



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS  
ENGENHARIA FLORESTAL

CASSIA SILVA

**CARACTERES DE FRUTOS, SEMENTES E GERMINAÇÃO NA AVALIAÇÃO DE  
PROGÊNIES DE *Cordia glazioviana* (Taub.) Gottschling & J. S. Mill**

MOSSORÓ

2024

CASSIA SILVA

**CARACTERES DE FRUTOS, SEMENTES E GERMINAÇÃO NA AVALIAÇÃO DE  
PROGÊNIES DE *Cordia glazioviana* (Taub.) Gottschling & J. S. Mill**

Monografia apresentada a Universidade  
Federal Rural do Semi-Árido como requisito  
para obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Florestal.

Orientadora: Poliana Coqueiro Dias Araújo

MOSSORÓ

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S586c Silva, Cassia.  
CARACTERES DE FRUTOS, SEMENTES E GERMINAÇÃO NA  
AVALIAÇÃO DE PROGÊNIES DE *Cordia glazioviana*  
(Taub.) Gottschling & J. S. Mill / Cassia Silva. -  
2024.  
66 f. : il.

Orientadora: Poliana Coqueiro Dias Araújo.  
Monografia (graduação) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia  
Florestal, 2024.

1. Conservação. 2. Variabilidade genética. 3.  
Produção de mudas. 4. Propagação seminífera. I.  
Araújo, Poliana Coqueiro Dias, orient. II.  
Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade  
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência  
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva  
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Dedico esse trabalho a minha mãe Lucigleide (*in memoriam*).  
Para sempre será lembrada como uma mãe exemplar e amorosa.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu bom Deus, pois sem Ele eu não teria chegado até aqui. Ele foi o meu alicerce durante toda essa caminhada.

Aos meus pais, Clodoaldo Bento da Silva e Lidianne Alves Sobrinho, pois sempre me deram apoio durante minha vida acadêmica, enfatizando as qualidades que possuo e que em Cristo posso todas as coisas, pois Ele me fortalece.

À minha querida orientadora Poliana Coqueiro, a qual segurou minha mão durante vários semestres, sempre acreditando no meu potencial.

Agradeço a minha querida avó, Íris, pois mesmo distante me mandou mensagens de carinho e suporte.

Aos meus colegas de laboratório por toda ajuda, em especial Maria Cleoneide, Davi, Gleydson, Laisa, Stefany, Leandro, Kleisson, Ingrid, Mikael, Edilzilene, Laíze, Weberton, Ana Beatriz, Marcos e Felipe.

Aos membros da Igreja Divina Apodi por todas as orações, em especial a Irene Gurgel, pois tem sido um braço direito espiritual na minha vida.

À toda banca examinadora por ter aceitado o convite e contribuído com a evolução da ciência.

À minha grande amiga e psicóloga Joana Costa, a qual sempre me acalmou quando tive crise de ansiedade.

À minha mãe biológica, Lucigleide (*in memoriam*), pois mesmo não estando mais presente na Terra, está viva em meu coração.

A todos os docentes que passaram pela minha caminhada. Vocês foram o motivo de eu chegar até aqui. Sempre serei grata por todos os ensinamentos.

“Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar". (Josué 1:9)

## RESUMO

A *Cordia glazioviana* (Taub.) Gottschling & J.S.Mill. é conhecida popularmente como pau-branco, sendo uma árvore típica do sertão nordestino brasileiro. Essa espécie apresenta dificuldade para germinar, principalmente devido ao tegumento do fruto apresentar alta rigidez, dificultando o processo de embebição das sementes. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar as características biométricas (medidas físicas e morfológicas) de sementes e frutos, bem como realizar um teste de germinação *in vitro* de quatro populações de *Cordia glazioviana* (Taub.) Gottschling & J.S.Mill. Para o presente estudo, foram coletados diásporos em sessenta matrizes de *C. glazioviana* nos municípios de Assú, Mossoró, Serra do Mel e Upanema. Após a coleta foi realizado o beneficiamento, retirando-se o cálice persistente do diásporo, e em sequência, 2400 frutos foram prensados em alicate de baixa pressão. Para determinação dos parâmetros biométricos foram processadas imagens de 2400 frutos e sementes no programa ImageJ. Posteriormente, foi realizada a propagação *in vitro* em meio de cultura MS (Murashige & Skoog) e composto orgânico (substrato). Os resultados obtidos demonstraram que a biometria digital de imagens é uma técnica viável e rápida, permitindo avaliar diferentes caracteres simultaneamente, sendo eles: área, perímetro, altura, largura, eixo maior e menor, circularidade, diâmetro Feret e MinFeret, proporção de rela, redondeza e solidez, sendo possível analisar que não há correlação dos caracteres fenotípicos dos frutos e sementes. Os diferentes tratamentos *in vitro* (meio de cultura MS e composto orgânico) mostraram que há maior tendência germinativa em meio de cultura, entretanto, os dois tratamentos podem ser adotados para a germinação de *C. glazioviana*, podendo ser utilizado na obtenção de mudas em larga escala. Os caracteres germinativos apresentaram elevada média para todas as populações, demonstrando que a espécie não possui dormência. Todas as populações apresentaram alto índice de germinação (IVG), indicando que o cultivo *in vitro* demonstra suprir todas as necessidades da espécie. Por meio da análise de Deviance observou-se que não há variabilidade genética para os caracteres dos frutos, sementes e germinativos entre as populações. Assim, procedeu-se a análise genética das diferentes progênies. Entretanto, não houve variabilidade genética significativa para os frutos e sementes, apresentando-se como uma tendência para espécies alógamas. Para os caracteres germinativos observou-se variabilidade genética, sendo essa uma alternativa para avaliar a variabilidade genética e auxiliar na conservação desta espécie, tendo em vista que possui alto valor econômico e ecológico.

**Palavras-chave:** Conservação. Variabilidade genética. Produção de mudas. Propagação seminífera.

## ABSTRACT

*Cordia glazioviana* (Taub.) Gottschling & J.S.Mill. It is popularly known as pau-branco, being a typical tree from the Brazilian northeastern hinterland. This species has difficulty germinating, mainly due to the fruit's integument being highly rigid, making the seed imbibition process difficult. In this context, the present work aims to evaluate the biometric characteristics (physical and morphological measurements) of seeds and fruits, as well as to carry out an in vitro germination test of four populations of *Cordia glazioviana* (Taub.) Gottschling & J.S.Mill. For the present study, diaspores were collected from sixty *C. glazioviana* matrices in the municipalities of Assú, Mossoró, Serra do Mel and Upanema. After collection, processing was carried out, removing the persistent calyx from the diaspore, and subsequently, 2400 fruits were pressed using low pressure pliers. To determine the biometric parameters, images of 2400 fruits and seeds were processed in the ImageJ program. Subsequently, in vitro propagation was carried out in MS culture medium (Murashige & Skoog) and organic compound (substrate). The results obtained demonstrated that digital image biometrics is a viable and fast technique, allowing the evaluation of different characters simultaneously, namely: area, perimeter, height, width, major and minor axis, circularity, Feret and MinFeret diameter, relation ratio, roundness and solidity, making it possible to analyze that there is no correlation between the phenotypic characters of the fruits and seeds. The different in vitro treatments (MS culture medium and organic compost) showed that there is a greater germination tendency in the culture medium, however, both treatments can be adopted for the germination of *C. glazioviana*, and can be used to obtain large seedlings. scale. The germinative characters presented a high average for all populations, demonstrating that the species does not have dormancy. All populations showed a high germination index (GVI), indicating that in vitro cultivation meets all the needs of the species. Through Deviance analysis, it was observed that there is no genetic variability for the characters of fruits, seeds and germination between populations. Thus, genetic analysis of the different progenies was carried out. However, there was no significant genetic variability for fruits and seeds, presenting a tendency towards allogamous species. For germinal characters, genetic variability was observed, which is an alternative to evaluate genetic variability and assist in the conservation of this species, considering that it has high economic and ecological value.

**Keywords:** Conservation. Genetic variability. Seedling production. Seminiferous propagation



## LISTA DE FIGURAS

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 | – (A) Diásporo de pau-branco revestido com ala; (B) fruto com ala removida; (C) semente dentro do fruto; (D) semente totalmente retirada.....                                                                                                                                                                                                                   | 18 |
| Figura 2 | – (A) Árvore de <i>Cordia glazioviana</i> em período de estiagem e (B) período chuvoso.....                                                                                                                                                                                                                                                                     | 19 |
| Figura 3 | – Distribuição espacial das 4 populações de <i>C. glazioviana</i> .....                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 25 |
| Figura 4 | – Processo de beneficiamento das sementes de <i>C. glazioviana</i> : (A) Fruto revestido com diásporo; (B) fruto de <i>C. glazioviana</i> após retirar-se o cálice persistente; (C) fruto posicionado em alicate para a retirada das sementes; (D) sementes dentro do fruto; (E) semente.....                                                                   | 26 |
| Figura 5 | – Análise biométricas dos frutos de <i>C. glazioviana</i> avaliados digitalmente.....                                                                                                                                                                                                                                                                           | 27 |
| Figura 6 | – Análise biométricas das sementes de <i>C. glazioviana</i> avaliados digitalmente.....                                                                                                                                                                                                                                                                         | 27 |
| Figura 7 | – (A) Sementes de <i>C. glazioviana</i> adicionadas em meio de cultura; (B) abertura das folhas cotiledonares; (C) emissão das folhas cotiledonares verdes e sistema radicular; (D) transferência das sementes germinadas para bandejas; (E) plântulas aclimatizando em casa de sombra; (F) mudas de <i>C. glazioviana</i> em tubetes.....                      | 29 |
| Figura 8 | – (A) Sementes de <i>C. glazioviana</i> adicionadas em meio de cultura; (B) abertura das folhas cotiledonares; (C) emissão das folhas cotiledonares verdes e sistema radicular; (D) transferência das sementes germinadas para bandejas; (E) plântulas aclimatizando em casa de sombra; (F) mudas de <i>C. glazioviana</i> em tubetes.....                      | 30 |
| Figura 9 | – Correlações fenotípica de caracteres biométricos de frutos (F) e sementes (S) de quatro populações de <i>C. glazioviana</i> . Azul: correlação positiva; Vermelho: correlação negativa. Per: perímetro; Lar: largura; Alt: altura; E. maior: eixo maior; E. menor: eixo menor; Circ: circularidade; PDT: proporção de tela; Red: redondeza; Sol: solidez..... | 36 |

