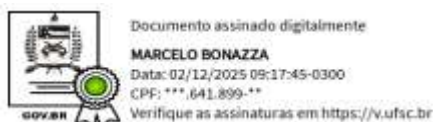
1. Engenharia Florestal. 2. Butiá. 3. Análise Genética. 4. Dormência . I. Flores, Andressa Vasconcelos. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Florestal. III. Título.

Maria Helena Rosa

Avaliação de metodologia para superação de dormência de pirênios e análise genética de frutos de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari.

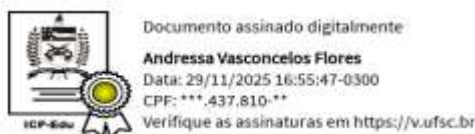
Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Engenharia Florestal” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Florestal

Curitiba, 13 de novembro de 2025.

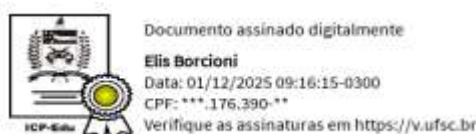


Prof. Marcelo Bonazza, Dr.
Coordenador do Curso de Engenharia Florestal

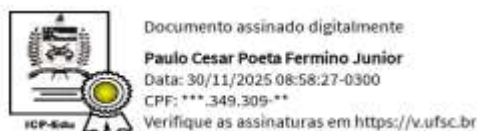
Banca Examinadora:



Prof^a. Andressa Vasconcelos Flores, Dr^a.
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof^a. Elis Borcioni, Dr^a.
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Paulo Cesar Poeta Fermino Junior, Dr.
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado à minha família, em especial aos meus pais, Juanita Aparecida Goeten e Juliano Rosa, minhas maiores razões de existir. Vocês são minha inspiração, meu alicerce e a força que me guia todos os dias.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, fonte de toda sabedoria e força, por me guiar e iluminar meus caminhos. Agradeço também a Nossa Senhora Aparecida, minha protetora e intercessora, por velar por mim, abençoar minha família e me conceder coragem e perseverança para chegar até este momento.

A minha família, especialmente minha mãe Juanita Aparecida Goeten e meu pai Juliano Rosa, obrigada pela vida e pelo apoio incondicional. Ao meu companheiro Lucas, obrigada por estar comigo na vida e na realização do meu trabalho.

Quero expressar minha profunda gratidão a todos os servidores e técnicos de laboratório, cuja dedicação e apoio foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Aos professores, agradeço a paciência e os conhecimentos compartilhados, essenciais para o meu crescimento acadêmico.

As minhas amigas Nayara e Ingrid, meu agradecimento especial pelo incentivo constante, pela ajuda nas horas difíceis e pela companhia durante toda a realização do meu TCC. Sem vocês, essa jornada teria sido muito mais desafiadora.

A minha orientadora Prof^a Andressa, agradeço a orientação e amizade, juntas construímos uma jornada incrível, com um propósito maravilhoso.

A todos que me ajudaram de alguma forma, com coletas, beneficiamento, avaliações, e em todos os processos da minha vida acadêmica, muito obrigada!

RESUMO

Butia eriospatha (Martius ex Drude) Beccari, é uma palmeira nativa da Mata Atlântica, ameaçada de extinção, que apresenta grande importância ambiental e múltiplos usos, sendo popularmente conhecida por denominações como butiá-da-serra, macuma, butiá-veludo e butiazeiro. A propagação de *B. eriospatha* por meio de sementes apresenta-se limitada, devido à presença de dormência e baixa taxa de germinação. Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar uma metodologia para superação da dormência de pirênios provenientes de 10 matrizes de *B. eriospatha*, além de realizar a análise de dissimilaridade genética para compreender possíveis variações nas características dos frutos, pirênios e sementes das matrizes. Desta forma, foram coletados aproximadamente 120 frutos de 10 diferentes matrizes, distanciadas a cada 100 m, no município de Curitiba – SC. Foram realizadas análises biométricas, com medições de diâmetro longitudinal (DL), diâmetro equatorial (DE) e peso em 20 frutos de cada matriz, para posterior análises genéticas. Para a avaliação da metodologia para superação da dormência, foram colocados em caixa gerbox, com areia autoclavada, 25 pirênios, que foram secos por 7 dias após o beneficiamento. Estas gerboxes foram alocadas em uma estufa BOD, a 40°C com fotoperíodo de 12 h por 21 dias e, posteriormente, a temperatura foi alterada para 30°C por 49 dias. O experimento foi avaliado por 70 dias, considerando-se emerso, o pirênio com emissão do pecíolo cotiledonar. A contabilização da emergência foi encerrada quando os dados de 5 dias anteriores não tiveram alterações. Para as análises genéticas, foram avaliados os coeficientes de repetibilidade e de determinação, e para as análises estatísticas, foram calculados a porcentagem de emergência (%E), o índice de velocidade de emissão (IVE) e frequência relativa (FR). Conclui-se que a análise genética das matrizes de *B. eriospatha* indica ampla variabilidade genética, com baixa influência ambiental. O método CPCV (componentes principais com base na matriz de covariância) indicou que entre 3 e 8 repetições, dependendo da característica, garantem precisão adequada para as avaliações. Características como o diâmetro equatorial e o diâmetro longitudinal de frutos, pirênios e sementes demonstram alta repetibilidade das características ao longo dos ciclos, enquanto o peso apresentou maior influência ambiental. As matrizes Neca, Maria 3 e Jussara apresentaram maior distanciamento genético, fundamentada nos dados morfológicos referente a frutos, pirênios e sementes, respectivamente. Com relação a porcentagem de emergência (%E), destacaram-se as matrizes Maicon (87%), Lurdes (71%) e Neca (51%), que também apresentaram o maior índice de velocidade de emergência (IVE). A avaliação da frequência relativa demonstra que as matrizes Maicon e Lurdes apresentaram um padrão de emergência sincronizado entre os dias 15 e 30, enquanto a matriz Neca demonstrou emergência contínua entre os dias 15 e 70. Diante do exposto, recomenda-se a seleção das matrizes Neca, Maria 3, Jussara, Maicon e Lurdes para futuros programas de melhoramento genético, considerando sua elevada variabilidade genética e desempenho superior no quesito superação da dormência.

Palavras-chave: Butiá. Emissão. Variabilidade genética.

ABSTRACT

Butia eriospatha (Martius ex Drude) Beccari is a palm tree native to the Atlantic Forest that is threatened with extinction. It is of great environmental importance and has multiple uses, being popularly known by names such as butiá-da-serra, macuma, butiá-veludo and butiazeiro. The propagation of *B. eriospatha* through seeds is limited due to dormancy and low germination rates. Given this context, the objective of this study was to evaluate a methodology for overcoming the dormancy of pyrenes from 10 *B. eriospatha* matrices, in addition to performing genetic dissimilarity analysis to understand possible variations in the characteristics of the fruits, pyrenes, and seeds of the matrices. Approximately 120 fruits were collected from 10 different matrices, spaced 100 m apart, in the municipality of Curitiba, Santa Catarina. Biometric analyses were performed, measuring the longitudinal diameter (LD), equatorial diameter (ED) and weight of 20 fruits from each matrix for subsequent genetic analysis. To evaluate the methodology for overcoming dormancy, 25 pyrenes were placed in a gerbox box with autoclaved sand and dried for 7 days after processing. These gerbox boxes were placed in a BOD greenhouse at 40°C with a 12-hour photoperiod for 21 days, and then the temperature was changed to 30°C for 49 days. The experiment was evaluated for 70 days, considering the pyrenium with cotyledon petiole emission to be emerged. The emergence count was terminated when the data from the previous 5 days showed no changes. For genetic analyses, the repeatability and determination coefficients were evaluated, and for statistical analyses, the emergence percentage (%E), emission speed index (IVE), and relative frequency (FR) were calculated. It was concluded that the genetic analysis of *B. eriospatha* matrices indicates wide genetic variability, with low environmental influence. The CPCV method (principal components based on the covariance matrix) indicated that between 3 and 8 replicates, depending on the trait, ensure adequate precision for the evaluations. Traits such as equatorial diameter and longitudinal diameter of fruits, pyrenes, and seeds show high repeatability of traits across cycles, while weight showed greater environmental influence. The Neca, Maria 3 and Jussara matrices showed greater genetic distance, based on morphological data referring to fruits, pyrenes and seeds, respectively. With regard to the emergence percentage (%E), the Maicon (87%), Lurdes (71%) and Neca (51%) matrices stood out, which also presented the highest emergence speed index (IVE). The relative frequency assessment shows that the Maicon and Lurdes matrices presented a synchronised emergence pattern between days 15 and 30, while the Neca matrix showed continuous emergence between days 15 and 70. In view of the above, it is recommended that the Neca, Maria 3, Jussara, Maicon and Lurdes matrices be selected for future genetic improvement programmes, considering their high genetic variability and superior performance in overcoming dormancy.

Keywords: Butiá. Emission. Genetic variability.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	OBJETIVOS	10
1.1.1	Objetivo Geral.....	10
1.1.2	Objetivos Específicos	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	ESPÉCIE <i>Butia eriospatha</i> (Martius ex Drude) Beccari.....	11
2.2	SELEÇÃO DAS MATRIZES	14
2.3	BIOMETRIA DE FRUTOS E SEMENTES	15
2.5	DORMÊNCIA EM SEMENTES DE <i>Butia eriospatha</i> (Martius ex Drude) Beccari	17
3	METODOLOGIA.....	21
3.1	CARACTERIZAÇÃO DAS MATRIZES E MATERIAL VEGETAL	21
3.2	CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA DE FRUTOS, PIRÊNIOS E SEMENTES	23
3.3	ANÁLISE GENÉTICA	24
3.4	DETERMINAÇÃO DE TEOR DE ÁGUA E AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE METODOLOGIA PARA A SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA DE DIFERENTES MATRIZES	25
3.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1	ANÁLISE GENÉTICA	30
4.2	AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE METODOLOGIA DE SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DE DIFERENTES MATRIZES.....	40
5	CONCLUSÃO.....	45
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
	REFERÊNCIAS.....	47

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari, pertencente à família Arecaceae, é uma palmeira nativa da Mata Atlântica, com distribuição predominante nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, na região sul do Brasil (Lorenzi, 2010; Mapa, 2021).

Popularmente conhecida como butiá-da-serra, butiá-veludo, macuma ou butiazeiro, a espécie possui elevado valor ornamental, sendo amplamente empregada em projetos paisagísticos (Fischer *et al.*, 2007). Além disso, os frutos maduros são consumidos *in natura* e utilizados para a produção de sucos, geleias e bebidas alcoólicas, contribuindo também para a alimentação da fauna silvestre (Buttow *et al.*, 2009; Sampaio, 2011). O estipe do *B. eriospatha* é utilizado em construções rústicas, enquanto suas fibras são aproveitadas na fabricação de chapéus, cestos, cordas e enchimentos para colchões e estofados (Maurmann, 2010; Sampaio, 2011).

Esta espécie é adaptada a ambientes com alta incidência de luz solar (Pinheiro, 2014) e ocorre em áreas economicamente sustentáveis, frequentemente associadas à agropecuária, como pastagens, estando vinculada a sistemas produtivos tradicionais (Nazareno; Reis, 2013). Contudo, a conversão dessas áreas naturais em lavouras e monoculturas com espécies exóticas tem provocado acentuada perda e fragmentação do habitat (Nazareno, 2013). A presença de gado compromete a regeneração natural do *B. eriospatha* em virtude do intenso herbivorismo sobre plântulas e indivíduos jovens (Nazareno; Reis, 2013). Além disso, práticas predatórias, como a coleta excessiva de frutos e o comércio ilegal de exemplares adultos, intensificam o declínio populacional da espécie (Nazareno, 2013).

Devido à sua ocorrência em ecossistemas vulneráveis e à crescente pressão antrópica sobre seu habitat, *B. eriospatha* encontra-se classificada como vulnerável segundo a Lista Vermelha da International Union for Conservation of Nature (IUCN, 1998), mantendo essa categorização em 2025. No Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (IFFSC), a espécie é apontada como ameaçada de extinção (Gasper *et al.*, 2013). Além das ameaças externas, a espécie apresenta restrições naturais à reprodução, tais como elevadas predações de frutos e sementes, dormência das sementes, baixa taxa e lenta germinação, bem como baixa produção de sementes viáveis, dificultando a propagação natural (Carpenter, 1988).

A dormência das sementes, possivelmente dupla, associada a um longo período germinativo, constitui um dos principais entraves à reprodução do *B. eriospatha* e à produção em larga escala de mudas para o mercado consumidor (Santos, 2017). Diante desse cenário,

diversos métodos têm sido estudados para desenvolver protocolos eficientes de superação da dormência, redução no tempo de germinação e viabilização da produção em quantidade adequada, favorecendo a recuperação das populações naturais.

No âmbito desses estudos, Schlindwein e Toniato (2010) propuseram uma metodologia para superar a dormência de pirênios de *Butia odorata*, espécie relacionada, por meio do controle térmico: exposição a 40°C por 21 dias seguida por 30°C por 40 dias, o que resultou em taxas de germinação de até 70% em 70 dias. Essa técnica evidencia o potencial de tratamentos térmicos para superar a dormência e acelerar a germinação em *Butia* spp.

Além disso, a variabilidade na germinação e no vigor inicial das plântulas está associada à diversidade genética das matrizes parentais. Estudos com *Hymenaea martiana*, *Hymenaea courbaril* e *Bertholletia excelsa* demonstram que, embora algumas espécies apresentem homogeneidade genética interna, outras manifestam elevada variabilidade entre progênies, o que afeta diretamente a produtividade das mudas e exige a seleção criteriosa de matrizes promissoras para programas de melhoramento (Melchior *et al.*, 2006; Ganga *et al.*, 2010).

Considerando a ameaça de *B. eriospatha* e suas limitações reprodutivas naturais, a implementação de testes genéticos para investigar sua variabilidade torna-se essencial para a conservação e para a seleção de genótipos superiores, com características desejáveis para recombinação genética. Para tanto, é fundamental determinar o número adequado de medições, como de frutos, pirênios e sementes por material genético coletado, tendo em vista os altos custos e a complexidade operacional na coleta (Manfio *et al.*, 2011; Cornacchia *et al.*, 1995). A caracterização da diversidade genética entre indivíduos subsidia a identificação de genótipos promissores e a escolha criteriosa de genitores para a formação de populações segregantes, etapa crítica nos programas de melhoramento (Bezerra Neto *et al.*, 2010; Bertan *et al.*, 2006).

Complementarmente, a pesquisa e o desenvolvimento de técnicas para superar a dormência e acelerar a germinação são estratégicos para assegurar a reprodução assistida da espécie, cujas sementes são o principal meio natural de propagação. Essa propagação assistida, pode facilitar a multiplicação em viveiros, aumentando a disponibilidade de mudas para fins de restauração ambiental e paisagismo, contribuindo para a regeneração de áreas degradadas e a conservação dos ecossistemas locais.

Portanto, os avanços nas técnicas de multiplicação e a seleção genética sustentam a conservação *ex situ* e a recuperação populacional de *B. eriospatha*, espécie de relevante importância ecológica, econômica e cultural na Mata Atlântica.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desse trabalho foi avaliar uma metodologia para superação da dormência de pirênios de *B. eriospatha*, além de realizar a análise de dissimilaridade genética para compreender possíveis variações nas características dos frutos, pirênios e sementes entre as matrizes.

1.1.2 Objetivos Específicos

Realizar a análise de divergência genética das matrizes e as características dos frutos, pirênios e sementes destas.