- Figura 10 – A) Emissão da Folha Cotiledonar (EFC) e Folha Cotiledonar Verde (EFCV) em quatro populações de *C. glazioviana*; (B) emissão de folha cotiledonar e folha cotiledonar verde em meio de cultura MS. (C) Emissão da folha cotiledonar de diferentes populações de *C. glazioviana* em função dos dias de avaliação; (D) Folha cotiledonar verde de diferentes populações de *C. glazioviana* em função dos dias de avaliação.....40
- Figura 11 – (A) Germinação de sementes de diferentes populações de *C. glazioviana*; (B) Índice de Velocidade de Germinação (IVG) entre quatro populações de *C. glazioviana*.....41
- Figura 12 – Vigor das sementes de progênies de *C. glazioviana* aos 184 dias de armazenamento, e dezembro de 2023 aos 413 dias de armazenamento. Médias seguidas de letra maiúscula não diferenciam vigor entre populações, média seguida de letra minúscula não diferencia vigor dentro da população...44

## LISTA DE TABELAS

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1  | – Distância entre as quatro populações de <i>C. glazioviana</i> .....                                                                                                                                                                                                      | 26 |
| Tabela 2  | – Média dos caracteres avaliados na biométrica de frutos de quatro populações de <i>C. glazioviana</i> , .....                                                                                                                                                             | 32 |
| Tabela 3  | – Média dos caracteres avaliados na biométrica de sementes de quatro populações de <i>C. glazioviana</i> .....                                                                                                                                                             | 33 |
| Tabela 4  | – Influência do meio de cultivo na germinação <i>in vitro</i> de quatro populações de <i>C. glazioviana</i> .....                                                                                                                                                          | 38 |
| Tabela 5  | – Índice de Velocidade de Germinação de quatro populações de <i>C. glazioviana</i> .....                                                                                                                                                                                   | 43 |
| Tabela 6  | – Caracteres avaliados na biométrica de frutos e sementes de quatro populações de <i>C. glazioviana</i> , coeficiente de determinação dos efeitos genéticos de populações e significância das populações por Análise de Deviance.....                                      | 45 |
| Tabela 7  | – Emissão de Folha Cotiledonar, Emissão de Folha Cotiledonar Verde, Germinação e Sobrevivência de quatro populações de <i>C. glazioviana</i> , coeficiente de determinação dos efeitos genéticos de populações e significância das populações por Análise de Deviance..... | 47 |
| Tabela 8  | – Estimativa de parâmetros genéticos dos frutos para os caracteres área, perímetro, largura, altura, eixo maior, eixo menor, circularidade, diâmetro feret, minferet, proporção de tela, redondeza e solidez de quatro populações de <i>C. glazioviana</i> .....           | 49 |
| Tabela 9  | – Estimativa de parâmetros genéticos das sementes para os caracteres área, perímetro, largura, altura, eixo maior, eixo menor, circularidade, diâmetro feret, minferet, proporção de tela, redondeza e solidez de quatro populações de <i>C. glazioviana</i> .....         | 51 |
| Tabela 10 | – Estimativa de parâmetros genéticos da viabilidade para os caracteres emissão da folha cotiledonar, emissão da folha cotiledonar verde, germinação e sobrevivência de quatro populações de <i>C. glazioviana</i> .....                                                    | 54 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|          |                                    |
|----------|------------------------------------|
| ANADEV   | Análise de Deviance                |
| Circ.    | Circularidade                      |
| D. Feret | Diâmetro Feret                     |
| E. Maior | Eixo maior                         |
| E. Menor | Eixo menor                         |
| EFC      | Emissão de folha cotiledonar       |
| EFCV     | Emissão de folha cotiledonar verde |
| IVG      | Índice de Velocidade de Germinação |
| Redond.  | Redondeza                          |

## LISTA DE SÍMBOLOS

|   |                  |
|---|------------------|
| © | Copyright        |
| ® | Marca registrada |
| % | Porcentagem      |

## SUMÁRIO

|     |                                                                                                   |    |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1   | INTRODUÇÃO.....                                                                                   | 16 |
| 2   | REVISÃO DE LITERATURA.....                                                                        | 17 |
| 2.1 | <i>Cordia glazioviana</i> .....                                                                   | 17 |
| 2.2 | Estudo da variabilidade genética entre e dentro de populações em espécies florestais nativas..... | 20 |
| 2.3 | Biometria de frutos e sementes com análise de imagens.....                                        | 21 |
| 2.4 | Cultura de tecidos como estratégia para propagação de espécies com dormência.....                 | 23 |
| 3   | MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                          | 25 |
| 4   | RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                                                                       | 31 |
| 4.1 | Análise biométrica de frutos e sementes de <i>C. glazioviana</i> .....                            | 31 |
| 4.2 | Metodologias de germinação <i>in vitro</i> .....                                                  | 37 |
| 4.3 | Análise genética das populações.....                                                              | 45 |
| 5.  | CONCLUSÃO.....                                                                                    | 55 |
| 6.  | REFERÊNCIAS .....                                                                                 | 57 |

## 1 INTRODUÇÃO

A *Cordia glazioviana* (Taub.) Gottschling & J.S.Mill. é conhecida popularmente como pau-branco, sendo uma árvore típica do sertão nordestino brasileiro. Apresenta múltiplos usos, sendo aplicada para construção civil, medicinal, apícola, entre outras utilizações madeireiras e não madeireiras. A espécie ocorre naturalmente nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Bahia e Minas Gerais. Apesar da ocorrência em diferentes regiões, observa-se a redução das populações naturais de *C. glazioviana* (Gama, 1992; Rizzini, 1976; Maia, 2004; Gavilanes, 1994; Maracajá, et al., 2003, Carvalho, 2014).

A propagação seminífera da *C. glazioviana* apresenta dificuldades. Isso ocorre principalmente devido ao tegumento do fruto apresentar alta rigidez, dificultando o processo de embebição das sementes. Além disso, a extração das sementes é uma tarefa laboriosa, exigindo o uso de técnicas e ferramentas específicas (Araújo et al., 2022). Associado a isso, o pau-branco possui sementes recalcitrantes, não suportando o armazenamento por longos períodos. Deste modo, à medida que as sementes sofrem dessecação, seu vigor é proporcionalmente reduzido. Outro problema pertinente é a incidência de coleópteros nas sementes, podendo provocar sérios danos ao embrião. Assim, diante das dificuldades apresentadas pela propagação seminífera do pau-branco, justifica-se realizar a propagação *in vitro*, sendo essa metodologia já utilizada para a propagação de diversas espécies arbóreas (Ferreira; Borghetti, 2004; Walters, 2015; Azarkovich, 2020; Santos, 2008; Oliveira et al., 2013).

Nesse contexto, a micropropagação destaca-se como uma das técnicas de cultura de tecido mais empregadas na área florestal, especialmente para o cultivo *in vitro* e subsequente conservação de espécies florestais. Logo, a micropropagação apresenta-se como potencial para a conservação de germoplasma *in vitro*, limpeza clonal, germinação de sementes recalcitrantes, produção em larga escala de mudas e aceleração de programas de melhoramento genético através da multiplicação de genótipos selecionados (Xavier et al., 2013; Oliveira et al., 2013).

Portanto, a aplicação da micropropagação para a conservação de espécies ameaçadas de extinção, a exemplo da *C. glazioviana*, deve garantir a preservação da variabilidade genética da espécie. Assim, para o estabelecimento *in vitro*, é vantajoso utilizar genótipos oriundos de diversas populações (Mercier; Nievola, 2003), visto que a germinação de sementes *in vitro* é um processo biológico multivariado (Genze et al., 2020), podendo ser influenciado por fatores genéticos e físicos (Hesami; Jones, 2020). Alguns estudos demonstram a viabilidade da germinação *in vitro* em espécies com sementes que apresentam dormência embrionária (Morandi, 2020; Gonzaga et al., 2021), sementes recalcitrantes (Gallia et al., 2021; Generoso et al., 2019) e com baixo potencial de germinação (Araújo, 2020; Albino et al., 2019). Nesse

contexto, justifica-se trabalhar com a germinação *in vitro* como estratégia para a propagação seminal de *C. glazioviana*, sobretudo devido a espécie apresentar redução do número de indivíduos nas populações naturais.

Analisando a redução do número de indivíduos dentro das populações, questiona-se: a variabilidade genética dentro dessas populações está reduzindo? Esse é um questionamento pertinente em termos de manutenção da variabilidade genética da espécie. Assim, para iniciar os estudos considerando a variabilidade entre e dentro de populações, faz-se importante trabalhar com biometria de frutos e sementes. A biometria de frutos e sementes é uma alternativa rápida, eficaz e barata para estudar a planta matriz, avaliando se há ou não diferenças genéticas existente entre e dentro das populações quanto aos caracteres biométricos (Felix et al., 2024). Nesse contexto, o conhecimento sobre a biometria dos frutos e a adequação de um protocolo eficiente de propagação são essenciais para a conservação e perpetuação da espécie (Araújo et al., 2022).

A biometria de sementes vem sendo aplicada para identificar a variabilidade genética entre as populações de uma mesma espécie e compreender suas interações com o ambiente (Ferreira et al., 2022). Essa abordagem fornece subsídios significativos para a diferenciação das espécies. Portanto, a análise através do processamento digital de imagens é uma técnica viável, permitindo a obtenção de dados com precisão superior a biometria manual e em menor tempo (Paiva et al., 2017). Além disso, características biométricas podem ser empregadas como critério na escolha de sementes para produção de mudas de qualidade (Matos et al., 2014).

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar as características biométricas de sementes e frutos, bem como realizar um teste de germinação *in vitro* de quatro populações de *Cordia glazioviana* (Taub.) Gottschling & J.S.Mill como base para estudos de variabilidade genética entre e dentro das diferentes populações, assim como para definição de uma metodologia de propagação da espécie em larga escala.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 *Cordia glazioviana*

A *C. glazioviana* é uma planta nativa brasileira, estando amplamente distribuída no bioma Caatinga nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Bahia e Minas Gerais (Gottschling; Miller, 2006). Essa espécie é pertencente à família Cordiaceae, sendo também conhecida como pau-branco, pau-branco-louro e pau-de-velha. Ela tem grande importância econômica, sendo utilizada para fins madeireiros e não madeireiros, à exemplo da construção civil, energia,



medicina tradicional, apicultura e alimentação animal (Pessoa; Lemos, 1997; Carvalho, 2014; Braga, 1960; Flora e Funga do Brasil, 2024).