Verificar qual dos métodos utilizados é o mais adequado para estimar um número de repetições.

Determinar quais características dos frutos, pirênios e sementes sofrem maior influência ambiental.

Estimar a porcentagem de emergência (%E), índice de velocidade de emergência (IVE) e frequência relativa (FR) das matrizes.

Identificar quais matrizes apresentam taxa de emergência acima de 50% e velocidade de emergência

Identificar matrizes para futuros programas de melhoramento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ESPÉCIE *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari

A família Arecaceae é composta por um grupo de espécies comumente denominadas palmeiras (Lorenzi, 1996). Esta família possui 2.522 espécies e 252 gêneros, formando um dos principais troncos evolutivos das monocotiledôneas, (Dransfield, *et al.*, 2008). Dentre estes gêneros, encontra-se o *Butia* Becc., o qual é distribuído na América do Sul com ocorrência no Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina (Eslabão *et al.*, 2017). Apesar da relevância ecológica e econômica dessas plantas, ainda não se observa consenso entre os taxonomistas quanto ao número exato de espécies pertencentes a este gênero, existindo registros que apontam entre 20 a 24 espécies reconhecidas (Sant’anna-Santos, 2021).

No contexto do gênero *Butia*, a espécie *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari merece especial atenção, sendo popularmente conhecida por denominações como butiá-da-serra, macuma, butiá-veludo e butiazeiro (Fischer *et al.*, 2007). Trata-se de uma espécie nativa da Mata Atlântica que ocorre preferencialmente em áreas de Floresta Ombrófila Mista e formações campestres, com crescimento situado em altitudes entre 800 e 900 metros (Stehmann *et al.*, 2009; Sampaio, 2011). A International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2025) classifica *B. eriospatha* como espécie vulnerável, enfatizando a necessidade premente de desenvolvimento de estratégias de conservação eficazes para garantir a sua preservação a longo prazo.

A propagação de *B. eriospatha* por meio de sementes apresenta-se limitada, devido à presença de dormência e baixa taxa de germinação que geralmente não ultrapassa 20% (Lorenzi *et al.*, 2010). Além disso, a germinação da espécie caracteriza-se por ser notavelmente lenta, podendo prolongar-se por períodos que variam entre meses e até anos, conforme relatado por Meerow e Broschat (1991). Essas dificuldades inerentes à reprodução natural impõem desafios significativos para a obtenção de mudas em larga escala, o que torna fundamental a investigação e o desenvolvimento de técnicas que possam otimizar a propagação e viabilizar programas de recuperação e manejo da espécie.

A morfologia de *B. eriospatha* evidencia características típicas das palmeiras, conforme a figura 1, apresentando estipe simples, com altura variando entre 3 a 6 metros e um diâmetro aproximado de 50 centímetros (Minardi, 2011). As folhas são pinadas, apresentando coloração que varia entre azul e verde, atingindo comprimentos superiores a 1 metro. Os

pecíolos exibem dentes ou espinhos que, embora presentes, são relativamente frágeis ou estreitos (Reitz, 1974). As inflorescências são ramificadas, contendo flores masculinas e femininas em estruturas distintas, o que sugere um sistema reprodutivo dicogâmico (Minardi, 2011).

Figura 1 – Descrição morfológica da espécie *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari



Fonte: A autora (2025)

Legenda: A) Indivíduo da espécie com caule simples, do tipo estipe, ereto; B) Folhas pinadas, com coloração azul-esverdeadas, apresentando 1 m ou mais de comprimento; C) Inflorescência ramificada, possuindo flores masculinas e femininas; D) Frutos globosos, com mesocarpo de sabor adocicado e epicarpo apresentando coloração amarela, indicando a maturação dos Frutos; E) Endocarpo (Pirênio), camada mais interna do Fruto, que apresenta um revestimento duro, lignificado e impermeável ao ar e água.; F) Sementes alongadas com coloração marrom-acinzentada, e envoltas por endocarpo (Pirênio).

Os frutos de *B. eriospatha* são suculentos, globosos, com mesocarpo caracterizado por sabor adocicado, aspecto que contribui para a atração de dispersores naturais (Buttow *et al.*, 2009). O epicarpo dos frutos maduros apresenta coloração amarela, enquanto o número de Sementes por Fruto varia entre uma e três, sendo estas alongadas, com comprimento entre 5 mm e 1 cm e coloração marrom acinzentada. As sementes encontram-se envoltas pelo endocarpo, conhecido como pirênio, que constitui a camada mais interna do fruto e apresenta características lignificadas, conferindo resistência mecânica e impermeabilidade ao ar e à

água. O embrião é pequeno, de formato cilíndrico, e está imerso no endosperma nutritivo (Costa; Marchi, 2008).

A conservação de *B. eriospatha* exige não apenas o conhecimento detalhado de sua biologia e ecologia, como também o desenvolvimento de métodos adequados para sua multiplicação e manejo em ambientes naturais e antrópicos. As estratégias de conservação *in situ* devem ser complementadas por programas de restauração e bancos genéticos *ex situ*, considerando a importância desta espécie para a biodiversidade regional, bem como seu potencial uso em projetos de paisagismo e recuperação ambiental. Ademais, estudos sobre suas interações ecológicas, especialmente dispersão de sementes e polinização, poderão contribuir para o entendimento dos mecanismos que influenciam sua regeneração natural, auxiliando no delineamento de medidas conservacionistas mais eficientes.

Além de suas características ornamentais, *B. eriospatha* apresenta diversos usos econômicos e culturais que reforçam sua importância para as comunidades do sul da América do Sul. O caule da palmeira é tradicionalmente utilizado na construção de estruturas rústicas devido à sua durabilidade, enquanto as folhas são amplamente empregadas na confecção de artesanatos, incluindo cestos, chapéus, bolsas, cordas e enchimentos para colchões e estofados, aproveitando-se também das fibras naturais (Sampaio, 2011).

Os frutos de *B. eriospatha* são suculentos e de sabor adocicado, sendo consumidos *in natura* e utilizados na elaboração de diversos produtos alimentícios, como sucos, geleias, doces, sorvetes, bolos, mousses e bebidas alcoólicas, especialmente licores e aguardentes aromatizados com o butiá, os quais possuem relevância cultural no sul do Brasil, particularmente no Rio Grande do Sul (Sant'anna-Santos, 2021). Além disso, as sementes do fruto são valorizadas, inclusive por crianças, devido ao sabor e textura semelhantes aos de castanhas, sendo também uma fonte potencial para extração de óleo culinário (Apremavi, 2014).

A exploração insustentável da espécie, o comércio ilegal de plantas adultas, a manipulação e perda de habitats naturais, a introdução de espécies exóticas invasoras de alto valor comercial e a herbivoria intensa sobre plantas e indivíduos jovens, têm provocado um declínio acentuado nas populações naturais de *B. eriospatha*. As populações remanescentes são formadas predominantemente por indivíduos adultos e centenários, o que evidencia uma regeneração natural reduzida (Nazareno, 2013). Essa baixa regeneração está possivelmente relacionada à pressão da herbívora, que prejudica o desenvolvimento e a sobrevivência das plântulas e indivíduos juvenis, comprometendo seu crescimento até a maturidade. Em função

desses fatores, a espécie encontra-se nas listas oficiais de espécies ameaçadas, constando como “em perigo” no Estado do Rio Grande do Sul (CONSEMA, 2003) e classificada como “vulnerável” pela International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2025).

A complexidade do cenário requer a adoção de políticas de manejo sustentável que incorporem tanto a conservação dos habitats naturais quanto o fortalecimento das cadeias produtivas associadas ao uso tradicional da espécie. Estruturas de proteção legal, programas de restauração ecológica e o estímulo à produção sustentável de mudas constituem medidas fundamentais para a manutenção das populações de *B. eriospatha* e dos serviços ecossistêmicos por ela prestados. Ademais, a valorização dos saberes tradicionais associados ao cultivo e uso da espécie pode contribuir para a conservação participativa, garantindo a preservação cultural e ambiental dessa espécie de grande relevância socioeconômica.

2.2 SELEÇÃO DAS MATRIZES

De acordo com a Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003 (Brasil, 2003), a planta matriz é a planta obtida a partir da planta básica, que é a planta original obtida por meio de melhoramento genético, sob controle direto do seu obtentor, mantendo suas características de identidade e pureza genética. A planta matriz funciona como fornecedora de material de propagação, garantindo que esse material mantenha as características genéticas, morfológicas e sanitárias da planta básica da qual provém.

Em estudos relacionados à produção de muda ou superação de dormência, seja para uso de restauração de áreas degradadas, comercialização de mudas ou conservação de recursos genéticos, é fundamental garantir que as sementes possuam boa qualidade (Embrapa, 2013). Isso inclui todos os processos, como a colheita dos frutos, armazenamento, extração e secagem, pois qualquer dano à qualidade das sementes pode afetar diretamente a germinação e, conseqüentemente, a qualidade das mudas produzidas (Nogueira; Medeiros, 2007).

Considerando que plantas da mesma espécie podem possuir fenótipos distintos, é crucial que a colheita dos frutos seja realizada a partir das melhores plantas, as quais apresentam características visíveis ao olho nu, como altura, diâmetro, formato, qualidade das folhas, flores e frutos, sendo também essencial considerar a qualidade dos frutos, como a suculência, o sabor e a quantidade de frutos produzidos por planta (Botezelli *et al.*, 2000).

Segundo Sebbenn (2002) para garantir a diversidade genética adequada no material coletado, o número ideal de matrizes varia entre 20 e 50 indivíduos, dependendo da espécie e da população disponível. Este valor pode ser variável, dependendo se a espécie está ou não

ameaçada de extinção. Além disso, é recomendada uma distância mínima entre as plantas matrizes de 50 a 100 metros para evitar a coleta de indivíduos geneticamente aparentados, ampliando assim a variabilidade genética do material propagativo.

Conforme Nogueira *et al.* (2013), o número de árvores matrizes depende do grupo ecológico da espécie. Para as espécies pioneiras utilizadas em projetos de recuperação ambiental, é recomendado colher sementes em 3 a 4 populações, escolhendo ao acaso 3 a 4 matrizes por população e para espécies secundárias, é recomendado selecionar 1 a 2 populações e escolher de 10 a 20 árvores matrizes ao acaso em cada população. Em seu estudo, Plácido *et al.* 2012, utilizou 10 matrizes de 25 espécies nativas, para a coleta de sementes.

De acordo com Nogueira e Medeiros (2007), a escolha das matrizes deve ser feita de acordo com sua finalidade de uso. No caso de espécies destinadas à restauração de áreas degradadas, o procedimento mais adequado é coletar os frutos de diversas plantas de forma aleatória, sem a seleção baseada em características morfológicas visíveis, garantindo a diversidade genética, enquanto, para espécies ameaçadas de extinção, é recomendado selecionar frutos e sementes de todas as árvores encontradas, independente das características fenotípicas, a fim de preservar a diversidade genética da espécie, pode-se assegurar que o material propagativo seja representativo das populações naturais e contribua para a conservação efetiva desta (EMBRAPA, 2013).

2.3 BIOMETRIA DE FRUTOS E SEMENTES

Uma das ferramentas mais relevantes para a identificação e análise de variabilidade genética de plantas dentro de uma mesma espécie é a biometria dos frutos (Oliveira-Bento, 2012), a qual permite inferir a ação de dispersores, tipo de dispersão e estabelecimento de plântulas (Macedo *et al.*, 2009), além de contribuir em estudos da conservação e busca racional de frutos e sementes (Oliveira-Bento, 2013). O tamanho e peso de frutos e sementes podem ser considerados indicadores de qualidade fisiológica e do desempenho germinativo, fatores que impactam diretamente no estabelecimento de plântulas e na regeneração das espécies (Oliveira-Bento, 2013).

Trabalhos que envolvem biometria são fundamentais, pois fornecem uma base sólida para seleção de plantas em estudos com a mesma espécie e auxiliam na diferenciação de espécies dentro do mesmo gênero, possibilitando subsidiar estratégias de conservação e

direcionamento de pesquisas de melhoramento vegetal que tem como objetivo obter genótipos mais produtivos, com frutos de maior qualidade (Costa *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2017). Portanto, quando há oferta de mudas com maior produtividade, pode-se incentivar produtores a incorporar esta ao seu sistema de produção, promovendo a geração de renda e consequentemente contribuindo para a preservação da espécie (Schlindwein *et al.*, 2019).

A biometria de frutos e sementes permite caracterizar a variabilidade genética e as relações entre morfologia e fatores ambientais, elementos essenciais para programas de melhoramento genético e conservação *in situ* e *ex situ* (Gusmão *et al.*, 2006; Cruz *et al.*, 2001). Estudos recentes demonstram que a análise detalhada dessas características morfológicas pode indicar respostas adaptativas do ambiente quando implementadas em ambientes diferentes, o que é crucial para o sucesso de projetos de restauração florestal e manejo sustentável (Rodrigues *et al.*, 2006; Fontenelle *et al.*, 2007).

Destaca-se também a aplicabilidade das análises biométricas no desenvolvimento de técnicas pré-germinativas e de superação de dormência, otimizando a previsão e o vigor das sementes, fundamentais para o transporte, armazenamento e estabelecimento das mudas (Carvalho; Nakagawa, 2012; Santos *et al.*, 2025). O uso integrado da biometria com tratamentos germinativos tem ampliado a eficácia dos programas de propagação de espécies nativas, colaborando para a recuperação de áreas degradadas e para a segurança alimentar e econômica das comunidades que dependem desses recursos (Gonçalves *et al.*, 2017).

Essa abordagem multidisciplinar propicia também a composição de bancos de germoplasma mais eficientes, garantindo a conservação da diversidade genética e do futuro das espécies nativas em face das mudanças climáticas e pressões antrópicas (Oliveira-Bento, 2013; Diniz; Oliveira, 2022).

2.4 GERMINAÇÃO

A germinação pode ser compreendida sob dois conceitos: o tecnológico e o botânico. O conceito tecnológico pode ser determinado pela formação de uma plântula vigorosa que emergiu sobre algum substrato, e o conceito botânico pode ser determinado quando há emissão do embrião para fora da semente seguido de curvatura da radícula (Carvalho; Nakagawa, 2000; Marcos Filho, 2005).

Do ponto de vista fisiológico, a germinação inicia-se com a embebição, a qual é definida pela absorção de água pela semente. Este processo apresenta uma curva trifásica: na primeira fase ocorre uma rápida absorção de água que hidrata os tecidos; na segunda, a

captação com o início da ativação metabólica e síntese de enzimas; na terceira fase, há uma nova absorção de água associada ao crescimento do eixo embrionário e à protrusão da radícula, a primeira estrutura a emergir da semente (Borghetti, 2004).

Além das barreiras físicas, fatores ambientais desempenham um papel determinante na germinação das sementes. A temperatura, a disponibilidade de água e a presença de oxigênio são condições essenciais sendo que a ausência ou inadequação de qualquer desses elementos pode impedir completamente a germinação. Embora a luz possa modular certos aspectos específicos do metabolismo, não é considerada fator limitante para a germinação de sementes de palmeiras, já que o processo ocorre tanto na presença quanto na ausência de luz, desde que as barreiras físicas e fisiológicas estejam superadas (Marcos Filho, 2005).