Essa espécie é caracterizada por flores brancas e suaves, possuindo frutos pequenos, castanhos e densamente hirsuto, sendo duas vezes menor que a *C. oconcalyx*. Apesar do fruto possuir tegumento rígido, as sementes são lisas, elípticas, oleaginosas e recalcitrantes, não possuindo dormência tegumentar (Figura 1) (Carvalho, 2014).

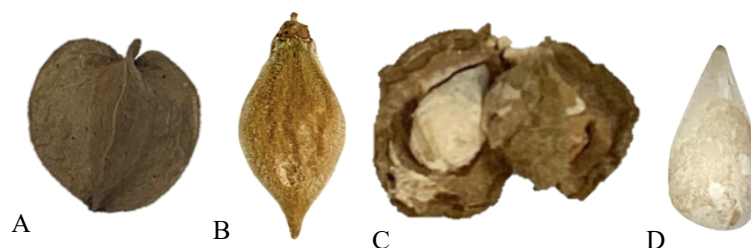


Figura 1: (A) Diásporo de pau-branco revestido com ala; (B) fruto com ala removida; (C) semente dentro do fruto; (D) semente totalmente retirada  
Fonte: Autor, 2023

A *C. glazioviana* é arbórea, de padrão foliar semicíduo. As árvores podem atingir aproximadamente 16 m de altura e 50 cm de DAP (diâmetro à altura do peito) na idade adulta. O tronco costuma ser reto e cilíndrico e a casca pode medir até 10 mm de espessura, apresentando o ritidoma liso e de coloração clara. Já as folhas apresentam configuração espiraladas, simples, obtusas, subcoriáceas, medindo de 4 cm a 15 cm de comprimento e 2 cm a 7 cm de largura, sobre pecíolos ásperos de 3 mm a 25 mm de comprimento (Figura 2) (Carvalho, 2014).

A espécie está distribuída principalmente no nordeste brasileiro, tendo como característica principal o clima semiárido, onde a precipitação média anual varia de 600 mm a 1000 mm. Vale ressaltar que o regime de precipitações é periódico e com forte deficiência hídrica em toda sua área de ocorrência (Carvalho, 2014). De acordo com o Sistema de Classificação de Solos do Brasil (SiBCS), a região de distribuição da *C. glazioviana* encontra-se principalmente solos do tipo: Argissolos, Cambissolos Neossolos, Latossolos, Luvissolos e Planossolos (Santos, 2018).

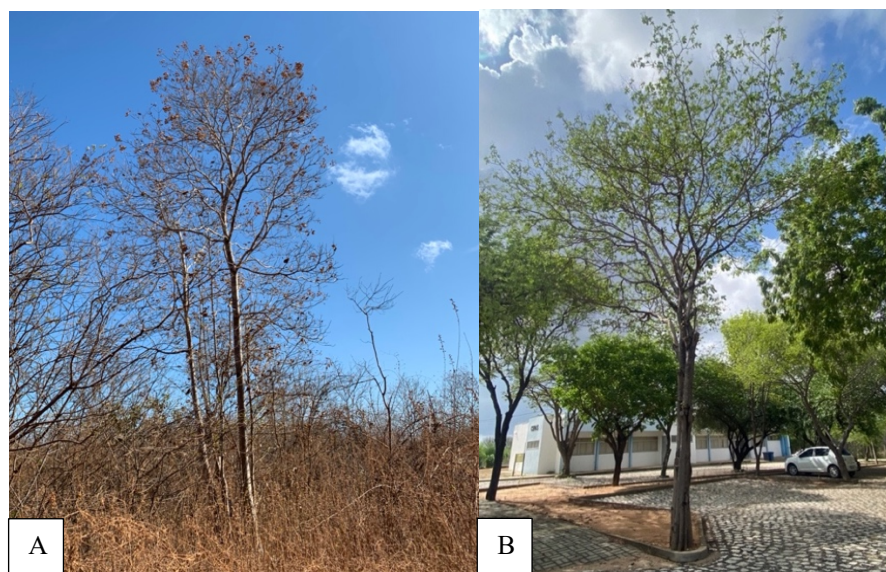


Figura 2: (A) Árvore de *Cordia glazioviana* em período de estiagem e (B) período chuvoso

Fonte: Autor, 2023

Por estar amplamente distribuído, a floração ocorre em diferentes épocas. Segundo a literatura, ocorre em janeiro na Bahia (Rizzini, 1996), em abril no Ceará (Maia, 2006) e de junho a setembro no Rio Grande do Norte (Oliveira, 1976). De acordo com Quirino (2021), a fase de floração da *C. glazioviana* acontece no final da estação chuvosa, coincidindo com o período de desfolha. Quanto a frutificação, sucede de dezembro a fevereiro (Carvalho, 2014).

Quanto o seu sistema sexual, a *C. glazioviana* é considerada uma espécie monóica, sendo polinizada por duas espécies de moscas da família Syrphidae. A dispersão dos seus frutos e sementes é anemocórica, ou seja, ocorre por meio do vento, sendo favorecida pelo cálice acrescente que envolve os frutos. Essa espécie é alógama, garantindo assim, maior variabilidade genética e maior quantidade de sementes produzidas (Silva; Machado, 1996; Carvalho, 2014; Leite, 2023).

A *C. glazioviana* é uma espécie secundária inicial, geralmente apresentando forma irregular em plantio, ramificada comumente a partir da base, formando touceiras de dois ou três troncos. Para formar o fuste, há necessidade de desbrota e desrama. Para tanto, recomenda-se plantio misto, associado com espécies pioneiras e de rápido crescimento (Carvalho, 2014).

Apesar da espécie ser de interesse econômico e ecológico, na literatura não são encontradas informações a respeito da propagação vegetativa para a espécie em estudo. Contudo, a definição de metodologias de germinação *in vitro* e reprodução vegetativa via estaquia apresenta-se como uma opção viável para a produção de mudas em quantidade e

qualidade, contribuindo significativamente para conservação e multiplicação da *C. glazioviana* (Araújo, 2020).

## **2.2 Estudo da variabilidade genética entre e dentro de populações em espécies florestais nativas**

O estudo da variabilidade genética entre e dentro das populações é fundamental para garantir seu potencial adaptativo frente às diversidades ambientais. Isso é crucial, pois garante a continuidade dos processos evolutivos e permite que a seleção natural exerça sua influência. Quantificar essa variabilidade nas populações é de grande importância ao avaliar como as espécies enfrentam o ambiente e se mantêm vivas e reprodutivas ao longo do tempo (Moura et al., 2023; Ribeiro; Rodrigues, 2006).

Existem alguns aspectos que podem influenciar na variabilidade genética entre populações, a exemplo dos aspectos ecológicos e do sistema reprodutivo das espécies, pois afetam o fluxo gênico. Assim, dependendo do sistema reprodutivo da espécie, a estrutura gênica das populações será distinta e a variabilidade será distribuída de forma diferente entre os indivíduos que compõem a população (Loveless; Hamrick, 1984; Biernaski et al., 2012).

A limitação entre o fluxo gênico das populações de plantas e as pressões seletivas sofridas ao longo do tempo conferem características genéticas distintas a grupos populacionais, verificando-se que a variabilidade genética das espécies está associada à sua distribuição geográfica (Lovatel et al., 2021). Por isso, informações sobre a variabilidade genética das populações naturais são essenciais para determinar as áreas ideais de coleta de sementes, visando seu uso em programas de restauração, além de estabelecer bancos ativos de germoplasma e implementação de população base para fins de conservação e pré-melhoramento (Silva et al., 2022).

Atualmente tem sido realizados diversos estudos sobre a variabilidade genética, à exemplo de Gois et al. (2018), onde caracterizaram populações naturais de *Cassia grandis* L.f. por meio de marcadores isoenzimáticos. Já Silva et al. (2022) avaliaram a variabilidade genética existente entre e dentro da população natural de *P. platycephala* a partir de caracteres biométricos de frutos e sementes, enquanto Pupin et al. (2016) fizeram estudos estimando parâmetros genéticos para caracteres silviculturais em um teste de progênies de *M. urundeuva*, em sistema de plantio multi-espécie, avaliando o potencial para conservação *ex situ*.

Esses estudos são necessários para subsidiar a elaboração de estratégias de conservação, coleta de sementes e produção de mudas (Gois et al., 2018). Sabendo-se que a variabilidade genética de uma espécie está distribuída entre e dentro de populações, sendo sua estrutura

resultante da ação conjunta dos processos evolutivos, como seleção, migração, mutação e cruzamentos (Loveless; Hamrick, 1984).

Deste modo, o estudo de procedências e/ou progênes, é uma prática utilizada para espécies florestais nativas com alto valor econômico e ecológico, a exemplo da *C. glazioviana*. Os objetivos da implementação de tais testes incluem a conservação genética, a formação de pomares de sementes, o pré-melhoramento, a domesticação e o desenvolvimento de programas de melhoramento genético (Silva et al., 2013; Souza et al., 2021). Assim, as análises estatísticas de caracteres quantitativos contribuem com informações a respeito da variabilidade genética presente em uma população florestal, além de compreender sua estrutura genética (Cruz, 2005). Dentre os parâmetros genéticos avaliados, os de maior importância nesses testes são os coeficientes de variação, as variâncias genéticas, a herdabilidade, o ganho genético, coeficiente de endogamia, taxa de autofecundação, heterose e taxa de fixação (Vencovsky; Barriga, 1992; Borém; Miranda, 2009).

Outra forma de se estudar a variabilidade genética dentro de populações com maior eficiência é a utilização de marcadores moleculares, sendo esta uma técnica simples e rápida (Lacerda et al., 2002). Entretanto, há necessidade de técnicas laboratoriais e altos custos, havendo dificuldade em muitos casos para a utilização. Assim, a aplicação de parâmetros morfométricos, a exemplo de caracteres de crescimento, germinação, tamanho de frutos e sementes podem ser aplicados com eficiência (Millach, 2008).

Recentemente, foram utilizados dados biométricos de frutos e sementes para se estudar a variabilidade genética de populações de espécies florestais, como foi verificado por Felix et al. (2024). De acordo com os autores, esses estudos contribuem para a compreensão das interações genótipo-ambiente e, conseqüentemente, possibilita monitorar o fluxo de sementes entre populações.

### **2.3 Biometria de frutos e sementes com análise de imagens**

A biometria de frutos e sementes é tradicionalmente realizada de forma manual, utilizando réguas e paquímetros, é um método dispendioso e sujeito a erros. A metodologia consiste em selecionar sementes e frutos aleatórios para que sejam determinados comprimento, largura, massa e número de sementes por fruto. Contudo, para aprimorar a avaliação biométrica de frutos e sementes, tem-se empregado o processamento digital de imagens, sendo considerado mais confiável que o método tradicional (Venkatesan; Sujatha, 2018; Sanches, 2023).

A análise de imagens de frutos e sementes se mostra vantajosa, pois permite obter mais caracteres, como tamanho, forma e cor. Isso só é possível com a utilização de um software

apropriado, tendo em vista que com métodos manuais utilizando paquímetro digital ou régua não é possível obter dados específicos como forma e cor. Além disso, o tempo de medição é otimizado, e um maior número de sementes e frutos podem ser avaliados em conjunto (Felix et al., 2024).

A análise de imagem digital tem alta eficiência na obtenção de características biométricas de sementes e diásporos, caracterizando-se, portanto, como uma ferramenta fácil, rápida e precisa, com baixos custos econômicos e operacionais (Araújo et al., 2022). Entretanto, apesar dos avanços tecnológicos e da facilidade na obtenção de dados biométricos por meio do processamento digital de imagens, são escassos os estudos que evidenciam a divergência genética em populações de espécies florestais por meio da análise morfométrica de sementes (Nascimento, 2021).

Estudos relacionados a biometria de frutos e sementes é de significativa relevância, uma vez que pode ser empregada na identificação da variabilidade genética dentro de uma mesma espécie, além de contribuir para a determinação do ponto ideal de coleta de frutos (Araújo et al., 2022). Portanto, a análise biométrica das espécies está diretamente vinculada a fatores genéticos e ambientais, desempenhando papel importante na taxonomia e identificação (Vieira; Carvalho, 2009). Essas informações têm potencial de fornecer suporte a outros estudos e projetos voltados à conservação e manejo racional de recursos naturais com valor econômico, além de fornecer informações valiosas para a distinção entre espécies do mesmo gênero (Christro et al., 2012).

Assim, ao buscar extrair informações-chave sobre indivíduos ou populações florestais, deve-se avaliar um maior número de sementes. Dessa forma, a utilização da análise biométrica de sementes por processamento de imagem terá implicações diretas em estudos silviculturais, genéticos e ecológicos (Felix et al., 2023). No entanto, além de estudos relacionados à caracterização biométrica de frutos e sementes, é necessário estabelecer protocolos padronizados de propagação, contribuindo, assim, para uma compreensão mais aprofundada das condições adequadas para que as espécies florestais iniciem o processo germinativo (Araújo, 2020).

A análise de imagens para avaliação de caracteres biométricos vem sendo utilizada em diferentes espécies florestais, como a exemplo dos estudos utilizando sementes de *Mimosa scabrella* (Félix et al., 2021), *Jatropha curcas* L. (Cervantes et al., 2016), *Pityrocarpa moniliformis* (Félix et al., 2020) e *Cordia oncocalyx* (Araújo et al., 2022). Todos os autores concordam que o método manual tem limitações na obtenção de dados. Em contraste, a

biometria digital permite medir automaticamente uma variedade de caracteres de formas e tamanhos muito pequenos. Portanto, os resultados obtidos por meio de softwares são superiores.

Observa-se em diversas espécies que o tamanho da semente e fruto é marcador da sua qualidade fisiológica. Dentro de um mesmo lote, as sementes pequenas tendem a apresentar menor germinação e vigor comparado com as médias e grandes. Isso ocorre porque as sementes maiores produzem plântulas mais vigorosas, possuindo assim, uma quantidade superior de reservas, maior nível de hormônio e maior embrião (Popinigis, 1985; Surles, 1993). Entretanto, Alves et al. (2005) afirma que a germinação das sementes não é necessariamente influenciada pelo tamanho das sementes, contudo, pode ser fortemente influenciada pela procedência.

Deste modo, o conhecimento da variação biométrica de caracteres de frutos e sementes é importante para o melhoramento dos caracteres, como tamanho e forma, seja no sentido de aumentar ou uniformizar as características, ou explorá-las por meio de programas de melhoramento, tendo como objetivo a seleção e melhoramento genético da espécie para obtenção de genótipos (Gonçalves et al., 2013).

O conhecimento da biometria das sementes e frutos torna-se importante para entender o esforço reprodutivo da planta (Fenner, 1993) e diferenciação das espécies (Baskin; Baskin, 1998). Por consequência, a descrição biométrica de frutos e sementes podem ser aplicados em estudos relacionados à germinação, armazenamento e teste de qualidade em espécies com dormência tegumentar, objetivando, assim, alternativas para sua propagação (Ramos; Ferraz, 2008).

## **2.4 Cultura de tecidos como estratégia para propagação de espécies com dormência**

O método utilizado para produzir mudas de espécies florestais varia de acordo com a espécie, podendo ser via seminífera ou vegetativa, uma vez que cada espécie possui necessidades específicas para iniciar seu processo germinativo, como nutrição, temperatura e umidade (Araújo, 2020). A germinação de sementes *ex vitro* nem sempre é eficaz para obter mudas em quantidade e com qualidade, pois sementes de algumas espécies podem não germinar em condições de viveiro, exigindo assim a adoção de outras técnicas de propagação, como a germinação *in vitro* (Araújo, 2022).

A ausência de conhecimento acerca das técnicas de produção de mudas de plantas nativas e, em certos casos, a dificuldade de propagação por meio da reprodução sexuada devido à inviabilidade das sementes ou à necessidade de obter um material com características mais homogêneas, sugerem que a propagação vegetativa pode ser considerada como uma alternativa viável para multiplicar essas espécies (Dias et al., 2015). A propagação *in vitro* e a estaquia se

destacam entre as técnicas de propagação vegetativa, sendo uma alternativa para a produção de mudas em qualidade e quantidade (Xavier et al. 2013). Bem como, importantes para a conservação e multiplicação de espécies florestais com baixa produção de sementes, reduzido vigor, recalcitrantes, com baixo potencial germinativo e dormência embrionária (Hartmann et al., 2011; Silveira, 2023; Pereira et al., 2010; Gallia et al., 2021; Gonzaga et al., 2021; Albino et al., 2019).

O cultivo *in vitro* de plantas, também chamado de cultura de tecidos vegetais, é definido como o cultivo em ambiente artificial sob condições assépticas e controladas de células vegetais isoladas, tecidos ou órgãos, podendo originar plantas inteiras, seja diretamente a partir do explante ou indiretamente a partir de calo (Lakshmana, 2005).

A aplicação de técnicas de culturas de tecidos, incluindo a micropropagação, permite a produção em larga escala de plantas em um curto período e em menor espaço. Esse método possibilita a obtenção de mudas livres de fitopatologias, independente da época e/ou condições meteorológicas (Esposito-Polesi, 2020).

O cultivo *in vitro* utilizando sementes pode apresentar inúmeras vantagens, devido à diversidade genética que as sementes proporcionam, além de ser uma técnica útil para a multiplicação em larga escala de espécies com dificuldade de propagação (Rodrigues, 2020), a exemplo da *C. glazioviana*. Portanto, o cultivo *in vitro* não apenas aumenta a capacidade de produzir um maior número de mudas para os produtores, mas também desempenha um papel fundamental na restauração e recuperação de áreas degradadas, promovendo a conservação de espécies em risco de extinção (Oliveira et al., 2007). Além disso, é notável que a germinação *in vitro* tem alcançado importantes resultados, permitindo além de outras conquistas, a superação da dormência em menor período (Pinhal et al., 2011).

Existem alguns estudos que indicam a viabilidade da micropropagação para a germinação de sementes de espécies florestais com recalcitrância à propagação seminífera. Araújo et al. (2020) mostram que o protocolo de germinação *in vitro*, desenvolvido no estudo, proporcionou excelentes resultados para a espécie *Cordia oncocalyx*, mostrando-se como uma técnica eficiente na obtenção de mudas em larga escala. Gorgone et al. (2020), também, afirmam que a propagação *in vitro* para a *Pterodon pubescens* é uma alternativa viável, apresentando um desenvolvimento significativo da espécie em laboratório. Resultados semelhantes foram encontrados por Souza et al. (2017), onde observou que trabalhar *in vitro* com diversas espécies pode facilitar a propagação em massa para a produção de mudas destinadas à regeneração florestal. Já Stein et al. (2007) estudou aspectos da germinação *in vitro* em *Inga vera* Willd. subsp. *Affinis*, tendo como objetivo superar a recalcitrância de suas

sementes e viabilizar a produção de mudas da espécie, onde puderam observar o aumento da germinabilidade das sementes da espécie.

Conforme observado, a recuperação de sementes e a germinação *in vitro* para a conservação de germoplasma podem ser ferramentas estratégicas com potencial aplicação para minimizar a redução da variabilidade genética em biomas como a Caatinga (Souza et al., 2017). Todavia, a micropropagação ainda não é usual para grande parte das espécies lenhosas e apresenta problemas como oxidação, contaminação, baixa taxa de enraizamento e multiplicação dos propágulos (Jordan, 1988; Rasai et al., 1994; Zobayed et al., 2002).

Em suma, essa tecnologia deve ser aprimorada constantemente para que seja capaz de cumprir a demanda e estabelecer formas alternativas para a exploração sustentável de espécies com dormência e difícil germinação (Morais et al., 2012; Murthy et al., 2015).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Para o presente estudo, foram coletados diásporos em sessenta matrizes de *C. glazioviana* nos municípios de Assú, Mossoró, Serra do Mel e Upanema, todos localizados no Rio Grande do Norte, entre os meses de julho a novembro de 2022 (Figura 3). Em cada município foram selecionadas quinze matrizes, estando elas espaçadas a no mínimo 100 m de distância. Entre as populações a distância mínima foi de 21 km entre as populações Assú e Upanema, sendo que a distância máxima observada foi entre a população Mossoró e Assú, 57 km (Tabela 1).