A maturação dos Frutos influencia diretamente a qualidade fisiológica das Sementes. A colheita de Frutos maduros geralmente resulta em aumento do vigor e na taxa de germinação das Sementes. Entretanto, a maturação não ocorre de forma homogênea em todos os Frutos, levando a variações no potencial germinativo entre diferentes lotes. Esse fator representa um desafio prático, visto que a dispersão do ponto de maturação pode dificultar a obtenção de Sementes com alto desempenho germinativo (Robinson, 2009).

No caso específico de *B. eriospatha*, a germinação se caracteriza por ser lenta e desuniforme, impactada significativamente pela dormência das Sementes e pela sensibilidade a processos de dessecação e armazenamento. As Sementes dessa espécie são classificadas como recalcitrantes, apresentando baixa tolerância à secagem, sendo críticos os níveis de umidade próximos a 14%, nos quais se observa redução expressiva da viabilidade, e letal o teor em torno de 10%, conforme estudos realizados com métodos de secagem rápida e lenta (Dambros *et al.*, 2024), dados estes consistentes com outras espécies da família Arecaceae (Schlindwein *et al.*, 2013).

2.5 DORMÊNCIA EM SEMENTES DE *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari

A germinação de sementes de palmeiras é frequentemente dificultada pela dormência, um mecanismo adaptativo que impede a germinação de sementes viáveis mesmo sob condições ambientais adequadas. Esse mecanismo é essencial para a sobrevivência natural das espécies, evitando a germinação em épocas desfavoráveis, mas constitui um desafio na produção em larga escala, pois resulta em germinação lenta, heterogênea e

desuniforme, comprometendo o estabelecimento rápido e eficiente das plantas (Baskin; Baskin, 2004; Silveira, 2013; Costa; Marchi, 2008).

A dormência pode ser classificada de duas formas, conforme o momento em que ocorre: primária, instalada na maturação da semente, e secundária: instaurada após a dispersão, e segundo os tecidos envolvidos: endógena (fisiológica, morfológica, morfofisiológica) e exógena (química, mecânica, física) (Harper, 1977; Baskin; Baskin, 2001; Ferreira; Borghetti, 2004).

A dormência endógena do tipo fisiológica é quando o embrião apresenta algum mecanismo fisiológico específico que impede a protusão da raiz primária (Baskin; Baskin, 2001), como exemplo a espécie *Schizolobium parahyba*, em que, embora o embrião esteja formado, a semente permanece dormente devido a processos fisiológicos internos que impedem a germinação imediata mesmo em condições específicas (Souza, 2010). De acordo com Schlindwein *et al.* (2013), sementes da espécie *Butia odorata* possuem dormência fisiológica, mediada por período de secagem, reidratação da semente e exposição a altas temperaturas.

A dormência morfológica, se caracteriza por apresentar sementes em que o embrião não completou o crescimento ou seu desenvolvimento final, ou seja, um embrião imaturo ou subdesenvolvido (Baskin; Baskin, 2001), como exemplo a espécie *Adenantha pavonina L.* (Freitas, 2019).

A dormência morfofisiológica, que além do embrião subdesenvolvido, existe ainda um componente fisiológico que impede a germinação (Baskin; Baskin, 2001), como exemplo a espécie *Ocotea odorifera* que, possui sementes com embrião subdesenvolvido e apresenta também inibidores fisiológicos que impedem a germinação (Souza 2010).

A dormência exógena do tipo química, é causada por inibidores de crescimento presentes no pericarpo. Essa definição é estendida para substâncias produzidas tanto dentro como fora da semente que, translocadas para o embrião, inibiram seu crescimento (Baskin; Baskin 1998).

A dormência mecânica é causada por uma barreira física e rígida, como o endocarpo ou pericarpo, que impede o crescimento do embrião e a sua protusão, (Baskin; Baskin, 2001).

A dormência física, é causada por uma ou mais camadas de células impermeáveis à água, situadas no tegumento ou nos envoltórios da semente em geral. Nesses casos, a hidratação e a conseqüente interrupção da dormência estão relacionadas à formação de aberturas em estruturas anatômicas especializadas (por exemplo, o hilo e a lente), localizadas

na superfície da semente, ocasionando uma diminuição da resistência à entrada de água no seu interior (Baskin; Baskin 2004).

De acordo com o tipo de dormência apresentada, esta pode ser superada por meio de tratamentos específicos, que são importantes para reduzir a heterogeneidade e acelerar a germinação. Entre os métodos mais utilizados para sementes de palmeiras estão a escarificação mecânica, a escarificação química, a estratificação e a alternância de temperatura.

A escarificação mecânica consiste na raspagem ou corte da camada externa dura da semente, facilitando a absorção de água pelo embrião. Esse procedimento é particularmente eficaz para sementes envoltas por endocarpos rígidos, aumentando a taxa de germinação para permitir melhor hidratação (Vieira; Fernandes, 1997; Costa; Marchi, 2008).

A escarificação química consiste na utilização de substâncias químicas, como ácido sulfúrico ou ácido nítrico, para corroer o tegumento impermeável da semente, promovendo a permeabilidade e facilitando a absorção de água. Este método é eficiente para sementes com tegumentos muito duros e impermeáveis, mas deve ser realizado com cuidado para evitar danos ao embrião (Bewley *et al.*, 2013).

A estratificação úmida, por sua vez, consiste na exposição das sementes a baixas temperaturas e alta umidade por determinado período, o que favorece a quebra da dormência morfológica, a promover a atividade metabólica do embrião e melhorar as trocas gasosas (Bewley *et al.*, 2013). Este tratamento é indicado especialmente para espécies que apresentam dormência associada a fatores morfológicos. A alternância de temperatura refere-se à exposição das sementes a ciclos periódicos de temperaturas, geralmente entre 20°C e 30°C, por horas alternadas durante o dia e a noite. Essa temperatura térmica pode estimular a germinação, simulando condições naturais que sinalizam o ambiente favorável para o desenvolvimento da plântula (Costa; Marchi, 2008). Além desses métodos, a imersão em água quente em temperaturas entre 76°C e 100°C por um tempo específico também pode ser empregada para sementes com tegumento impermeável, causando alterações na estrutura da cobertura seminal que facilitam a captação de água (Vieira; Fernandes, 1997).

Estudos realizados com *Butia capitata* evidenciaram que a combinação de tratamentos físicos, principalmente a remoção total do endocarpo ou opérculo, juntamente com escarificação mecânica, aceleram e uniformizam a germinação (Lopes *et al.*, 2011). Segundo Fior *et al.* (2011), a abertura da cavidade embrionária, com retirada total do opérculo

da semente isolada do endocarpo, permitiu germinação média de 90% dos embriões, acelerando significativamente a germinação.

Outro estudo com *B. capitata*, Oliveira (2012) reforça a importância da remoção do endocarpo, mostrando que as sementes sem opérculo apresentaram germinação entre 30 e 80%, enquanto as sementes com opérculo tiveram germinação próxima de zero, evidenciando a barreira física causada pelo tegumento da semente.

Além disso, mesmo que tratamentos isolados com ácido giberélico (GA₃) e embebição em água por períodos específicos não apresentem sempre resultados estatisticamente significativos, são recomendados como pré-tratamentos para promover a superação da dormência fisiológica e aprimorar a taxa de velocidade da germinação (Meerow, 2004; Broschat; Donselman, 1988).

No caso de *Butia odorata*, estudos indicam que a dormência física está presente e pode ser mediada por fatores como períodos de secagem, reidratação da Semente e exposição a altas temperaturas, o que sugere um mecanismo adaptativo para garantir a germinação em condições ambientais afetadas após o verão (Schlindwein *et al.*, 2013). Esse estudo demonstrou que o tratamento mais eficaz para a superação da dormência envolveu uma combinação de pré-aquecimento a 40°C por 21 dias em areia úmida (estratificação quente e umidade), seguida de incubação a 30°C.

Essas descobertas corroboram a hipótese de que a dormência em *B. odorata* está associada a uma combinação de bloqueios fisiológicos e mecânicos, e que a superação da dormência pode ser obtida por meio de tratamentos térmicos e ambientais que mimetizam as condições naturais do habitat da espécie Schlindwein *et al.* (2013).

A espécie *B. eriospatha* exemplifica os desafios associados à propagação via sementes, com baixa taxa de germinação (cerca de 20%) e germinação muito lenta, que pode se estender por meses ou até anos (Lorenzi *et al.*, 2010; Meerow; Broschat, 1991). Estudos realizados avaliando diferentes matrizes da espécie revelaram que o grau de dormência e a eficiência dos métodos para superá-la podem variar significativamente conforme a origem das sementes. Em um trabalho conduzido com a coleta de sementes em oito matrizes, experimentou-se a interação significativa entre matrizes e tratamentos para a porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG), evidenciando que a germinação depende da origem genética do material e dos métodos aplicados (Lima *et al.*, 2022).

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS MATRIZES E MATERIAL VEGETAL

O trabalho foi realizado no Laboratório de Biotecnologia da Universidade Federal de Santa Catarina do *Campus* de Curitibanos. Foram coletados aproximadamente 120 frutos de *B. eriospatha* de cada matriz, durante um período de 30 dias, entre os meses de março e abril de 2023, provindos de dez plantas matrizes, com no mínimo 100 metros de distância entre elas, localizadas na região de Curitibanos – SC (27°16'60" Sul e 50°35'7" Oeste) (IBGE,2025), conforme tabela 1 e figura 2. Cada matriz possui uma identificação relacionada à sua localização, podendo ser o nome do proprietário do local da coleta ou de estabelecimentos próximos, o que facilita o controle e a análise das origens das matrizes.

Tabela 1 – Coordenadas das matrizes de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari na região de Curitibanos – SC

Matriz	Latitude	Longitude
Educação	S 27°17'12.7"	W 50°34'20.5"
Ingrid	S 27°16'41.5"	W 50°32'23.4"
Jussara	S 27°17'47.7"	W 50°34'45.6"
Lurdes	S 27°17'8.82"	W 50°34'50.6"
Maicon	S 27°17'21.2"	W 50°34'11.4"
Maria 1	S 27°11'25.2"	W 50°32'55.7"
Maria 2	S 27°11'39.8"	W 50°33'14.4"
Maria 3	S 27°12'21.7"	W 50°32'35.1"
Neca	S 27°16'53.7"	W 50°34'43.8"
Sila	S 27°16' 46.6"	W 50°34' 31.3"

Fonte: O autor (2025)

Figura 2 – Localização das matrizes de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari na região de Curitibaanos – SC



Fonte: O autor (2025)

As matrizes, para coleta dos frutos, foram selecionadas de acordo com dois critérios: coloração dos frutos amarelo-esverdeados o que representa o ponto de maturação fisiológica (Figura 3) e a ocorrência de queda de alguns frutos do cacho.

Figura 3 – Frutos de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari colhidos no estágio visual de coloração amarelo-esverdeado indicando o ponto de maturação fisiológica



Fonte: O autor (2025)

Após a coleta manual, com auxílio de podão, os frutos foram encaminhados ao laboratório para as análises biométricas, sendo posteriormente, beneficiados por meio do

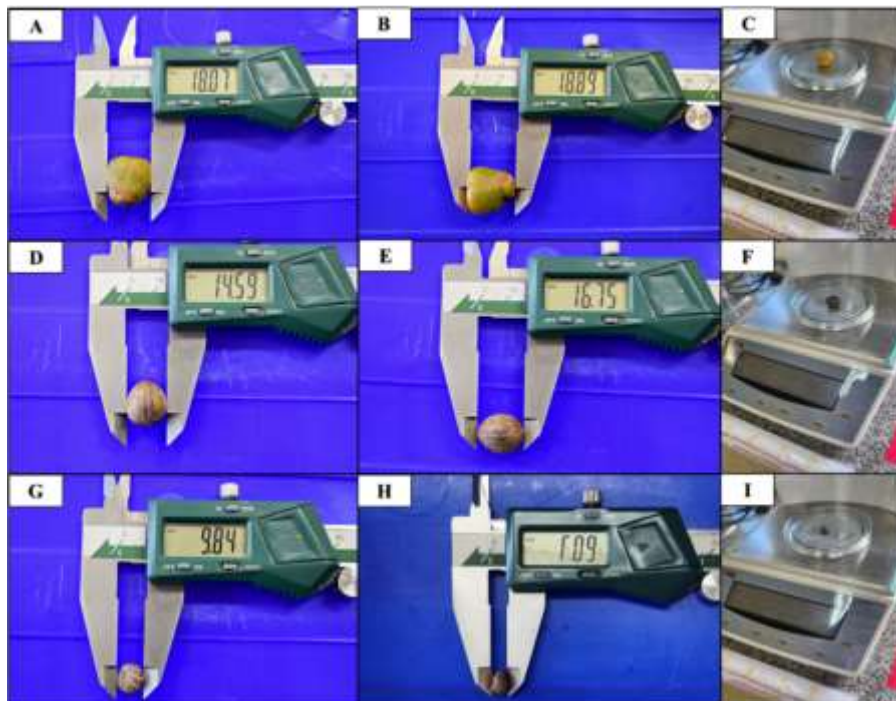
despolpamento manual, onde procedeu-se a remoção do mesocarpo carnosos para a obtenção dos pirênios. Após a obtenção dos pirênios, estes foram submetidos a análises biométricas.

Para obtenção das sementes, os pirênios foram secos a sombra por aproximadamente sete dias, e posteriormente abertos por meio de aplicação de força mecânica gradual, as sementes danificadas foram descartadas.

3.2 CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA DE FRUTOS, PIRÊNIOS E SEMENTES

Para as análises biométricas foram amostrados aleatoriamente 20 frutos de cada matriz, os quais foram mensurados, para obtenção das características diâmetro longitudinal (DL), diâmetro equatorial (DE) com auxílio de paquímetro digital, e precisão de 0,01 mm, e peso dos frutos (P), com auxílio de balança analítica e precisão de 0,0001 g. Posteriormente, foram mensuradas as mesmas características para os pirênios e sementes (Moura *et al.*, 2010) (Figura 4).

Figura 4 – Mensuração das características biométricas de Frutos (A, B, C), Pirênios (D, E, F) e Sementes (G, H, I) de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari



Fonte: O autor (2025)

Legenda: Diâmetro equatorial (A, D e G), diâmetro longitudinal (B, E e H) e peso (C, F e I).

3.3 ANÁLISE GENÉTICA

As estimativas dos coeficientes de repetibilidade foram realizadas por meio de métodos como análise de variância fator único (ANOVA); componentes principais com base na matriz de correlações (CPC) e de covariâncias (CPCV); e análise estrutural (AECov) com base na matriz de covariância.

No método de análise de variância o coeficiente de repetibilidade é estimado por meio dos resultados da mesma, de acordo com o seguinte modelo (1):

$$Y_{ij} = \mu + g_i + a_j \quad (1)$$

Em que:

Y_{ij} : observação referente ao i -ésimo indivíduo na j -ésima medição;

μ : média geral;

g_i : efeito aleatório da i -ésima subamostra sob a influência do ambiente permanente ($i= 1,2,\dots,13$ indivíduos);

a_j : efeito da j -ésima medição ($j=1,2,3$);

ϵ_{ij} : erro experimental associado á observação Y_{ij} .