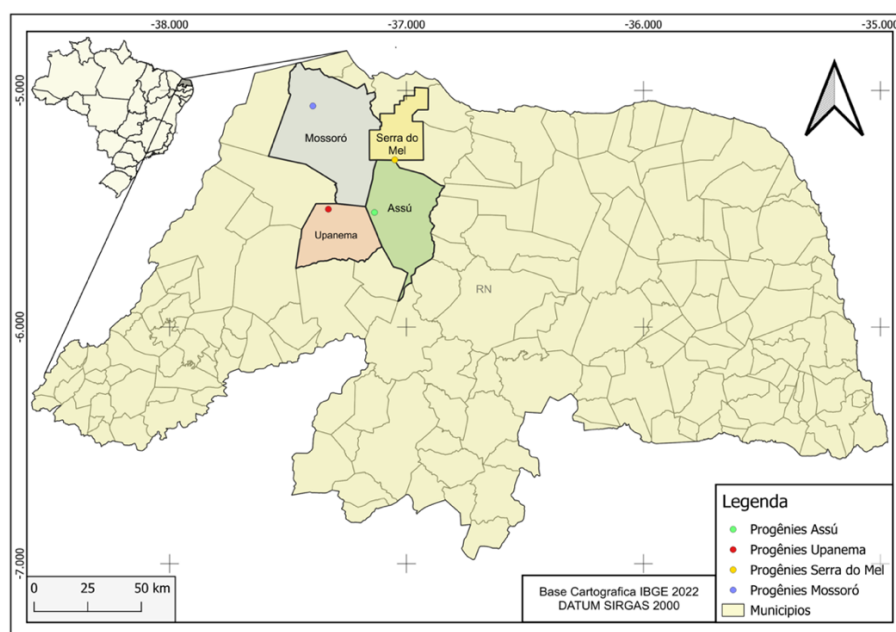


Figura 3: Distribuição espacial das 4 populações de *C. glazioviana*.

Fonte: Autor, 2024



Tabela 1: Distância entre as quatro populações de *C. glazioviana*.

| POPULAÇÃO | POPULAÇÃO    | DISTÂNCIA (km) |
|-----------|--------------|----------------|
| Mossoró   | Assú         | 57             |
| Mossoró   | Upanema      | 48             |
| Mossoró   | Serra do Mel | 46             |
| Assú      | Upanema      | 21             |
| Assú      | Serra do Mel | 26             |
| Upanema   | Serra do Mel | 38             |

Fonte: autor, 2024.

Após a coleta foi realizado o beneficiamento, retirando-se o cálice persistente do diásporo (Figura 4 A e B), e em sequência, 2400 frutos foram prensados em alicate de baixa pressão (Figura 4 C), sendo os frutos alocados no centro da abertura da ferramenta e pressionados manualmente até que houvesse o rompimento do tegumento (Figura 4 D) e assim, as sementes fossem liberadas (Figura 4 E) sem haver danos na sua constituição.

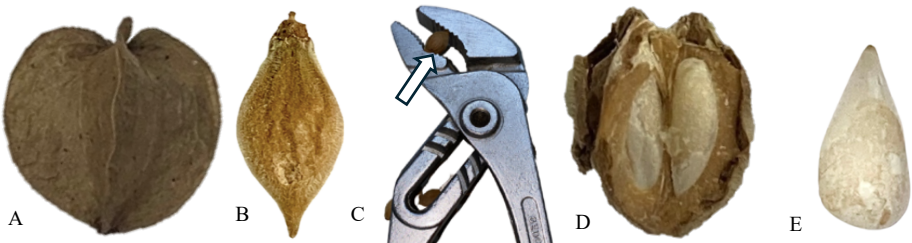


Figura 4: Processo de beneficiamento das sementes de *C. glazioviana*: (A) Fruto revestido com diásporo; (B) fruto de *C. glazioviana* após retirar-se o cálice persistente; (C) fruto posicionado em alicate para a retirada das sementes; (D) sementes dentro do fruto; (E) semente.

Fonte: autor, 2023

**Biometria dos frutos e sementes**

As análises dos frutos e sementes de *C. glazioviana* foram realizadas por meio da biometria pela análise digital, sendo separadas em 60 lotes de 40 frutos e sementes aleatórios. Para realizar as fotografias foram utilizadas lentes de 12 mp a uma distância de 40 cm, utilizando fundo escuro, marcando com uma régua graduada em milímetros como referência. Após a sessão fotográfica, as imagens foram transferidas para o computador e analisadas com

auxílio do software ImageJ® versão 1.46 (Ferreira; Rasband, 2012) para obter informações quanto a biometria das sementes e frutos. Os parâmetros avaliados na análise biométrica foram: área ( $\text{mm}^2$ ), perímetro (mm), largura e altura (mm), eixo maior e menor (mm), diâmetros Feret e MinFeret (mm), circularidade (0.0-1.0), proporção da tela (mm), redondeza (0.0-1.0) e solidez (0.0-1.0).

O processamento de imagem foi baseado na captura e conversão para o formato 8 bits, seguido pela calibração da escala da imagem em milímetros, seleção da área a ser analisada e o uso da máscara de threshold para realizar o contraste dos frutos (Figura 5) e sementes (Figura 6). Por fim, as sementes e frutos foram analisadas biometricamente e os resultados foram exportados no formato Excel® (Felix et al., 2020).

No Programa ImageJ® o perímetro foi calculado medindo-se o comprimento da borda externa das sementes e frutos em unidades quadradas calibradas (mm), enquanto a área foi calculada dentro do polígono delimitado pelo perímetro ( $\text{mm}^2$ ) (Ferreira; Rasband, 2012; Araújo, 2020).

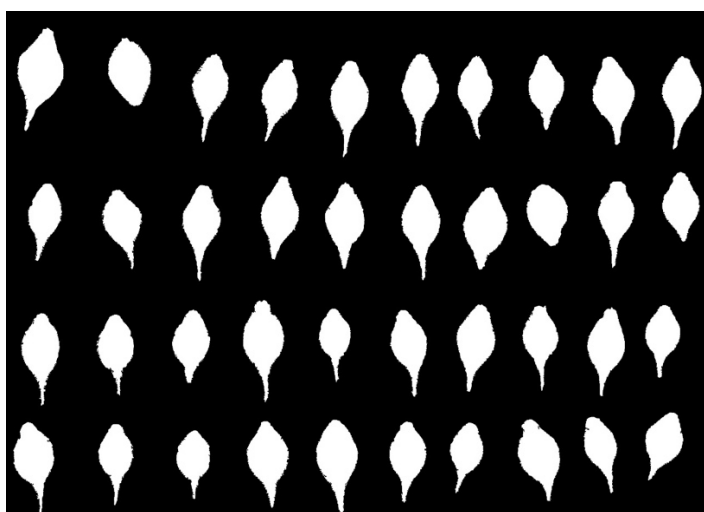


Figura 5: Análise biométrica dos frutos de *C. glazioviana* avaliados digitalmente.

Fonte: autor, 2024.

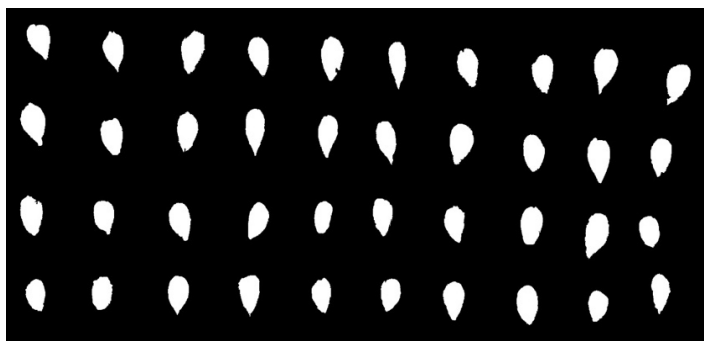


Figura 6: Análise biométrica das sementes de *C. glazioviana* avaliadas digitalmente.

Fonte: autor, 2024.

### **Propagação *in vitro***

O trabalho foi realizado no Laboratório de Biotecnologia e Patologia Florestal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. De início, todos os materiais usados para o ensaio (pinças, becker, vidros de 160 mL, meio de cultura, água destilada, substrato e vermiculita) foram autoclavados a 120° C durante 45 minutos, e em seguida, colocadas em câmara de fluxo laminar para a realização do experimento asséptico. Todas as sementes utilizadas no experimento foram desinfestadas superficialmente em álcool 70% por 1 minuto, em hipoclorito de sódio (NaClO) 2% por 2 minutos e em água destilada autoclavada por 30 segundos, sendo lavada por três vezes seguidas.

Para a propagação *in vitro*, foram testadas duas metodologias: na primeira foi utilizado o meio de cultura MS (Murashige & Skoog), e a segunda, composto orgânico, sendo substrato Basaplant® com vermiculita na proporção 2:1. O experimento foi realizado por meio do delineamento inteiramente casualizado, com 10 repetições contendo quatro sementes por parcela.

Para realizar o ensaio das populações Assú e Serra do Mel, o meio de cultura autoclavado foi vertido em frascos de vidro de 160 mL. Após o resfriamento do meio, as sementes desinfestadas foram postas nas vidrarias, sendo distribuídas quatro sementes em cada frasco, totalizando 10 frascos por matriz. Após isso, todos os vidros foram fechados com tampa e vedados com plástico filme para evitar o contato com o meio externo (Figura 7 A). Em seguida, todos os frascos contendo as sementes foram acondicionados em B.O.D (*Biochemical Oxygen Demand*) com temperatura média de 28° ±2 C para que houvesse a germinação (Figura 8 B). Sequentemente, as sementes foram avaliadas a cada dois dias até que a germinação fosse estabilizada (Figura 7 C).

Após 15 dias da montagem do experimento, as sementes germinadas foram transferidas para bandejas de plástico (Figura 7 D e E), contendo composto orgânico. Em seguida, as plântulas foram levadas para a casa de sombra com tela de 50% para iniciar o processo de aclimação (Figura F), onde foi realizado a irrigação manual durante três vezes ao dia, sendo às 8 h, 12 h e 16 h.

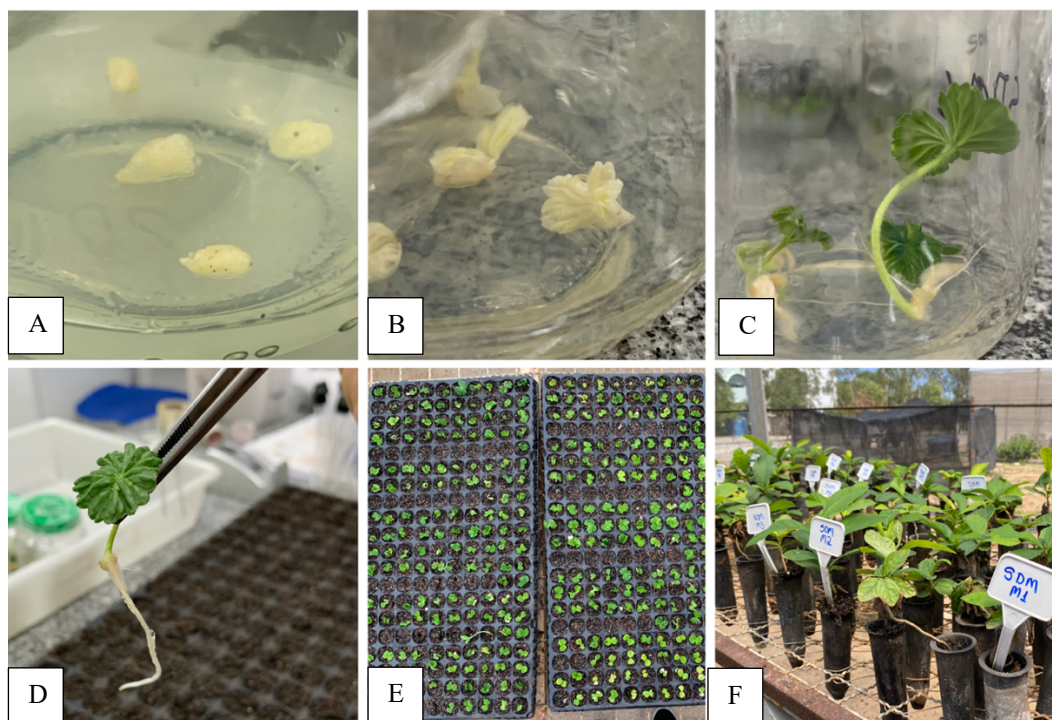


Figura 7: (A) Sementes de *C. glazioviana* adicionadas em meio de cultura; (B) abertura das folhas cotiledonares; (C) emissão das folhas cotiledonares verdes e sistema radicular; (D) transferência das sementes germinadas para bandejas; (E) plântulas aclimatizando em casa de sombra; (F) mudas de *C. glazioviana* em tubetes.

Fonte: Autor, 2023

Para realizar o ensaio das populações Mossoró e Upanema, foi utilizado composto orgânico com vermiculita autoclavado na proporção 2:1, estando úmido para evitar a irrigação durante os dias de avaliações. Todo experimento foi realizado assepticamente na câmara de fluxo laminar, onde o substrato com vermiculita foi transferido para copos descartáveis de 50 mL (Figura 8 A). Após a desinfestação das sementes, foi colocada uma semente por copo descartável, sendo o copo fechado com saco plástico e fita adesiva para que não houvesse perda de umidade do substrato até que houvesse a estabilidade germinativa (Figura 8 B e C). Após isso, todos os recipientes contendo as sementes foram armazenados em temperatura ambiente no Laboratório de Patologia e Biotecnologia Florestal. Após 15 dias, foram retirados os sacos plásticos que estavam revestindo os copos descartáveis (Figura 8 D). Todas as sementes germinadas permaneceram nos copos descartáveis, contudo, foram levadas para a casa de sombra para serem aclimatizadas (Figura 8 E). As irrigações foram realizadas manualmente utilizando borrifador, sendo feitas as irrigações 3 vezes ao dia. Após dois meses, as mudas sobreviventes foram transferidas para tubetes plásticos de 290 cm<sup>3</sup> (Figura F).

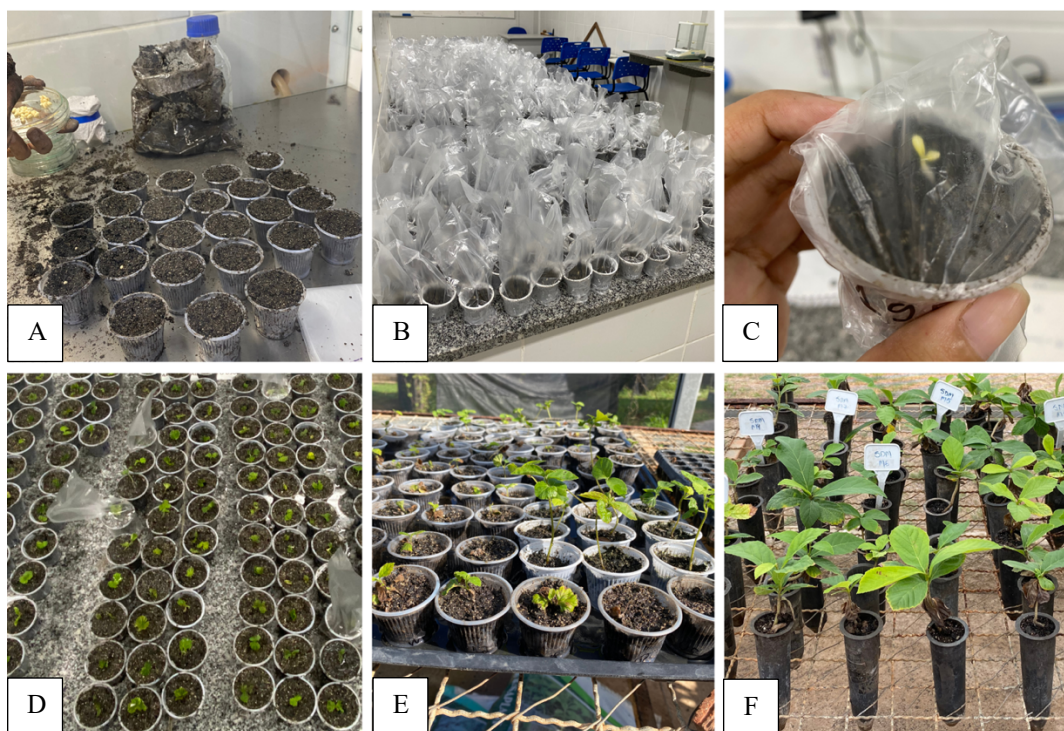


Figura 8: (A) sementes de *C. glazioviana* distribuídas em composto orgânico com vermiculita; (B) processo de germinação; (C) emissão das folhas cotiledonares; (D) folhas cotiledonares verdes emitidas; (E) plântulas aclimatizando em casa de sombra; (F) mudas transferidas para tubetes.

Fonte: Autor, 2023.

Após a montagem do experimento, foi realizado avaliações a cada dois dias até que a germinação fosse estabelecida. Foi analisado os caracteres: Emissão da folha cotiledonar, emissão da folha cotiledonar verde, porcentagem de germinação e Índice de Velocidade de Germinação (IVG).

O IVG foi calculado pela fórmula:  $IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn)$ . Em que: G1, G2, Gn = número de plântulas contadas durante os dias de avaliação; N1, N2, Nn = número de dias de semeadura durante os dias de avaliação.

### **Análise estatística**

Os dados do ensaio foram analisados por meio da distribuição de frequência e estatística descritiva, onde posteriormente os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) utilizando o SISVAR e R.

As correlações entre os caracteres biométricos dos frutos e sementes foram obtidas pela Correlação Linear de Pearson a 1% de probabilidade, por meio do software R.

Para realizar a análise genética das diferentes populações foi utilizado o modelo 5 do programa Selegen, sendo o experimento conduzidos em blocos, avaliando-se 4 populações com



4 repetições de 10 indivíduos por parcela. Para tanto, utilizou-se o modelo estatístico  $y = Xr + Za + Wp + Ts + e$ , em que  $y$  é o vetor de dados,  $r$  é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral,  $a$  é o vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (assumidos como aleatórios),  $p$  é o vetor dos efeitos da parcela (assumidos como aleatórios),  $s$  é o vetor dos efeitos de população ou procedência (aleatórios) e  $e$  é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos (Resende, 2007).

Para calcular apenas os efeitos das progênes, foi utilizado o modelo 1 do Selegen, na qual a fórmula estatística é  $y = Xr + Za + Wp + e$ , em que  $y$  é o vetor de dados,  $r$  é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral,  $a$  é o vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (aleatórios),  $p$  é o vetor dos efeitos de parcelas (aleatórios),  $e$  é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos (Resende, 2007).

As variáveis genéticas foram dadas pelas seguintes fórmulas:

$h^2a = V_G/V_P$ , onde  $h^2a$  = herdabilidade individual,  $V_G$  = variância genética,  $V_P$  = variância fenotípica total.

$h^2ad = V_G/V_P$ , onde  $h^2ad$  = herdabilidade dentro de parcela,  $V_G$  = variância genética,  $V_P$  = variância fenotípica dentro da parcela.

$h^2mp = V_G/V_{Pmp}$ , onde  $h^2mp$  = herdabilidade média das progênes,  $V_G$  = variância genética,  $V_{Pmp}$  = variância fenotípica média das progênes.

$Ac_{prog} = 2 * cov(Y, \hat{Y}) / (Var(Y) + Var(\hat{Y}))$ , onde  $Ac_{prog}$  = Acurácia;  $cov(Y, \hat{Y})$  = covariância entre os efeitos reais das progênes ( $Y$ ) e os valores preditos ( $\hat{Y}$ ),  $Var(Y)$  = variância dos valores reais das progênes,  $Var(\hat{Y})$  = variância dos valores preditos das progênes.

$CV_{gi}\% = (\sqrt{V_{gi}} / \bar{x}) * 100$ , onde  $CV_{gi}\%$  = coeficiente de variação genético individual,  $V_{gi}$  = variância genética individual,  $\bar{x}$  = média da característica.