O coeficiente de repetibilidade mede a maior ou menor capacidade das plantas de repetir a expressão fenotípica de uma determinada característica, e é obtido pela seguinte expressão (2):

$$r = \frac{\text{côv}(Y_{ij})}{\sqrt{\hat{V}(Y_{ij})\hat{V}(Y_{ij})}} = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} = \frac{\sigma_g^2}{\sigma^2 + \sigma_e^2} \quad (2)$$

O coeficiente de determinação, que representa a porcentagem de certeza da predição do valor real dos indivíduos selecionados com base em η medições é obtido pela seguinte expressão (3):

$$R^2 = \eta r / 1 + r (\eta - 1) \quad (3)$$

Após estimado o coeficiente de repetibilidade (r), foi realizada a estimativa do número de medições (η_0) necessárias para predizer o valor real dos indivíduos a diferentes porcentagens de determinação, obtido pela fórmula a seguir (4):

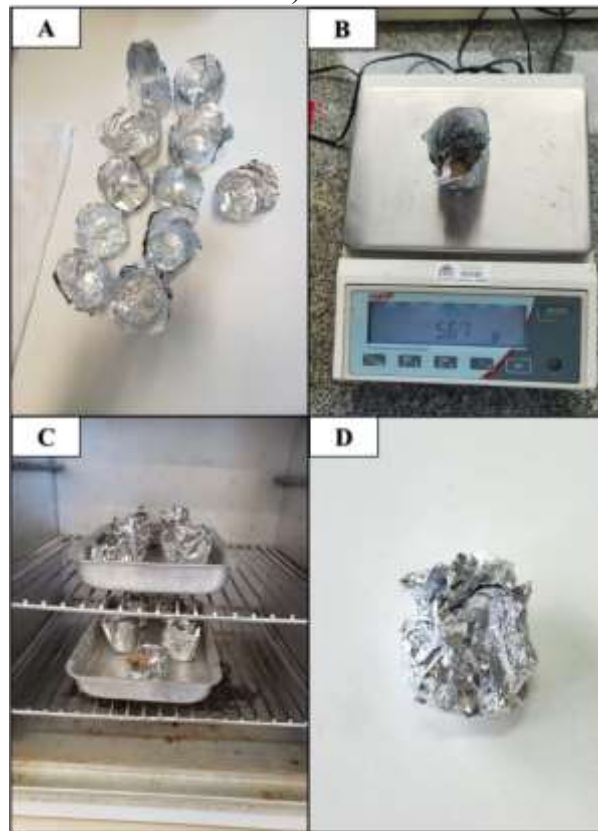
$$\eta_0 = \frac{R^2(1-r^2)}{(1-R^2)r^2} \quad (4)$$

O estudo da dissimilaridade genética entre as matrizes foi realizado utilizando o método de agrupamento UPGMA (Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Averages), que emprega a distância de Mahalanobis. Essa medida adequada é para analisar dados quantitativos, pois considera correlações entre variáveis, proporcionando uma avaliação precisa das diferenças genéticas. A importância relativa de cada característica na análise de dissimilaridade foi quantificada pelo método desenvolvido por Singh (1981). As análises estatísticas foram conduzidas com o auxílio do software GENES.

3.4 DETERMINAÇÃO DE TEOR DE ÁGUA E AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE METODOLOGIA PARA A SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA DE DIFERENTES MATRIZES

Após a mensuração biométrica, os pirênios foram secos a sombra por sete dias, sendo posteriormente, armazenados em sacos plásticos abertos sob temperatura ambiente, até a instalação do experimento. Sete dias antes da instalação do experimento, foi determinado o teor de água dos pirênios segundo metodologia recomendada pelas Regras de Análise de Sementes -RAS, (BRASIL, 2009), sendo utilizadas duas repetições de 5 g de pirênios, para cada matriz, pelo método de estufa a $105^\circ\text{C} \pm 3$ (Figura 5).

Figura 5 – Determinação do teor de umidade de Pirênios de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari



Fonte: O autor (2025)

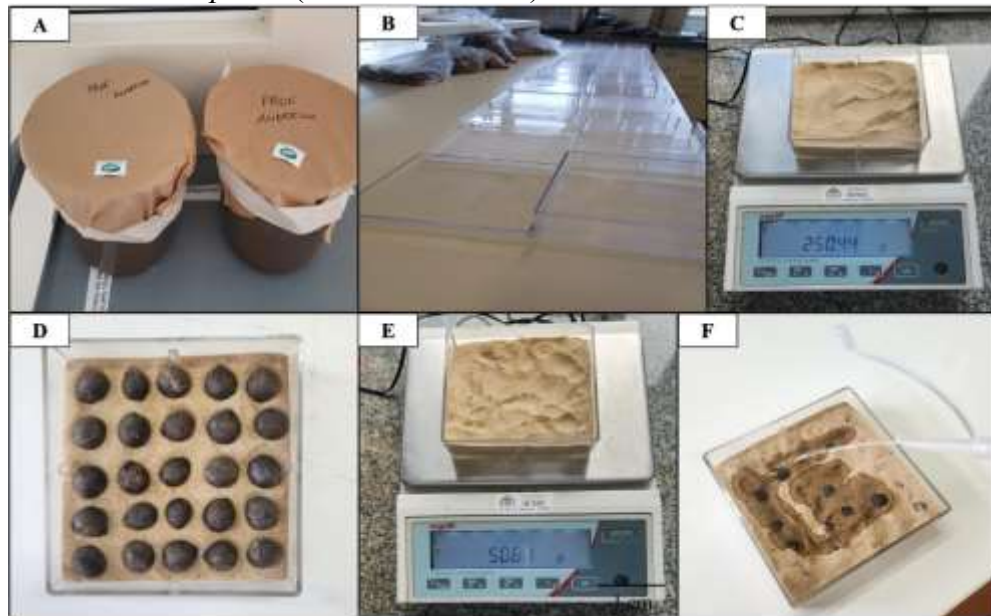
Legenda: A – Recipientes confeccionados com papel alumínio; B- Pesagem de 5 g de Pirênios por repetição; C- Secagem dos Pirênios em estufa a 105° por 24 horas; D- Recipiente fechado para evitar influência do ambiente na umidade dos Pirênios.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo avaliadas 10 matrizes, com quatro repetições de 25 pirênios por tratamento (matriz).

O experimento foi instalado seguindo o método de superação de dormência para a espécie de *Butia odorata*, proposto por Schlindwein e Tonieto (2013). O substrato utilizado foi a areia média, previamente autoclavada, e o recipiente caixa tipo gerbox, sendo utilizadas 300 g de areia por recipiente, onde 250 g foram colocadas no fundo da caixa, em seguida realizada a semeadura dos pirênios e cobertos com 50 g de areia. Após adicionou-se água, com auxílio de uma pisseta graduada, na proporção de 1 mL de água destilada para cada 16 mL de areia, totalizando 18,75 mL de água destilada por recipiente na instalação (Figura 6). Durante a condução do experimento, foi adicionado água quando necessário, a qual era identificada visualmente quando a areia estava seca e os pirênios com coloração fosca (Figura 7). Posteriormente à semeadura, as caixas foram acondicionadas em incubadora BOD (Demanda Bioquímica de Oxigênio) a 40°C com fotoperíodo de 12 h por 21 dias e,

posteriormente, a temperatura foi alterada para 30°C por 49 dias. A contabilização da emergência foi encerrada quando os dados de 5 dias anteriores não tiveram alterações.

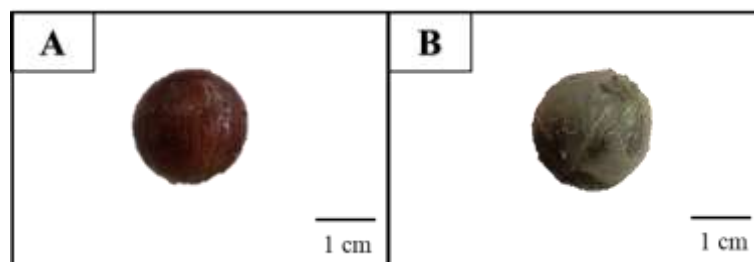
Figura 6 – Instalação do experimento para avaliar a superação de dormência de Pirênios de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari de diferentes matrizes



Fonte: O autor (2025)

Legenda: A – Areia média autoclavada; B – Recipientes tipo gerbox utilizados no experimento; C- Pesagem de 250 g de areia no fundo do recipiente; D – Semeadura de 25 Pirênios por recipiente; E – Pesagem de 50 g de areia sobre os Pirênios; F- Adição de água destilada.

Figura 7 – Coloração e aspecto de Pirênios de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari

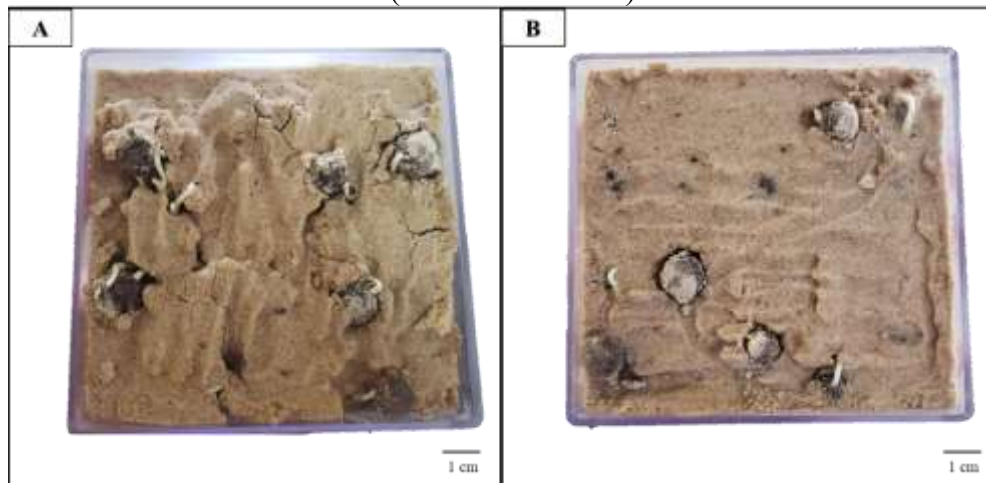


Fonte: O autor (2025)

Legenda: A – Pirênio com coloração marrom, aspecto brilhoso e úmido sem necessidade de adição de água; B – Pirênio com coloração acinzentada, aspecto opaco e fosco, requerendo a adição de água.

O experimento foi avaliado por 70 dias, considerando-se emerso, o Pirênio com emissão do pecíolo cotiledonar (Figura 8).

Figura 8 – Emissão do pecíolo cotiledonar (A e B) em Pirênios de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari



Fonte: O autor (2025)

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise estatística deste estudo, foram calculados a porcentagem de emergência (%E), o índice de velocidade de emergência (IVE) segundo Maguire (1962) e a frequência relativa (FR) conforme Labouriau e Valadares (1976).

A porcentagem de emergência (%E) foi determinada contabilizando-se os pirênios germinados, conforme apresentado na fórmula 5, que expressa a proporção dos Pirênios emergidos em relação ao total de Pirênios submetidos às condições experimentais avaliadas:

$$\%E = (\sum n_i \times N^{-1}) \times 100 \quad (5)$$

Em que:

$\sum n_i$: número total de Pirênios emergidos;

N^{-1} : número de Pirênios postos para emergir;

Para o cálculo de índice de velocidade de emergência – IVE, utilizou-se a fórmula 6:

$$IVE = \sum (n_i/t_i) \quad (6)$$

Em que:

N_i : número de Pirênios que emergiram em cada período 'i';

T_i : tempo (dias) decorrido desde o início do teste até a contagem desse período;

A análise estatística foi realizada por meio de análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SISVAR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE GENÉTICA

Os coeficientes de repetibilidade das características analisadas, encontram-se na tabela 2, variando de 0,00 a 0,99. Valores semelhantes foram observados para a mesma espécie *B. eriospatha* (Jungbluth, 2015), bem como para outras espécies como *Oenocarpus bataua* (Oliveira et al., 2025), *Euterpe edulis* (Senra, 2015) e *Oenocarpus mapora* (Oliveira; Moura, 2010). Esses resultados indicam que a população estudada apresenta ampla variabilidade genética em relação a variabilidade ambiental para as características analisadas, mostrando baixa influência do ambiente e elevada repetibilidade dessas características ao longo dos ciclos.

Tabela 2 – Estimativa dos coeficientes de repetibilidade (r) e de determinação (R²) para características morfológicas de Frutos, Pirênios e Sementes de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari, utilizando os métodos ANOVA (análise de variância fator único), CPCV (componentes principais com base na matriz de covariância), CPC (componentes principais com base na matriz de correlações) e AE (análise estrutural)

Característica	Coefficiente	ANOVA	CPCV	CPC	AE
DLF ⁽¹⁾	R	0,8607	0,873	0,8696	0,8607
	R ²	99,197	99,2778	99,2558	99,197
DEF ⁽²⁾	R	0,8158	0,8359	0,8351	0,8158
	R ²	98,8833	99,028	99,022	98,8833
PF ⁽³⁾	R	0,21	0,8128	0,8562	0,21
	R ²	84,1691	98,8615	99,1672	84,1691
DLP ⁽⁴⁾	R	0,7287	0,7764	0,7491	0,7287
	R ²	98,1721	98,5804	98,3526	98,1721
DEP ⁽⁵⁾	R	0,8213	0,8422	0,8403	0,8213
	R ²	98,9235	99,0721	99,0584	98,9235
PP ⁽⁶⁾	R	0,1323	0,9156	0,7514	0,1323
	R ²	75,298	99,5411	98,3724	75,298
DLS ⁽⁷⁾	R	0,6863	0,7089	0,7025	0,6863
	R ²	97,7659	97,9878	97,9263	97,7659
DES ⁽⁸⁾	R	0,7301	0,7591	0,7398	0,7301
	R ²	98,1855	98,438	98,272	98,1855
PS ⁽⁹⁾	R	0,2078	0,7058	0,7557	0,2078
	R ²	83,989	97,9582	98,4093	83,989

Fonte: O autor (2025)

Legenda: ⁽¹⁾ diâmetro longitudinal do fruto; ⁽²⁾ diâmetro equatorial do fruto; ⁽³⁾ peso do fruto; ⁽⁴⁾ diâmetro longitudinal do pirênio; ⁽⁵⁾ diâmetro equatorial do pirênio; ⁽⁶⁾ peso do pirênio; ⁽⁷⁾ diâmetro longitudinal da semente; ⁽⁸⁾ diâmetro equatorial da semente; ⁽⁹⁾ peso da semente.

Os coeficientes de repetibilidade demonstram que o método CPCV (Componentes principais com base na matriz de covariância) apresenta maiores valores de coeficientes de determinação e melhores estimativas de repetibilidade (Tabela 2). Contudo, para confirmação dessas hipóteses, é necessária a realização de estimativas por um período mínimo de três anos, dado que tal padrão não pode ser captado por outros métodos de análise (Cruz *et al.*, 2012).

Coefficientes elevados utilizando o método CPCV também foram registrados para a mesma espécie *B. eriospatha* (Jungbluth, 2015) e outras, como *Euterpe edulis*, *Oenocarpus bacaba* e *Acrocomia aculeata*, conforme estudos realizados em fragmentos florestais e sistemas de produção (Senra, 2015; Souza, 2012). Esses resultados confirmam que o método CPCV é eficiente para gerar estimativas confiáveis do coeficiente de repetibilidade, sendo notório como base para a discussão dos resultados.

As características DLF, DLP, DLS (Diâmetro Longitudinal do Fruto, Pirênio e Semente) e DEF, DEP, DES (Diâmetro Equatorial do Fruto, Pirênio e Semente), apresentadas na tabela 2, incluíram coeficientes de repetibilidade considerados aceitáveis (acima de 0,6),

valores relatados para *B. eriospatha* (Jungbluth, 2015), *Bertholletia excelsa* (Santos *et al.*, 2024) e *Acrocomia aculeata* (Souza *et al.*, 2023). Considerando a elevada magnitude desses coeficientes, tais características podem ser mantidas nos programas de seleção que envolvem a identificação de genótipos superiores. O uso de variáveis com alta repetibilidade garante maior precisão e eficiência nas avaliações fenotípicas, reduzindo o número necessário de repetições e, conseqüentemente, otimizando os recursos e o tempo nos programas de melhoramento florestal.