$CV_{gp}\% = (\sqrt{V_{gp}} / \bar{x}) * 100$ , onde  $CV_{gp}\%$  = coeficiente de variação genética entre progênes,  $V_{gp}$  = variância genética entre progênes,  $\bar{x}$  = média da característica.

$CV_r = (\sqrt{S^2_{residual}} / \bar{x}) * 100$ , onde  $CV_r$  = coeficiente de variação residual,  $S^2_{residual}$  = variância residual, que é a soma dos quadrados dos resíduos,  $\bar{x}$  = média da variável dependente.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise biométrica de frutos e sementes de *C. glazioviana*

Por meio do teste de média foi possível observar que houve diferença estatística para as diferentes populações em relação aos caracteres avaliados (Tabela 2). Analisando esses

caracteres individualmente, é possível verificar que a área do fruto da população Upanema apresentou maior média (81,21 mm<sup>2</sup>), se diferenciando das demais populações, onde apresentaram médias semelhantes, variando de 67,72 a 68,20 mm<sup>2</sup>. Quanto ao perímetro, as populações Assú, Serra do Mel e Upanema não diferiram, demonstrando as maiores médias para o caractere em questão.

Quanto a largura, a população Upanema apresentou maior destaque (80,61 mm), diferenciando das demais populações. Entretanto, para o caractere altura e eixo menor não houve diferença estatística entre as populações. Para o eixo maior a população Upanema apresentou diferença estatística (14,45 mm) em relação às demais. Entretanto, para os caracteres circularidade e diâmetro Feret foi observada diferença significativa entre as populações, enquanto o MinFeret demonstrou que as populações Assú, Serra do Mel e Upanema apresentaram médias similares (Tabela 2).

Tabela 2: Média dos caracteres avaliados na biométrica de frutos de quatro populações de *C. glazioviana*.

| Caractere               | POPULAÇÃO |         |         |         |
|-------------------------|-----------|---------|---------|---------|
|                         | AS        | MO      | SDM     | UP      |
| Área (mm <sup>2</sup> ) | 68,20 B   | 67,72 B | 68,37 B | 81,21 A |
| Perim. (mm)             | 45,19 A   | 41,97 B | 43,15 B | 45,32 A |
| Largura (mm)            | 70,92 C   | 74,04 B | 71,72 C | 80,61 A |
| Altura (mm)             | 16,52 A   | 15,43 A | 16,29 A | 16,87 A |
| E. Maior (mm)           | 23,84 B   | 23,09 B | 23,86 B | 24,45 A |
| E. Menor (mm)           | 16,23 A   | 16,54 A | 16,20 A | 17,14 A |
| Circ. (0.0-1.0)         | 0,421 D   | 0,492 B | 0,467 C | 0,501 A |
| D. Feret (mm)           | 16,68 BC  | 15,58 C | 16,43 B | 17,02 A |
| MinFeret (mm)           | 7,41 B    | 7,53 AB | 7,96 A  | 7,71 A  |
| Prop. de Tela (0.0-1.0) | 22,36 A   | 20,16 B | 22,56 A | 20,58 C |
| Redond. (0.0-1.0)       | 0,453 C   | 0,503 A | 0,451 C | 0,495 B |
| Solidez (0.0-1.0)       | 0,878 D   | 0,903 B | 0,894 C | 0,906 A |

Assú (AS); Mossoró (MO); Serra do Mel (SDM); Upanema (UP). Perim.: perímetro; E. Maior: eixo maior; E. Menor: eixo menor; Circ.: circularidade; D. Feret: diâmetro Feret; Prop. de tela: proporção de tela. Redond.: redondeza. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferenciam as populações segundo o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Fonte: autor, 2024.

De acordo com os resultados para proporção de tela e redondeza analisa-se que houve diferença estatística, contudo, Assú e Serra do Mel não diferiram. Quanto a solidez, a população Upanema apresentou maior média (0,906), seguida por Mossoró (0,903), Serra do Mel (0,894) e Assú (0,878) (Tabela 2).

As populações, no geral, apresentaram comportamentos semelhantes para os caracteres estudados. Contudo, a população Upanema apresentou maiores valores para grande parte dos caracteres (área, perímetro, largura, altura, eixo maior, circularidade, diâmetro Feret e solidez), enquanto Mossoró apresentou menores valores para os caracteres área, altura, eixo maior, diâmetro Feret e proporção de tela.

Também foi realizado o teste de médias para analisar se há diferenças estatísticas para os caracteres avaliados nas sementes das diferentes populações de *C. glazioviana*. De acordo com os resultados, foi exposto que houve diferença estatística para todos os caracteres avaliados (Tabela 3).

Tabela 3: Média dos caracteres avaliados na biométrica de sementes de quatro populações de *C. glazioviana*.

| Caractere               | POPULAÇÃO |         |         |          |
|-------------------------|-----------|---------|---------|----------|
|                         | AS        | MO      | SDM     | UP       |
| Área (mm <sup>2</sup> ) | 8,58 C    | 21,24 A | 11,16 B | 13,95 B  |
| Perim. (mm)             | 16,40 B   | 16,00 B | 15,47 C | 18,53 A  |
| Largura (mm)            | 56,49 A   | 27,94 D | 53,12 B | 49,29 C  |
| Altura (mm)             | 32,85 D   | 59,79 A | 29,12 C | 30,71 B  |
| E. Maior(mm)            | 55,41 B   | 57,24 A | 52,42 C | 48,56 D  |
| E. Menor(mm)            | 28,41 A   | 25,56 B | 25,07 D | 26,40 C  |
| Circ. (0.0-1.0)         | 0,580 A   | 0,585 A | 0,561 B | 0,582 A  |
| D. Feret (mm)           | 59,30 B   | 60,43 A | 55,69 C | 52,28 D  |
| MinFeret (mm)           | 30,43 A   | 27,43 D | 26,85 C | 28,28 B  |
| Prop. de Tela (0.0-1.0) | 19,69 C   | 22,74 A | 21,07 B | 18,56 D  |
| Redond. (0.0-1.0)       | 0,521 B   | 0,452 D | 0,486 C | 0,556 A  |
| Solidez (0.0-1.0)       | 0,932 B   | 0,942 A | 0,929 C | 0,930 BC |

Assú (AS); Mossoró (MO); Serra do Mel (SDM); Upanema (UP). Perím.: perímetro; E. Maior: eixo maior; E. Menor: eixo menor; Circ.: circularidade; D. Feret: diâmetro Feret; Prop. de tela: proporção de tela. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferenciam as populações segundo o teste de Tukey (p <0,05).

Fonte: autor, 2024.

Para o caractere área, a população Mossoró apresentou maior média (21,24 mm<sup>2</sup>), diferindo das demais populações. Quanto ao perímetro, a população com maior destaque foi



Upanema (18,53 mm), para largura foi a população Assú (56,40 mm), e para altura, a população Mossoró (59,79 mm) (Tabela 3).

Todas as populações diferiram-se estatisticamente para os caracteres eixo maior, eixo menor, diâmetro Feret, MinFeret, proporção de tela e redondeza. Entretanto, para a circularidade, as populações Assú (0,583), Mossoró (0,585) e Upanema (0,582) demonstraram respostas semelhantes, diferindo da população Serra do Mel (0,561). Todavia, para o caractere solidez, a população com maior destaque foi Mossoró (0,942), ou seja, as progênies dessa população têm maior resistência quando submetida a estresse mecânico (Tabela 3).

A população Mossoró apresentou maiores valores para os caracteres área, altura, eixo maior, circularidade, diâmetro Feret, proporção de tela e solidez, enquanto a população Serra do Mel demonstrou menores médias para perímetro, altura, eixo menor, circularidade, MinFeret e solidez. Assim, as variações fenotípicas dos frutos de *C. glazioviana* podem ser explicadas pelas variações ambientais.

Considerando esses valores, é possível compreender que os aspectos biométricos analisados digitalmente nos fornecem características fenotípicas de tamanho e forma de frutos e sementes, mostrando assim, que progênies de uma mesma espécie produzem frutos e sementes com dimensões diferentes devido a variações fenotípicas (Felix et al., 2020). Além disso, a biometria digital pode ser utilizada para estudos de dinâmica populacional, pois fornecem informações sobre o estabelecimento de espécies em diferentes ambientes (Felix et al., 2024; Costa et al., 2016; Rewicz et al., 2016).

Deste modo, as características do formato dos frutos e sementes juntamente com as características do tamanho podem caracterizar espécies florestais, tais como: arredondadas, alongadas, elípticas etc. Assim, caracteres como circularidade e redondeza são medidas de formato que podem ser usadas para diferir frutos e sementes, mas não podem ser medidos manualmente (Felix et al., 2023; Menegatti et al., 2017).

A área, perímetro, largura, altura, diâmetros, eixos e proporção fornecem medidas básicas sobre tamanho e forma dos frutos e sementes, sendo estes caracteres importantes para a classificação e identificação. Esses caracteres, além de influenciar diretamente na germinação das sementes, também influenciam no vigor e tempo de germinação. Assim, entende-se que as sementes da população Serra do Mel tendem a germinar rapidamente por serem menores, enquanto as sementes da população Mossoró acabam por originar plântulas de maior tamanho e massa por serem maiores (Trogello et al., 2013; Biruel et al., 2010; Vanzolini; Nakagawa, 2007).

A circularidade é um índice (adimensional) em relação a largura e comprimento do fruto e semente, cujos valores variam de 0 a 1 (Silva, 2022). Segundo os dados apresentados, os frutos e sementes de *C. glazioviana* apresentaram valores entre 0,421 e 0,582 para esse caractere, sugerindo que não possui forma perfeitamente circular. Isso pode ser explicado pelo fato dos frutos e sementes dessa espécie caracterizarem mais com o formato elíptico.

Para o caractere redondeza, os valores dos frutos variaram de 0,451 a 0,503, enquanto os valores das sementes variaram de 0,452 a 0,556, sugerindo que os frutos e sementes apresentam espessura intermediária e boa qualidade fisiológica, em função do tamanho e forma (Biruel et al., 2010).

A solidez indica o quão semelhante a forma do fruto e da semente é uma forma convexa. Quando mais próximo de 1 os valores de solidez, mais irregular será, enquanto valores mais baixos podem indicar deformidades ou irregularidades na forma do fruto e/ou semente (Grey, 1998). Assim, os valores para os frutos e sementes foram semelhantes, possuindo valores acima de 0,87, indicando que há uma baixa relação entre superfície e volume e há ausência de protuberâncias (Mantín-Gomez et al., 2024).