O peso do Fruto, Pirênio e Semente (PF, PP e PS), característica altamente influenciada pelo ambiente, apresentou um coeficiente de repetibilidade de 0,98, 0,99 e 0,97 respectivamente (Tabela 2). Comparativamente, estudos recentes em outras espécies de palmeiras corroboram resultados semelhantes. Em *Acrocomia aculeata*, Manfio *et al.* (2011) observaram coeficientes de repetibilidade para peso do fruto entre 0,68 e 0,99, conforme o método estatístico empregado. Avaliações em *Oenocarpus bataua* também mostraram coeficiente próximo a 0,79 para peso do fruto, validando a aplicabilidade desses índices para seleção de genótipos superiores (Souza *et al.*, 2025).

A Tabela 3 apresenta o número de medições necessárias para a obtenção de diferentes coeficientes de determinação para características morfológicas e de peso em Fruto, Pirênio e Semente de *B. eriospatha*. Os coeficientes de determinação avaliados foram 80%, 85%, 90%, 95% e 99%.

Tabela 3 – Número de medições necessárias para obtenção de diferentes coeficientes de determinação para as características diâmetro longitudinal do Fruto (DLF); diâmetro equatorial do Fruto (DEF); peso do Fruto (PF); diâmetro longitudinal do Pirênio (DLP); diâmetro equatorial do Pirênio (DEP); peso do Pirênio (PP); diâmetro longitudinal da Semente (DLS); diâmetro equatorial da Semente (DES); peso da Semente (PS) de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari

Característica	Método	Coeficiente de determinação (%)				
		80	85	90	95	99
DLF ⁽¹⁾	ANOVA	0,648 ⁽¹⁾	0,917 ⁽¹⁾	1,457 ⁽²⁾	3,076 ⁽³⁾	16,028 ⁽¹⁶⁾
	CPCV	0,582 ⁽¹⁾	0,824 ⁽¹⁾	1,309 ⁽²⁾	2,764 ⁽³⁾	14,404 ⁽¹⁵⁾
	CPC	0,6 ⁽¹⁾	0,85 ⁽¹⁾	1,35 ⁽²⁾	2,849 ⁽³⁾	14,404 ⁽¹⁵⁾
	AE	0,604 ⁽¹⁾	0,856 ⁽¹⁾	1,36 ⁽²⁾	2,871 ⁽³⁾	14,958 ⁽¹⁵⁾
DEF ⁽²⁾	ANOVA	0,903 ⁽¹⁾	1,28 ⁽²⁾	2,033 ⁽²⁾	4,291 ⁽⁵⁾	22,361 ⁽²³⁾
	CPCV	0,785 ⁽¹⁾	1,112 ⁽²⁾	1,767 ⁽²⁾	3,373 ⁽⁴⁾	19,434 ⁽²⁰⁾
	CPC	0,79 ⁽¹⁾	1,119 ⁽²⁾	1,778 ⁽²⁾	3,753 ⁽⁴⁾	19,556 ⁽²⁰⁾
	AE	0,797 ⁽¹⁾	1,129 ⁽²⁾	1,794 ⁽²⁾	3,787 ⁽⁴⁾	19,731 ⁽²⁰⁾
PF ⁽³⁾	ANOVA	15,047 ⁽¹⁶⁾	21,316 ⁽²²⁾	33,855 ⁽³⁴⁾	71,472 ⁽⁷²⁾	372,406 ⁽³⁷³⁾
	CPCV	0,921 ⁽¹⁾	1,305 ⁽²⁾	2,073 ⁽³⁾	4,376 ⁽⁵⁾	22,803 ⁽²³⁾
	CPC	0,672 ⁽¹⁾	0,952 ⁽¹⁾	1,512 ⁽²⁾	3,191 ⁽⁴⁾	16,628 ⁽¹⁷⁾
	AE	0,795 ⁽¹⁾	1,126 ⁽²⁾	1,788 ⁽²⁾	3,774 ⁽⁴⁾	19,665 ⁽²⁰⁾
DLP ⁽⁴⁾	ANOVA	1,49 ⁽²⁾	2,11 ⁽³⁾	3,351 ⁽⁴⁾	7,075 ⁽⁷⁾	36,866 ⁽³⁷⁾
	CPCV	1,152 ⁽²⁾	1,632 ⁽²⁾	2,592 ⁽³⁾	5,472 ⁽⁶⁾	28,513 ⁽²⁹⁾
	CPC	1,34 ⁽²⁾	1,898 ⁽²⁾	3,015 ⁽³⁾	6,365 ⁽⁷⁾	33,166 ⁽³⁴⁾
	AE	1,551 ⁽²⁾	2,197 ⁽³⁾	3,489 ⁽⁴⁾	7,366 ⁽⁸⁾	38,382 ⁽³⁹⁾
DEP ⁽⁵⁾	ANOVA	0,871 ⁽¹⁾	1,233 ⁽²⁾	1,959 ⁽²⁾	4,135 ⁽⁵⁾	21,547 ⁽²²⁾
	CPCV	0,749 ⁽¹⁾	1,061 ⁽¹⁾	1,686 ⁽²⁾	3,559 ⁽⁴⁾	18,544 ⁽¹⁹⁾
	CPC	0,76 ⁽¹⁾	1,077 ⁽¹⁾	1,711 ⁽²⁾	3,612 ⁽⁴⁾	18,822 ⁽¹⁹⁾
	AE	0,777 ⁽¹⁾	1,101 ⁽¹⁾	1,748 ⁽²⁾	3,691 ⁽⁴⁾	19,232 ⁽²⁰⁾
PP ⁽⁶⁾	ANOVA	26,245 ⁽²⁷⁾	37,18 ⁽³⁸⁾	59,05 ⁽⁵⁹⁾	124,662 ⁽¹²⁵⁾	649,552 ⁽⁶⁵⁰⁾
	CPCV	0,369 ⁽¹⁾	0,523 ⁽¹⁾	0,83 ⁽¹⁾	1,752 ⁽²⁾	9,129 ⁽¹⁰⁾
	CPC	1,324 ⁽²⁾	1,875 ⁽²⁾	2,978 ⁽³⁾	6,287 ⁽⁷⁾	32,76 ⁽³³⁾
	AE	1,401 ⁽²⁾	1,985 ⁽²⁾	3,152 ⁽⁴⁾	6,654 ⁽⁷⁾	34,672 ⁽³⁵⁾
DLS ⁽⁷⁾	ANOVA	1,828 ⁽²⁾	2,59 ⁽³⁾	4,113 ⁽⁵⁾	8,648 ⁽⁹⁾	45,246 ⁽⁴⁶⁾
	CPCV	1,643 ⁽²⁾	2,327 ⁽³⁾	3,696 ⁽⁴⁾	7,803 ⁽⁸⁾	40,66 ⁽⁴¹⁾
	CPC	1,694 ⁽²⁾	2,4 ⁽³⁾	3,812 ⁽⁴⁾	8,047 ⁽⁸⁾	41,93 ⁽⁴²⁾
	AE	1,748 ⁽²⁾	2,476 ⁽³⁾	3,932 ⁽⁴⁾	8,302 ⁽⁹⁾	43,256 ⁽⁴⁴⁾
DES ⁽⁸⁾	ANOVA	1,478 ⁽²⁾	2,094 ⁽³⁾	3,326 ⁽⁴⁾	7,022 ⁽⁷⁾	36,591 ⁽³⁷⁾
	CPCV	1,269 ⁽²⁾	1,798 ⁽²⁾	2,859 ⁽³⁾	6,03 ⁽⁷⁾	31,419 ⁽³²⁾
	CPC	1,407 ⁽²⁾	1,993 ⁽²⁾	3,165 ⁽⁴⁾	6,682 ⁽⁷⁾	34,817 ⁽³⁵⁾
	AE	1,468 ⁽²⁾	2,08 ⁽²⁾	3,304 ⁽⁴⁾	6,975 ⁽⁷⁾	36,344 ⁽³⁷⁾
PS ⁽⁹⁾	ANOVA	15,251 ⁽¹⁶⁾	21,605 ⁽²²⁾	34,314 ⁽³⁵⁾	72,44 ⁽⁷³⁾	377,452 ⁽³⁷⁸⁾
	CPCV	1,668 ⁽²⁾	2,362 ⁽³⁾	3,752 ⁽⁴⁾	7,921 ⁽⁸⁾	41,271 ⁽⁴²⁾
	CPC	1,293 ⁽²⁾	1,832 ⁽²⁾	2,91 ⁽³⁾	6,142 ⁽⁷⁾	32,006 ⁽³²⁾
	AE	1,668 ⁽²⁾	2,362 ⁽³⁾	3,752 ⁽⁴⁾	7,921 ⁽⁸⁾	41,273 ⁽⁴²⁾

Fonte: O autor (2025).

Os resultados indicam que as características dimensionais, como diâmetro longitudinal do Fruto (DLF) e diâmetro equatorial do Fruto (DEF), requerem um número relativamente

baixo de medições para alcançar coeficientes de determinação elevados. Por exemplo, para atingir 95%, são necessárias entre 3 e 4 medições, utilizando-se o método CPCV, sugerindo menor variabilidade nestas características (Costa *et al.*, 2024). Em *Euterpe oleracea*, observam-se padrões comparáveis com características dimensionais (como diâmetro e comprimento do Fruto) apresentando menor variabilidade e exigindo menor número de análises para alta precisão estatística, enquanto os pesos demonstram maior variabilidade, exigindo mais amostras (Oliveira *et al.*, 2010; Cardoso *et al.*, 2000). Essa tendência reflete a influência do ambiente e a fisiologia da espécie.

Em contraste, variáveis relacionadas ao peso, como peso do Fruto (PF), peso do Pirênio (PP) e peso da Semente (PS), demandam significativamente mais medições para alcançar altos coeficientes de determinação (Tabela 3). No caso do peso do Fruto via CPCV, são necessárias 5 medições para atingir um coeficiente de determinação de 95% e, 23 para 99%, indicando alta variabilidade e maior sensibilidade a fatores ambientais (Fernandes *et al.*, 2023).

Observa-se padrão similar para peso do Pirênio e peso da Semente, que exigem grande número de repetições para atingir maior confiabilidade estatística (Tabela 3). Em *Acrocomia aculeata*, encontram-se resultados semelhantes que apresentam maior variabilidade nas medidas de peso em comparação às medidas dimensionais, conforme estudos morfoanatômicos e genéticos que indicam que fatores ambientais e de manejo impactam significativamente o peso dos Frutos e Sementes (Pereira, 2015).

As medidas do diâmetro do Pirênio, tanto longitudinal (DLP) quanto equatorial (DEP), necessitam de 6 e 4 medições, para atingir um coeficiente de determinação de 95% e 29 e 19 medições para atingir um coeficiente de determinação de 99%, utilizando-se o método CPCV. Para a Semente, o diâmetro longitudinal (DLS) quanto equatorial (DES) também requerem um número intermediário de medições para garantir altos coeficientes de determinação, com 8 e 7 medições para atingir um coeficiente de determinação de 95% e 41 e 32 medições para atingir um coeficiente de determinação de 99%, utilizando-se o método CPCV (Tabela 3).

A comparação entre os métodos demonstra que, embora os valores de medições necessárias possam variar, todos apontam para padrões consistentes: maiores variabilidades estão associadas às características de peso, exigindo mais observações para precisão, enquanto as medidas de diâmetro apresentam menor variabilidade e exigência amostral reduzida, favorecendo análises mais rápidas, precisas, e menos onerosas. Dessa forma, futuros programas de melhoramento deverão ajustar o número de repetições de acordo com a característica específica a ser avaliada, otimizando recursos e a confiabilidade dos dados

obtidos. Assim, para estudos fenotípicos e de melhoramento envolvendo *B. eriospatha*, a definição do tamanho amostral deve considerar a característica analisada e a precisão desejada. Medidas de peso exigem maior esforço amostral para garantir confiabilidade, o que deve ser planejado para otimizar recursos e garantir a qualidade dos resultados (Silva; Pereira, 2025; Costa *et al.*, 2024).

A Tabela 4 apresenta a contribuição relativa das características morfológicas de Frutos, Pirênios e Sementes de *B. eriospatha* para a variabilidade observada entre matrizes. Os valores apresentados representam os somatórios e suas respectivas porcentagens em relação à variabilidade total.

Tabela 4 – Contribuição relativa das características morfológicas em Frutos, Pirênios e Sementes de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari para a variabilidade entre matrizes

Característica	S _j ⁽¹⁰⁾	% ⁽¹¹⁾
DLF ⁽¹⁾	518,7343	59,9689
DEF ⁽²⁾	322,6673	37,3023
PF ⁽³⁾	23,6042	2,7288
DLP ⁽⁴⁾	287,2409	34,9936
DEP ⁽⁵⁾	513,0023	62,4974
PP ⁽⁶⁾	20,5949	2,509
DLS ⁽⁷⁾	189,5426	44,1062
DES ⁽⁸⁾	221,6822	51,585
PS ⁽⁹⁾	18,5167	4,3088

Fonte: O autor (2025).

Legenda: ⁽¹⁾ diâmetro longitudinal do fruto; ⁽²⁾ diâmetro equatorial do fruto; ⁽³⁾ peso do fruto; ⁽⁴⁾ diâmetro longitudinal do pirênio; ⁽⁵⁾ diâmetro equatorial do pirênio; ⁽⁶⁾ peso do pirênio; ⁽⁷⁾ diâmetro longitudinal da semente; ⁽⁸⁾ diâmetro equatorial da semente; ⁽⁹⁾ peso da semente; ⁽¹⁰⁾ contribuição da variável para dissimilaridade genética; ⁽¹¹⁾ percentual da contribuição.

Observa-se que o diâmetro longitudinal do Fruto (DLF) é a característica que mais contribui para a variabilidade, respondendo por aproximadamente 60% da variação total entre matrizes. O diâmetro equatorial do Pirênio (DEP) também tem contribuição expressiva, com cerca de 62,5% da variabilidade, seguido pelo diâmetro equatorial do Fruto (DEF) com 37,3%, e o diâmetro longitudinal do Pirênio (DLP) com aproximadamente 35%. Esses resultados indicam a importância dessas características nos ciclos avaliados, evidenciando quais atributos fazem maior diferença para a avaliação da diversidade genética em *Butia eriospatha*.

As características relacionadas ao peso, como peso do Fruto (PF), peso do Pirênio (PP) e peso da Semente (PS), apresentam menor contribuição para a variabilidade entre matrizes,

com valores inferiores a 5%. Medidas de diâmetros da Semente, tanto longitudinal (DLS) quanto equatorial (DES), apresentam contribuição intermediária, entre 44% e 51%.

Em *B. capitata*, pesquisas com marcadores moleculares evidenciaram uma alta variabilidade genética dentro das populações, mas com menos variação associada a características ponderais, confirmando que características dimensionais apresentam maior contribuição para diferenciar matrizes e populações (Rossato, 2007; Nunes, 2007). Isso é semelhante ao padrão observado em *B. eriospatha*, onde os diâmetros longitudinais e equatoriais têm maior peso na variabilidade fenotípica entre matrizes.

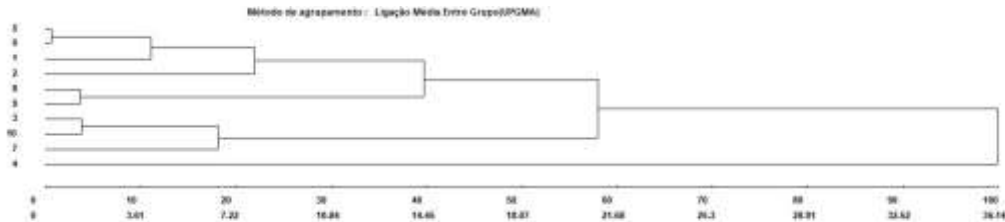
Estudos com *B. odorata* também destacam que medidas dimensionais, especialmente relacionadas ao tamanho e forma dos frutos, são mais informativas para discriminação genética e fenotípica do que características ponderais, que apresentam menor variação entre matrizes, corroborando com os resultados encontrados (Almeida *et al.*, 2023).

Espécie como *Syagrus romanzoffiana* e *Euterpe edulis*, reforçam este padrão de maior contribuição das características morfológicas dimensionais para a diversidade genotípica e fenotípica, enquanto o peso, por sua maior plasticidade ambiental, tende a ser menos determinante (Oliveira *et al.*, 2010; Silva; Pereira, 2024).

Esses resultados indicam que as características dimensionais, especialmente os diâmetros dos Frutos e Pirênios, são os principais responsáveis pela diferença fenotípica entre as matrizes avaliadas de *B. eriospatha*. A baixa variabilidade expressa nos pesos pode estar associada à sua maior estabilidade ou menor variação genética para essas características específicas, ou ainda à influência do ambiente durante o desenvolvimento (Silva; Pereira, 2024; Costa *et al.*, 2023).

O dendrograma apresentado na figura 9 foi construído utilizando o método de agrupamento UPGMA (Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Averages), aplicado a matrizes de distância geradas a partir de dados morfológicos obtidos em Frutos. Esse método agrupa os indivíduos ou genótipos com base em sua similaridade, demonstrando hierarquicamente os níveis de proximidade fenotípica entre as amostras.

Figura 9 – Dendrograma utilizando o método de agrupamento UPGMA (Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Averages), aplicado a matrizes de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari de distância geradas a partir de dados morfológicos obtidos em Frutos



Fonte: O autor (2025).

Legenda: 1 – Matriz Ingrid; 2 – Matriz Sila; 3 – Matriz Maicon; 4 – Matriz Neca; 5 – Matriz Jussara; 6 – Matriz Maria 1; 7 – Matriz Maria 2; 8 – Matriz Maria 3; 9 – Matriz Lurdes; 10 – Matriz Educação.

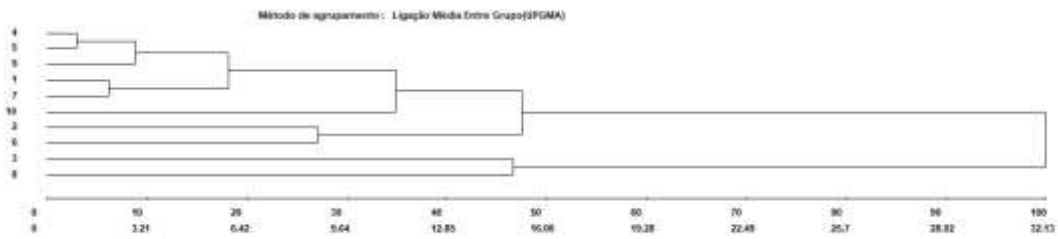
A distância representada na escala horizontal do dendrograma indica maior similaridade ocorre entre os elementos que estão ligados por ramos curtos (menores distâncias), enquanto os que estão ligados por ramos longos refletem maior divergência morfológica.

No dendrograma, observa-se a formação de grupos distintos que refletem o grau de similaridade entre os Frutos analisados. As matrizes 5 e 6, por exemplo, apresentam alta similaridade ao formar um grupo à parte, enquanto os demais estão organizados em agrupamentos progressivamente mais distantes até o grupo 4, que aparece isolado, proporcionando maior divergência fenotípica relativa à característica morfológica (Figura 9).

Em estudos comparativos com outras espécies, como *Bertholletia excelsa* e *Acrocomia aculeata*, análises por UPGMA também evidenciaram agrupamentos claros relacionados a diferenças morfológicas nos Frutos, aliados a dados de variabilidade genética (Santos *et al.*, 2024; Souza *et al.*, 2023). Essas semelhanças no padrão de agrupamento confirmam a aplicabilidade da análise hierárquica de matrizes em Frutos para identificar a estrutura genética e fenotípica, fundamental em programas de seleção e melhoramento genético.

Em relação ao próximo dendrograma apresentado (Figura 10), o qual foi construído utilizando o método de agrupamento UPGMA (Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Averages), aplicado a matrizes de distância geradas a partir de dados morfológicos obtidos em Pirênios, pode-se observar, que as matrizes 4 e 5 formam um grupo bastante coeso, estabelecendo alta homogeneidade fenotípica, enquanto as matrizes 2, 6, 3 e 8 se posicionam como mais divergentes, refletindo maior variabilidade.

Figura 10 – Dendrograma utilizando o método de agrupamento UPGMA (Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Averages), aplicado a matrizes de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari de distância geradas a partir de dados morfológicos obtidos em Pirênios



Fonte: O autor (2025).

Legenda: 1 – Matriz Ingrid; 2 – Matriz Sila; 3 – Matriz Maicon; 4 – Matriz Neca; 5 – Matriz Jussara; 6 – Matriz Maria 1; 7 – Matriz Maria 2; 8 – Matriz Maria 3; 9 – Matriz Lurdes; 10 – Matriz Educação.

Estudos recentes destacam que a variabilidade fenotípica em Pirênios de *B. eriospatha* está diretamente relacionada a fatores ambientais e ao isolamento geográfico, o que pode promover agrupamentos diferenciados e influenciar significativamente a estrutura genética da espécie (Santos, 2024).

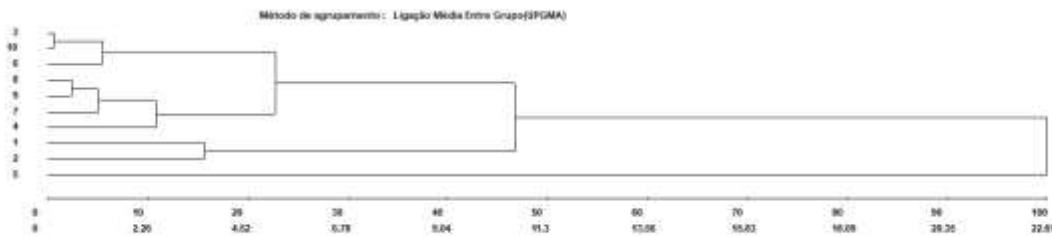
Análises comparativas com outras espécies do gênero *Butia*, como *B. capitata* e *B. odorata* mostram padrões semelhantes na formação de dendrogramas por UPGMA, caracterizados pela divisão em dois a cinco grupos principais com variações significativas entre matrizes (Lima *et al.*, 2024; Wagner, 2024). Esses resultados indicam que a variabilidade fenotípica de Pirênios e Frutos, assim como a variabilidade genética subjacente, são consistentes entre espécies próximas e apresentam grande importância para programas de melhoramento genético e conservação.

Além disso, estudos detalhados de caracterização físico-química e morfométrica dos Frutos de *B. eriospatha* reforçam que as diferenças fenotípicas entre grupos identificados nos dendrogramas cobrem as variações relevantes em características bioquímicas e morfológicas relacionadas ao domínio ecológico e adaptativo da espécie (Wagner, 2017).

Em relação ao próximo dendrograma construído utilizando o método de agrupamento UPGMA (Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Averages), aplicado a matrizes de distância geradas a partir de dados morfológicos obtidos em Sementes podem ser separados em dois grandes grupos (Figura 11). O primeiro grupo é composto pelas matrizes 3, 4, 6, 7, 8, 9 e 10, que apresentam alta similaridade. Dentre essas, as matrizes 8, 9 e 7 formam um subgrupo ainda mais estreito, apontando uma variabilidade reduzida no conjunto dessas Sementes. O segundo grupo é formado pelas matrizes 1, 2 e 5, das quais, 1 e

2 apresentam maior proximidade, enquanto a matriz 5 mostra-se mais divergente dentro deste grupo, sendo a que apresenta maior distância em relação as demais.

Figura 11 – Dendrograma utilizando o método de agrupamento UPGMA (Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Averages), aplicado a matrizes de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari de distância geradas a partir de dados morfológicos obtidos em Sementes



Fonte: O autor (2025)

Legenda: 1 – Matriz Ingrid; 2 – Matriz Sila; 3 – Matriz Maicon; 4 – Matriz Neca; 5 – Matriz Jussara; 6 – Matriz Maria 1; 7 – Matriz Maria 2; 8 – Matriz Maria 3; 9 – Matriz Lurdes; 10 – Matriz Educação.

A distância representada na escala horizontal do dendrograma indica maior similaridade ocorre entre os elementos que estão ligados por ramos curtos (menores distâncias), enquanto os que estão ligados por ramos longos refletem maior divergência morfológica. A matriz 5, por exemplo, se destaca por apresentar uma maior distância em relação a outros grupos.

Estudos com *Parkia pendula*, evidenciou a formação de cinco grupos genéticos distintos baseados em características biométricas de frutos e sementes, apresentando grande diversidade genética dentro da espécie, assim como o padrão hierárquico visto neste dendrograma, que mostra grupos homogêneos e uma amostra com maior divergência significativa (Correia *et al.*, 2021).

Para o desenvolvimento de um programa de melhoramento genético focado na conservação, ou seja, no uso sustentável e racional de *B. eriospatha*, é fundamental incluir matrizes que apresentem maior divergência morfológica, como a matriz 5, que evidencia características distintas importantes para a preservação da variabilidade genética. Além disso, a seleção deve contemplar matrizes representativas dos dois principais grupos, identificados no dendrograma, garantindo a inclusão tanto das matrizes altamente semelhantes, quanto das matrizes divergentes. Essa abordagem assegura a manutenção de ampla diversidade genética, fundamental para a adaptação e resiliência da espécie frente às mudanças ambientais e de pressão antrópicas.

4.2 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE METODOLOGIA DE SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DE DIFERENTES MATRIZES

Em relação ao teor de umidade em pirênios, observou-se uma variação entre 8,91 e 15,22 entre as diferentes matrizes (Tabela 5). Dambros *et al.* (2024), classificaram as sementes de *B. eriospatha* como recalitrantes, estabelecendo um valor de umidade crítico de 14% e um valor letal de 10%, ou seja, com baixa tolerância à dessecação e armazenamento em condições secas. No entanto, não há consenso na literatura sobre o comportamento dessas sementes quanto à secagem e armazenamento, pois diferentes estudos apresentam resultados divergentes sobre sua resistência e manejo adequado (Dambros *et al.*, 2024; Fior *et al.*, 2013; Amorim; Souza; Barbedo, 2021). Contudo, tais limites não foram confirmados no presente trabalho, uma vez que foram registradas taxas de emergência elevadas mesmo em matrizes cujo teor de umidade foi inferior a 10%, como por exemplo a matriz Jussara, que apresentou teor de umidade de 8,91% e taxa de emergência de 28% (Tabela 5).

Tabela 5 – Teor de umidade (TU%) de Pirênios de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude)

Beccari em diferentes matrizes	
Matriz	TU (%)
Ingrid	10,41
Sila	9,54
Maicon	15,22
Neca	9,58
Jussara	8,91
Maria 1	10,23
Maria 2	9,61
Maria 3	13,71
Lourdes	12,45
Educação	9,45

Fonte: O autor (2024).

O teor de umidade em sementes florestais é um fator crucial para a preservação e conservação dessas espécies, pois está diretamente relacionado à qualidade fisiológica e à capacidade germinativa das sementes (Ferreira *et al.*, 2021). Em espécies nativas, especialmente da família Arecaceae, como *Butia spp.*, o controle da umidade em pirênios e sementes é essencial para garantir a preservação das características de vigor durante o armazenamento.

Em estudos prévios, Schindwein *et al.* (2018), avaliaram o teor de umidade em sementes de *B. odorata*, encontrando valores semelhantes aos observados em *B. eriospatha*,

na faixa de 8 a 12%. Essa similaridade sugere uma consistência fisiológica entre espécies próximas do gênero *Butia*. Além disso, o trabalho destacou que a variação do teor de umidade nas sementes influencia diretamente o processo de dormência e o potencial germinativo, aspectos cruciais para o desenvolvimento de estratégias eficientes de conservação e manejo florestal.

Além disso, a dormência nas sementes de palmeiras é atribuída frequentemente a fatores fisiológicos relacionados à presença de fitormônios, dentre os quais o ácido abscísico (ABA) é o principal regulador negativo da germinação (Khan *et al.*, 2019). Estudos recentes demonstram que níveis elevados de ABA nas sementes resultam no estabelecimento ou manutenção da dormência, retardando o processo germinativo até que as condições ambientais propícias estejam presentes para a germinação (Horvath *et al.*, 2022).

Nesse contexto, o teor de umidade pode influenciar a dinâmica do ABA, visto que a redução do conteúdo hídrico pode limitar a mobilização hormonal e enzimática necessária para a superação da dormência. A matriz genética, ao impactar o teor de umidade dos pirênios, pode estar também associada à variação na concentração de ABA, proporcionando uma interação entre fatores físicos que regulam o vigor das sementes de *B. eriospatha*.

A Tabela 6 mostra as médias do percentual de emergência (E%) e índice de velocidade de emergência (IVE) em matrizes de *B. eriospatha*, revelando diferenças estatísticas significativas. A matriz Maicon se destaca por apresentar o maior percentual de emergência 87,00% e índice de velocidade de emergência mais elevado 0,92, gerando uma emergência vigorosa e rápida. Em contrapartida, matrizes como Maria 3, Maria 1 e Educação apresentam valores muito baixos, com emergência entre 2,00 e 7,00%, refletindo menor vigor e lentidão na emergência.

Os resultados apresentados por Schlindwein *et al.* (2013), não se confirmam no presente estudo, isto porque, a metodologia foi eficiente para somente algumas matrizes, onde as sobrantes tiveram uma baixa taxa de emergência. Cabe ressaltar, que no trabalho de Schlindwein *et al.* (2013), foi utilizada apenas uma matriz para a avaliação da metodologia o que difere do executado neste trabalho.

Tabela 6 – Médias de percentual de emergência (E%), índice de velocidade de emergência (IVE) em diferentes matrizes de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari

Matriz	E%	IVE
Ingrid	35,00 abc	0,33 bc
Sila	44,00 abc	0,35 bc
Maicon	87,00 a	0,92 a
Neca	51,00 abc	0,36 abc
Jussara	28,00 bcd	0,20 cd
Maria 1	7,00 de	0,05 d
Maria 2	18,00 cde	0,10 cd
Maria 3	2,00 e	0,01 d
Lourdes	71,00 ab	0,72 ab
Educação	4,00 de	0,02 d
CV(%)	54,22	63,91
Média Geral	34,70	0,30

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade
Fonte: O autor (2025).

Essa variação é comum em espécies nativas e está relacionada tanto à diversidade genética quanto às condições fisiológicas das sementes. Estudos em outras espécies nativas, como *Ceiba speciosa*, *Calophyllum brasiliense* e *Hymenaea stigonocarpa*, corroboram essa ampla variação nos índices de emergência e velocidade, o que evidencia a importância da seleção genética para garantir sementes de qualidade superior e aumentar a eficiência no estabelecimento das mudas (Silva *et al.*, 2023; Lopes *et al.*, 2022; Costa; Silva, 2021).

Além disso, pesquisas com espécies como *Dalbergia nigra* indicam que o índice de velocidade de emergência é um indicador fundamental para a seleção das matrizes superiores, já que índices elevados estão associados a maior vigor e uniformidade nas plântulas. Esses fatores são cruciais para garantir o sucesso no plantio e a robustez das mudanças no campo (Souza; Almeida, 2024).

O elevado coeficiente de variação nos dados ($CV\% > 50\%$) sugere grande heterogeneidade, o que é comum em espécies nativas devido à variabilidade genética natural e à influência de fatores ambientais na maturação e qualidade das sementes (Nascimento Filho *et al.*, 2020; Santos *et al.*, 2019). Essa heterogeneidade destaca a importância da seleção de matrizes que apresentam germinação rápida e uniforme para garantir o sucesso no cultivo.

A figura 12 apresenta os gráficos que indicam a frequência relativa (FR) da emergência de pirênios de *B. eriospatha*, incubados em câmara de BOD por 70 dias. Para melhor entendimento dos padrões observados, as matrizes foram agrupadas conforme a similaridade nos seus perfis de emergência.

O primeiro grupo, formado pelas matrizes Ingrid, Sila, Neca e Jussara, caracteriza-se por uma ampla distribuição temporal da emergência, com pirênios emergindo de forma mais contínua entre os dias 15 e 70. Esse padrão sugere uma diversidade fenológica e possível adaptação a diferentes condições ambientais, refletindo uma emergência distribuída no tempo (Rodrigues; Silva, 2023).

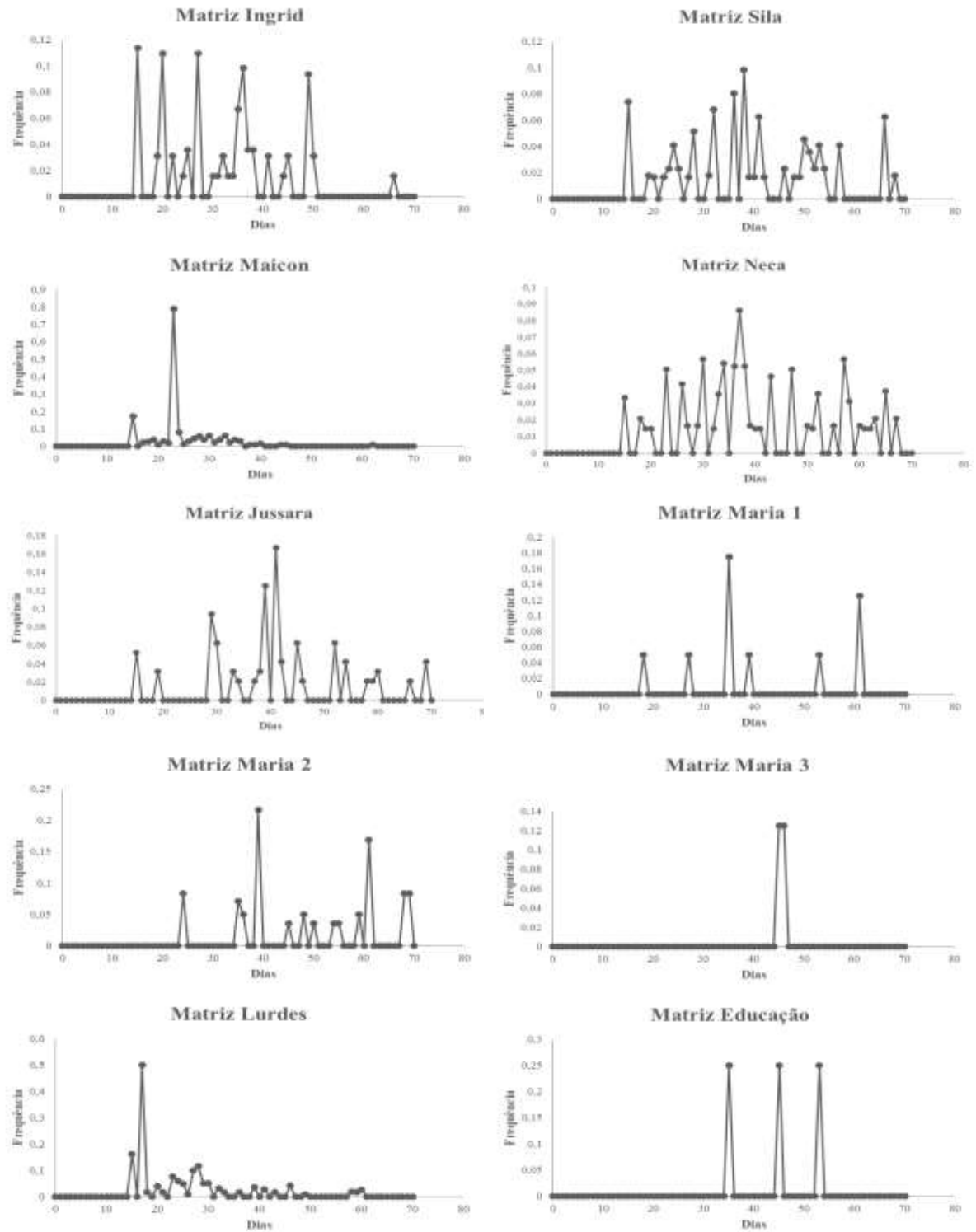
O segundo grupo, composto por Maria 1, Maria 2, Maria 3 e Educação, apresenta uma emergência mais lenta e pouco sincronizada, com poucos picos concentrados dispersos ao longo do período, indicando um comportamento de emergência mais fragmentado e heterogêneo (Santos *et al.*, 2024).

O terceiro grupo, formado pelas matrizes Maicon e Lurdes, destaca-se por apresentar uma emergência sincronizada, concentrando um alto percentual de pirênios emergindo num intervalo curto entre os dias 15 e 30. Esse padrão está alinhado com episódios fenológicos mais concentrados, possivelmente relacionados a propriedades fisiológicas das sementes, como menor dormência e maior uniformidade na resposta ao ambiente de incubação (Santos *et al.*, 2024; Silva *et al.*, 2023).

A variabilidade observada nos padrões de emergência indica a importância de considerar tanto fatores genéticos quanto ambientais para interpretação da fenologia em *B. eriospatha*. Estudos recentes corroboram que a emergência de sementes e pirênios é também influenciada pela fisiologia das sementes, com alta sensibilidade à dessecação e variabilidade na tolerância ao estresse hídrico (Hong; Ellis, 1996; Santos *et al.*, 2024). Além disso, a sincronização ou dispersão na emergência pode interferir no estabelecimento e sobrevivência das plântulas em condições naturais, impactando em estratégias eficazes de conservação e manejo da espécie (Oliveira; Costa, 2022).

Em suma, os dados indicam a existência de três padrões distintos de emergência de pirênios em *B. eriospatha* sob condições padronizadas de incubação, refletindo a complexidade fenológica e a diversidade intraespecífica, elementos cruciais para pesquisas futuras sobre reprodução e recuperação da espécie.

Figura 12 – Distribuição da frequência relativa (FR) da emergência de Pirênios de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari em função do período de incubação em diferentes matrizes



Fonte: O autor (2025).

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que a análise genética das matrizes de *Butia eriospatha* indica ampla variabilidade genética, com baixa influência ambiental. O método CPCV indicou como um número adequado de repetições entre 3 e 8, dependendo da característica, garantem precisão adequada para as avaliações.

Características como o diâmetro equatorial e o diâmetro longitudinal de frutos, pirênios e sementes demonstram alta repetibilidade das características ao longo dos ciclos, enquanto o peso apresenta maior influência ambiental. As matrizes Neca, Maria 3 e Jussara apresentam maior distanciamento genético, fundamentada nos dados morfológicos referente a frutos, pirênios e sementes, respectivamente.

Com relação a porcentagem de emergência (%E) e índice de velocidade de emergência (IVE). destacaram-se as matrizes Maicon (87%), Lurdes (71%) e Neca (51%). A avaliação da frequência relativa demonstra que as matrizes Maicon e Lurdes apresentaram um padrão de emergência sincronizado entre os dias 15 e 30, enquanto a matriz Neca demonstrou emergência contínua entre os dias 15 e 70.

Diante do exposto, recomenda-se a seleção das matrizes Neca, Maria 3, Jussara, Maicon e Lurdes para futuros programas de melhoramento genético, considerando sua elevada variabilidade genética e melhor desempenho na superação da dormência.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Para futuros programas de melhoramento genético, recomenda-se ampliar o número de matrizes analisadas no contexto da superação da dormência;
- É necessário investigar outras possibilidades de tratamentos para superação da dormência de sementes;
- Determinar as concentrações internas de ABA (ácido abscísico), para melhor compreensão dos mecanismos fisiológicos envolvidos;
- Recomenda-se explorar alternativas de armazenamento para as sementes, as quais são classificadas na literatura como recalcitrantes.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. R. G. S. *et al.* Características dimensionais e morfoquímicas dos frutos de *Butia odorata*. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 45, n. 2, p. 123-135, 2023.
- AMORIM, G.; SOUZA, R. C.; BARBEDO, C. J. Avaliação de métodos para superar dormência em sementes de espécies nativas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pelotas, v. 16, n. 2, p. 341-350, abr. 2021.
- APREMAVI. Guia de manejo sustentável para *Butia* spp. 2014.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination**. Academic Press, San Diego, 1998, 666 p.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination**. Academic Press, San Diego, 2001, 666 p.
- BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. A classification system for seed dormancy. **Seed science research**, Cambridge, v. 14, n. 1, p.1-16, mar. 2004.
- BERTAN, I.; SANI, M. A.; MACHADO, I. C. Variabilidade genética em populações naturais de *Cassia grandis* L.F. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 29, n. 1, p.101-105, 2006.
- BEWLEY, J. D. **Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy**. Springer, [s.l], 2013, 392 p.
- BEZERRA NETO, F. V. *et al.* Descritores quantitativos na estimativa da divergência genética entre genótipos de mamoneira utilizando análises multivariadas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p.294-299, 2010.
- BORGHETTI, F. **Métodos de análise da germinação de sementes**. FUNEP, Jaboticabal, 2004.
- BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* Vogel (baru). **Revista Cerne**, Lavras, v. 6, n. 1, p.09-18, 2000.
- BRASIL. Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003. Diretrizes para plantas matrizes e materiais de propagação, 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria Interministerial MAPA/MMA nº 10, de 21 de julho de 2021. Diário Oficial da União, Brasília, DF, edição 137, seção 1, p. 4, 2021.
- 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, p. 399, 2009.

- BROSCHAT, T.; DONSELMAN, H. Palm seed storage and germination studies. **Principes**, Beltsville, v. 32, n. 1, p.3-12, 1988.
- BUTTOW, M. V.; BARBIERI, R. L.; NEITZKE, R. S.; HEIDEN, G. Conhecimento tradicional associado ao uso de butiás (*Butia spp*, Arecaceae) no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p.1069-1075, 2009.
- CARDOSO, J. R. **Germinação e melhoramento genético de plantas nativas**. São Paulo, Editora Agronômica, 2000, 239 p.
- CARPENTER, F. L. Reproduction and seed germination in palm trees. **Principes**, Beltsville, v. 32, n. 1, p.123-134, 1988.
- CARPENTER, W. J. Seed after-ripening and temperature influence *Butia capitata* germination. **Hort Science**, Alexandria, v. 23, n. 4, p.1633-1645, 1988.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. FUNEP, Jaboticabal, 2000.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. FUNEP, Jaboticabal, 2012.
- CONSEMA. 2003. Decreto estadual nº 42.099: Lista final das espécies da flora ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.fzb.rs.gov.br/downloads/flora_ameacada.pdf> . Acessado em: 14 de ago de 2025.
- CORNACCHIA, G. *et al.* Estimativas do coeficiente de repetibilidade para características fenotípicas de procedências de *Pinus tecunumanii* (Schw.) Eguluz , Perry e *Pinus caribaea var. hondurensis* Barret, Golfari. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 19, n. 3, p.333-345, 1995.
- CORREA, A. S. A.; LUZ, P. B.; ROSSI, A. A. B. Biometria de frutos e sementes e divergência genética entre matrizes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. Ex Walp. (Angelim saia) nativa na Amazônia Matogrossense. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [s.l.], v. 10, n. 8, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i8.17498
- COSTA, C. J.; MARCHI, E. C. S. Germinação de sementes de palmeiras com potencial para produção de agroenergia. **Informativo Abrates**, Jaboticabal, v. 18, n. 1,2,3. p.39-50, 2008.
- COSTA, C. J.; MARCHI, E. C. S. Germinação de sementes de palmeiras com potencial para produção de agroenergia. **Embrapa Cerrados**, Planaltina, 2015.
- COSTA, H.; MARCHI, F. R. Physiological causes of seed dormancy in palm trees. **Seed Science and Technology**, [s.l.], v. 36, n. 3, p.513-524, set. 2008.
- COSTA, J. P.; SILVA, M. R. Preparação e germinação de sementes para produção de mudas florestais. **Revista de Tecnologia Agrícola**, São Paulo, v. 4, p.445-454, 2021.
- COSTA, M. C., MARCHI, G. A. Dormência em sementes de espécies florestais brasileiras. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 2, p.283-292, 2008.

COSTA, P. R.; ALMEIDA, R. S.; NUNES, K. V. Avaliação da fenotipia em populações arbóreas: contribuições para o melhoramento genético. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 34, n. 3, p.210-225, 2023.

COSTA, P. R.; ALMEIDA, R. S.; NUNES, K. V. Métodos para avaliação da precisão em experimentos biométricos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 35, n. 2, p.112-126, 2024.

CRUZ, C. D. *et al.* Estimativas de parâmetros genéticos em espécies florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, n. 3, p. 445-454, 2012.

CRUZ, C. D. *et al.* Estimativas de parâmetros genéticos em espécies florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 25, n. 1, p.1-10, 2001.

CRUZ, C. D. *et al.* **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 2012, 514p.

DAMBROS, V. G. *et al.* Tolerância à dessecação de sementes de *Butia eriospatha* (Mart. Ex Drude) Becc. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 34, n. 1, p.1-14, fev. 2024.

DINIZ, S. C. de.; OLIVEIRA, J. Avaliação das técnicas de propagação. **Ciências Agrárias**, Curitiba, v. 4, 2022.

DRANSFIELD, J.; UHL, N. W.; LANGE, C. B. A.; BAKER, W. J.; HARLEY, M. M.; LEWIS, C. E. **Genera Palmarum: the evolution and classification of palms**. Kew Publishing, Richmond, 2008, 744 p.

EMBRAPA. Tecnologia de produção de mudas de espécies florestais nativas. Belém, 2013.

ESLABÃO, M.; PEREIRA, P.; BARBIERI, R.; HEIDEN, G. Mapeamento da distribuição geográfica de butiá como subsídio para a conservação de recursos genéticos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Clima Temperado, 2017.

FERNANDES, L. K. *et al.* Variabilidade morfológica e genética em frutos de espécies nativas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 31, n. 3, p.987-995, 2023.

FERREIRA, H. R. **Efeitos de tratamentos térmicos na germinação de sementes de *Butia eriospatha***. 2021. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

FERREIRA, M. E.; BORGHETTI, F. Dormência em sementes: tipos, causas e superação. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 34, n. 3, p.993-1001, 2004.

FIOR, C. C. *et al.* Endocarpo e germinação em espécies florestais. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 4, p.915-922, 2013.

FIOR, C. S. *et al.* Estudos da germinação in vivo e in vitro de *Butia capitata* (Martius) Beccari (Arecaceae). **Congresso nacional de botânica**, Viçosa, 2004.

- FIOR, C. S. **Propagação de *Butia odotara* (Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi**. 202f. 2011. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- FISCHER, E. *et al.* **Palmeiras do Brasil: identificação e uso sustentável**. Holos Editora, Curitiba, 2007.
- FONTANELLE, R. C. *et al.* Métodos para superação da dormência em sementes de palmeiras. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 2, n. 2, p.123-130, 2007.
- FREITAS, T. A. S. de. Vista da Morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Adenanthera pavonina* L., **Revista Vértices**, Campos dos Goytacazes, v. 21, n. 2, p.233-248, 2019.
- GANGA, R. M. D.; FERREIRA, G. A.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V.; NASCIMENTO, J. L. do. Caracterização de frutos e árvores de populações naturais de *Hancornia speciosa* Gomes do Cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p.101-113, 2010.
- GASPER, A. L. *et al.* Lista vermelha das espécies ameaçadas em Santa Catarina. **Florística**, Blumenau, v. 40, p.23-43, 2013.
- GONÇALVES, L. S. *et al.* Aplicações da biometria em sementes nativas. **Floricultura Ciência & Cultura**, Florianópolis, v. 9, p.78-84, 2017.
- GUSMÃO, E.; VIEIRA, F. A. de.; FONSECA, É. M. da. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. Ex a. Juss.). **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 1, p.84-91, mar. 2006.
- HARPER, J. L. **Biologia Populacional de Plantas**. Academic Press, Londres, 1977, 892 p.
- HONG, T. D.; ELLIS, R. H. Comportamento de armazenamento de sementes: um compêndio. **Manual de Ciência e Tecnologia de Sementes**, 1996.
- HORVATH, D. P. *et al.* Ácido abscísico e regulação da dormência de sementes. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 188, n. 3, p.1287-1301, 2022.
- IBGE. Cidades: Santa Catarina. 2020. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 19 ago. 2025.
- IBGE. Coordenadas geográficas das áreas de estudo no Brasil. 2025.
- IUCN. 2025. Red List of Threatened Species. Disponível em: www.iucnredlist.org. Acesso em: 19 ago 2025.
- JUNGBLUTH, F. **Repetibilidade e dissimilaridade genética em características biométricas de frutos e sementes de *Butia eriospatha* (Mart. Ex Drude) Becc.** Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal).

- KHAN, M. A. *et al.* Regulação hormonal da dormência de sementes. **Journal of Plant Physiology**, Heidelberg, v. 234, n. 1, p.49-58, 2019.
- LABORIAU, L. G.; VALADARES, M. M. Germinação e emergência em espécies florestais. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 15, n. 4, p.577-582, 1976.
- LIMA, A. C. *et al.* Variabilidade genética e fenotípica em *Butia capitata* e *Butia odorata*. **Floresta e Ambiente**, Santa Maria, RS, v. 31, n. 1, p.202-301, 2024.
- LIMA, C. F. M. de. **Métodos de superação de dormência em sementes e efeito da fertilização com nitrogênio, fósforo e potássio no crescimento de mudas de *Butia eriospatha* (Martius Ex Drude) Beccari.** 2022. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharel em Engenharia Florestal – Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, 2022.
- LOPES, A. F. Estratégias para melhoria da germinação em palmeiras brasileiras. **Científica Florestal**, Curitiba, v. 2, n. 2, p.151-159, 2022.
- LOPES, P. S. N.; SILVA, A. J.; OLIVEIRA, M. A.; Tratamentos físicos e químicos para superação de dormência em sementes de *Butia capitata* (Martius) Beccari. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p.120-125, 2011.
- LOPES, R. R. *et al.* Variabilidade genética e dormência em sementes de *Butia capitata*. **Scientia Forestalis**, Curitiba, v. 39, n. 86, p.105-112, 2011.
- LORENZI, H. *et al.* **Flora brasileira: Arecaceae (Palmeiras)**. Editora Plantarum, Nova Odessa, 2010, 382 p.
- LORENZI, H. *et al.* **Propagação de palmeiras brasileiras: *Butia eriospatha***. Editora Plantarum, Nova Odessa, 2010, 140 p.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Palmeiras no Brasil: nativas e exóticas**. Editora Plantarum, Nova Odessa, v. 1, 1996, 303 p.
- MACEDO, M. C. M. *et al.* Biometria e dispersão de sementes. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 3, p.105-112, 2009.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p.176-177, 1962.
- MANFIO, D. F. *et al.* Variabilidade genética e seleção em *Acrocomia aculeata*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, p.297-306, 2011.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Fealq, Piracicaba, 2005, 659 p.
- MAURMANN, R. Uso econômico das palmeiras. Boletim Técnico, EMBRAPA, Brasília, 2010.

- MEEROW, A. W. Palm seed germination. **IFAS Cooperative Extension Bulletin**, Gainesville, n. 274, p.1-10, 2004.
- MEEROW, A. W.; BROCHAT, T. K. Palm seed germination. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, n. 274, 1991.
- MELCHIOR, C. V. *et al.* Variabilidade fenotípica e genética em espécies de *Hymenaea*. In: Estudos sobre germinação e crescimento inicial em *Hymenaea martiana* Hayne e *Hymenaea courbaril* Linnaeus. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 1, p.123-134, 2006.
- MINARDI, B. D. Cultivo in vitro de embriões zigóticos de *Butia eriospatha* (Mart. ex Drude) Becc. Insula. **Revista Botânica**, Itajaí, v. 40, n. 1, p.70-81, 2011.
- MOURA, R. C.; LOPES, P. S. N., BRANDÃO JUNIOR, D. S.; GOMES, J. G.; PEREIRA, M. B. Biometria de frutos e sementes de *Butia capitata* (Mart.) Beccari (Arecaceae), em vegetação natural no Norte de Minas Gerais, Brasil. **Biota Neotropica**, [s.l.], v. 10, n. 2, p.415-419, 2010.
- NASCIMENTO FILHO, M. **Técnicas de propagação e tratamento de sementes em espécies nativas**. 2020. Tese (Doutorado em Alimentação e Nutrição Animal) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2020.
- NAZARENO, A. G. **Conservação de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari (Arecaceae): uma espécie da flora brasileira ameaçada de extinção**. 2013. 141 f. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.
- NAZARENO, A. G.; REIS, A. B. Pressões antrópicas sobre *Butia eriospatha*. **Biodiversidade Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p.212-220, 2013.
- NOBLICK, L. The IUCN red list of threatened species 1998. IUCN, 1998. Disponível em : <https://archive.org/details/1997iucnredlisto97walt>. Acesso em: 14 ago. 2025.
- NOGUEIRA, A. C.; MEDEIROS, A. C. S. Embrapa Florestas: Coleta de Sementes Florestais Nativas, Colombo, 2007.
- NOGUEIRA, D. S.; MEDEIROS, J. F. Seleção de árvores matrizes e coleta de sementes em projetos de restauração florestal. **Revista Científica Eletrônica**, São Paulo, v. 6, n. 1, p.25-36, 2013.
- NOGUEIRA, L. S.; MEDEIROS, W. H. Métodos para seleção de matrizes. Embrapa, Circular Técnica, Colombo, p. 11, 2007.
- NUNES, A. M. Técnicas de superação de dormência em sementes lenhosas. **Revista Científica Florestal**, Curitiba, v. 3, p.234-240, 2007.
- OLIVEIRA COSTA, C. R. **Efeitos da umidade na probabilidade e germinação de sementes de palmeiras**. 2022. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2022.

- OLIVEIRA, A. B. de. **Influência ambiental em características morfométricas de frutos e sementes de *Acrocomia aculeata***. 2023. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2023.
- OLIVEIRA, F. M. **Análise genética e biometria em espécies de palmeiras**. 2010. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2010.
- OLIVEIRA, F. M. **Biometria aplicada em estudos genéticos**. 2012. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2012.
- OLIVEIRA, F. M.; MOURA, R. A. M. **Caracterização morfoanatômica e germinação de sementes de palmeiras**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) Universidade Federal do Maranhão, Maranhão, 2010.
- OLIVEIRA-BENTO, C. A. Análise da variabilidade genética pela biometria. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 23, n. 1, p.187-198, 2013.
- OLIVEIRA-BENTO, S. R. S. **Biometria de frutos e sementes, germinação e armazenamento de sementes de flor- de – seda. *Calotropis procera* (Aiton) W.T.** 2012. 144 33 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Etnoconhecimento, caracterização e propagação de plantas, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró - RN, 2012.
- PEREIRA, J. **Fatores ambientais e variações morfológicas em frutos de *Acrocomia***. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.
- PINHEIRO, P. R.; PEREIRA, M. D.; CAVALLARI, M. M.; SEVERIANO, R. L.; AZEVEDO, K. E. X. de. Biometria de sementes de palmeira babaçu. **Simpósio Brasileiro de Pós-Graduação em Ciências Florestais**, Recife Anais... Embrapa Maranhão, p. 4, 2014.
- PLÁCIDO, D. R. da.; SOBRAL, I. S.; BARRETO, K. F. B. Germinação in vitro de *Butia odorata* (areaceae) sob influência de 2,4-d. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal Re.C.E.F**, São Paulo, v. 20, n. 1, p.102-110, ago. 2012.
- REITZ, R. **Palmeiras do Brasil**. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues, 1974.
- ROBINSON, T. **Germinação e dormência**. In: Sementes: tecnologia e pesquisa. Jaboticabal Edição FUNEP, 2009.
- RODRIGUES, R. S.; SILVA, R. N. Fenologia da germinação em espécies nativas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 1, p.113-126, 2006.
- RODRIGUES, R. S.; SILVA, R. N. Fenologia da germinação em espécies nativas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 1, p.113-126, 2023.
- ROSSATO, M. **Marcadores moleculares em *Butia capitata***. 2007. Dissertação (Mestrado em Genética Vegetal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.
- SAMPAIO, L. K. A. **Etnobotânica e Estrutura Populacional do Butiá, *Butia catarinensis* Noblick & Lorenzi (Arecaceae) na comunidade dos Areais da Ribanceira de**

Imbituba/SC. 2011. 131 f. Dissertação (Mestrado) Ilha de Santa Catarina. Florianópolis, 05, abr. 2011 – Universidade Federal de Santa Catarina Centro de Ciências Biológicas Departamento de Botânica Pós Graduação em Biologia Vegetal, 2011.

SANT'ANNA-SANTOS, B. F. A new endemic and critically endangered species of *Butia* (Arecaceae) with comments on morpho-anatomical novelties in the genus. **Plant Systematics and Evolution**, Vienna, v. 307, n. 4, p.1-16, 2021.

SANTOS, B .O. **Avaliação da dormência em matrizes de *Butia eriospatha*.** 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

SANTOS, F. L. *et al.* Variabilidade fenotípica e genética em espécies nativas. **Revista Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 3, p.564-575, 2024.

SANTOS, F. L. *et al.* Variabilidade fenotípica e genética em espécies nativas. **Revista Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 3, 2025.

SANTOS, J. C. C. dos *et al.* Biometria de frutos e sementes e tratamentos para superação de dormência em espécies florestais nativas. **Revista Agro@ambiente On-line**, Roraima, v. 12, n. 3, p.957-979, 2019.

SANTOS, M. **Dormência em sementes de *Butia eriospatha*: aspectos fisiológicos e superação.** 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

SCHLINDWEIN, G.; TONIETO, L. Alleviation of seed dormancy in *Butia odorata* palm tree using drying and moist-warm stratification. **Seed Science and Technology**, Porto Alegre, v. 41, n. 1, p.1-11, 2013.

SCHLINDWEIN, M. R. **Métodos para superar a dormência em sementes de palmeiras.** 2019. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

SCHLINDWEIN, M. R.; TONIETO, L. Superação de dormência em *Butia odorata*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 2, p.209-216, 2010.

SCHLINDWEIN, M. R.; TONIETO, L. Superação de dormência em sementes de *Butia odorata*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 13, n. 3, e – 5486, 2018.

SEBBENN, A. M. Número de árvores matrizes e conceitos genéticos na coleta de sementes para reflorestamentos com espécies nativas. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 14, n. 2, p.115-132, dez. 2002.

SENRA, M. C. Tratamentos pré-germinativos em espécies nativas brasileiras. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 4, p.789-798, 2015.

SILVA, J. A.; PEREIRA, M. T. Interpretação do coeficiente de determinação em estudos fenotípicos. **Revista de Estatística Aplicada**, São Paulo, v. 10, n. 1, p.34-45, 2025.

- SILVA, P. *et al.* Análise da variabilidade genética em espécies nativas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 27, n. 4, p.1311-1324, 2017.
- SILVA, R. A. *et al.* Variabilidade fenotípica e genética em matrizes de *Ceiba speciosa*. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 46, n. 3, p.112-121, 2023.
- SILVA, T.; PEREIRA, A. Variação morfométrica e genética em sementes de espécies nativas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 34, n. 4, 2024.
- SILVEIRA, M. Aspectos fisiológicos e ecológicos da dormência de sementes. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 23, n. 1, p.15-26, 2013.
- SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetics e Plant Breeding**, Nova Deli, v. 41, p.237-245, 1981.
- SOUZA, A. L. **Fisiologia de sementes e dormência em espécies florestais**. 2012. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- SOUZA, D. S. *et al.* Estrutura fenotípica e agrupamento em macaúba com base em dados morfológicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 45, e-1596, 2023.
- SOUZA, M. *et al.* **Variabilidade genética em *Oenocarpus bataua* e *Acrocomia aculeata***. 2025. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus 2025.
- SOUZA, M. F.; ALMEIDA, L. H. Influência genética no teor de umidade de frutos em espécies florestais nativas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 34, n. 1, p.89-98, 2024.
- SOUZA, T. V de. **Dormência em sementes de espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Densa**. 2010. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal, Florianópolis, SC.
- SOUZA, V. J. Aspectos fisiológicos da dormência em sementes lenhosas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 42, n. 1, p.112-120, 2019.
- STEHMANN, J. R. *et al.* **Flora da Mata Atlântica**. Holos Editora, 2009.
- STEHMANN, J. R. *et al.* **Plantas da Floresta Atlântica**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, v. 1, 2009, 515 p.
- VIEIRA, I. G.; FERNADES, G. D. Métodos de Quebra de Dormência de Sementes: Processos para quebra de dormência das sementes. **Instituto de pesquisa e estudos florestais**, Piracicaba, nov. 1997.
- VIEIRA, R. F.; FERNANDES, F. Germinação e dormência em sementes de palmeiras. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 20, n. 1, p.31-42, 1997.

VIEIRA, R.D.; FERNANDES, P.D. Escarificação e suas aplicações na superação da dormência. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 1, n. 1, p.12-20, 1997.

WAGNER, J. G. **Caracterização e funcionalidades genéticas de *Butia eriospatha***. Tese (Doutorado em Agronomia) — Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2024.

WAGNER, J. G. Caracterização morfoquímica de frutos de *Butia eriospatha* e outras espécies relacionadas. **Varia Scientia**, Cascavel, v. 6, n. 11, p.156-166, 2017.