A fim de analisar possíveis correlações fenotípicas entre os caracteres avaliados para frutos e sementes, procedeu-se a correlação de Pearson. Portanto, valores próximos a 1,0 sugerem alta correlação para os caracteres avaliados (Figura 9).

Para os frutos, foi observado forte coeficiente de correlação linear entre redondeza e proporção de tela (0,90), solidez e circularidade (0,81), eixo maior e perímetro (0,79), diâmetro MinFeret e largura (0,70), diâmetro Feret e eixo maior (0,69), redondeza e circularidade (0,60), diâmetro Feret e perímetro (0,60), circularidade e perímetro (-0,60) e proporção de tela e circularidade (-0,60) (Figura 9).

Já para os caracteres das sementes, foi observado forte correlação entre diâmetro Feret e eixo maior (0,97), diâmetro MinFeret e eixo menor (0,97), eixo maior e área (0,82), diâmetro MinFeret e área (0,78), solidez e circularidade (0,75), eixo menor e área (0,70) e redondeza e eixo maior (-0,67) (Figura 9).

A maior correlação dos frutos foi para os caracteres redondeza e proporção de tela, sugerindo que há boa dispersão de sementes, considerando que os frutos e sementes são elípticos e a polinização da espécie anemocórica (Carvalho, 2014). Quanto as sementes, a maior correlação foi para os caracteres diâmetro Feret e eixo maior (0,97) e diâmetro Feret e eixo menor (0,97), sendo essas correlações esperadas, pois descrevem dimensões lineares da semente.

As correlações fenotípicas negativas indicam que à medida que uma característica aumenta, a outra tende a diminuir (Silva, 2023), como é o caso da redondeza e eixo maior (-0,67).

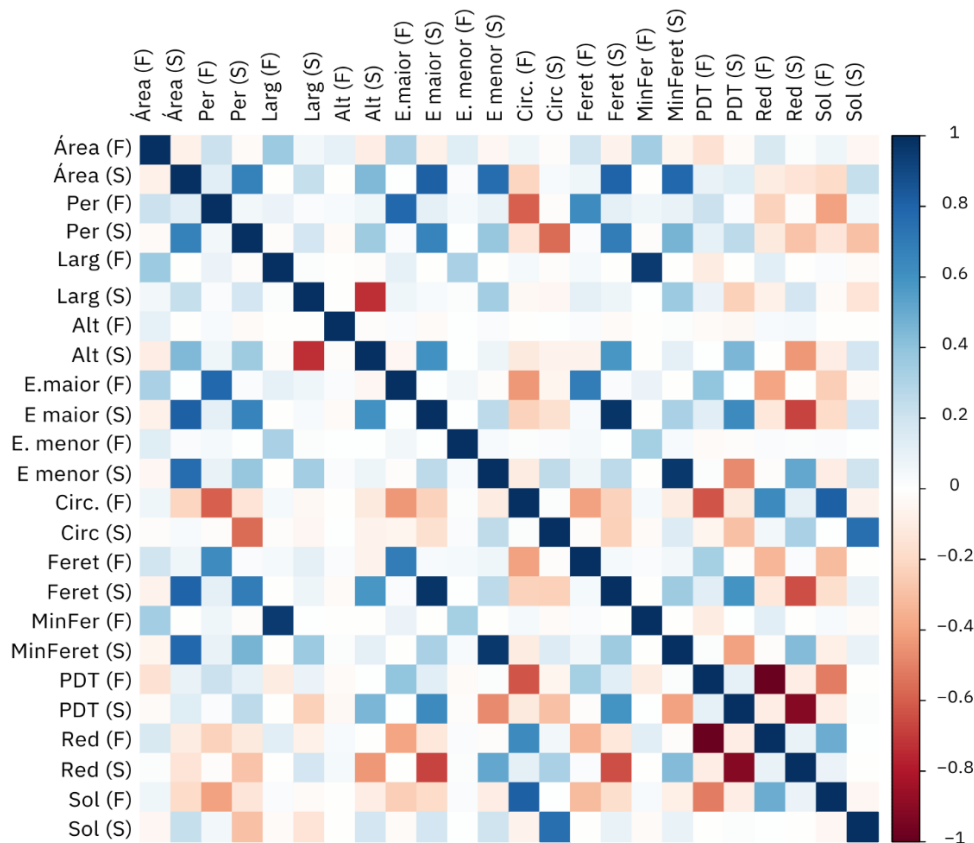


Figura 9: Correlações fenotípicas de caracteres biométricos de frutos (F) e sementes (S) de quatro populações de *C. glazioviana*. Azul: correlação positiva; Vermelho: correlação negativa. Per: perímetro; Lar: largura; Alt: altura; E. maior: eixo maior; E. menor: eixo menor; Circ: circularidade; PDT: proporção de tela; Red: redondeza; Sol: solidez.

Fonte: autor, 2024.

Ainda, não foram encontradas fortes correlações entre frutos e sementes (Figura 9). Esses valores demonstram que os caracteres dos frutos não apresentam correlação com os caracteres das sementes, a exemplo do caractere área de fruto há população com menor área de frutos, contudo, maior área de sementes, observado na população Mossoró. Esses dados indicam que em ambiente natural, a população Mossoró poderá ter melhores condições para germinar, pois possui menor barreira tegumentar.

No entanto, vale ressaltar que características físicas podem não estar diretamente associados à qualidade fisiológica das sementes para todas as espécies, principalmente para

espécies florestais, uma vez que a variabilidade genética não é adquirida apenas selecionando sementes maiores (Marcos Filho, 2016; Peñaloza; Durán, 2015; Felix et al., 2020).

Diversos são os estudos que trabalharam com correlações biométricas de caracteres de frutos e sementes (Felix et al., 2022; Felix et al., 2024; Balekoglu et al. 2020), no qual puderam identificar correlações lineares entre os diferentes caracteres, semelhante ao observado nos frutos e sementes de *C. glazioviana*.

#### **4.2 Metodologias de germinação *in vitro***

O método a ser utilizado para se obter plântulas de espécies florestais apresenta distinção em relação às espécies, uma vez que cada indivíduo possui necessidades específicas para iniciar o processo germinativo, como assepsia, nutrição e temperatura, fatores esses que podem ser manejados em ambientes controlados, como é o caso da germinação *in vitro* (Araújo, 2020).

Portanto, para avaliar a resposta de germinação das diferentes procedências, as populações Assú, Serra do Mel foram submetidas ao ensaio com meio de cultura MS, onde as matrizes dessas populações obtiveram maiores índices germinativos, apresentando uma resposta significativa e constante, com médias variando de 55 a 100 % de germinação. Ressalta-se que a progênie 13 da população Assú apresentou média que diferiu estatisticamente (55%) das demais populações (Tabela 4).

Já as populações Mossoró e Upanema foram submetidas ao ensaio de germinação *in vitro* utilizando como substrato o composto orgânico. Entretanto, as progênes dessas populações apresentaram diferentes respostas, tendo suas médias variando de 35 a 100% de germinação (Tabela 4).

Assim, observa-se comportamentos contrastantes entre as diferentes progênes e procedências, demonstrando uma tendência de haver um maior percentual de germinação para as progênes semeadas em meio de cultura. Todavia, vale salientar que esse comportamento dependerá da progênie avaliada, pois há progênes com alta percentagem de germinação para ambos os tratamentos, à exemplo da progênie 5 das quatro populações, pois esta progênie não apresentou diferença estatística, independente do meio avaliado (Tabela 4).

Em estudo prévio, foi realizado um ensaio com a população Upanema em meio de cultura e foi possível verificar que houve uma mesma tendência de comportamento, apresentando uma percentagem de germinação inferior se comparadas as populações Assú e Serra do Mel. Desta maneira, entende-se que os diferentes tratamentos não estão influenciando na percentagem de germinação das progênes, mas sim, seus caracteres genéticos (Tabela 4).

Tabela 4: Influência do meio de cultivo na germinação *in vitro* de quatro populações de *C. glazioviana*.

| TRATAMENTOS | MEIO DE CULTURA |        |          | COMPOSTO ORGÂNICO |         |
|-------------|-----------------|--------|----------|-------------------|---------|
| PROGÊNIE    | AS              | SDM    | UP       | MO                | UP      |
| 1           | 95 Aa           | 100 Aa | 66,67 Bc | 65 Bc             | 65 Bd   |
| 2           | 100 Aa          | 100 Aa | 72,5 Bb  | 60 Bc             | 57,5 Be |
| 3           | 100 Aa          | 100 Aa | 62,79 Bc | 72,5 Bbc          | 77,5 Bc |
| 4           | 100 Aa          | 100 Aa | 77,44 Bb | 62,5 Bc           | 77,5 Bc |
| 5           | 100 Aa          | 100 Aa | 95,39 Aa | 100 Aa            | 97,5 Aa |
| 6           | 100 Aa          | 100 Aa | 95,39 Aa | 80 Bd             | 82,5 Bb |
| 7           | 100 Aa          | 100 Aa | 62,5 Bc  | 62,5 Bc           | 72,5 Bc |
| 8           | 100 Aa          | 100 Aa | 72,38 Bb | 35 Ce             | 75 Bc   |
| 9           | 100 Aa          | 100 Aa | 61,22 Bc | 72,5 Cbc          | 87,5 Bb |
| 10          | 100 Aa          | 95 Aa  | 97,5 Ba  | 52,5 Bf           | 100 Aa  |
| 11          | 100 Aa          | 85 Bb  | 90 Ba    | 87,5 Bd           | 95 Aa   |
| 12          | 100 Aa          | 100 Aa | 87,5 Bb  | 87,5 Bd           | 87,5 Bb |
| 13          | 55 Bb           | 95 Aa  | 95 Aa    | 47,5 Bf           | 100 Aa  |
| 14          | 100 Aa          | 100 Aa | 77,5 Bb  | 70 Bc             | 75 Bc   |
| 15          | 100 Aa          | 100 Aa | 78,18 Bb | 100 Aa            | 75,2 Bc |

\*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferencia as populações quanto aos tratamentos. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não deferência as matrizes no tratamento, segundo o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). AS: Assú; SDM: Serra do Mel; MO: Mossoró; UP: Upanema.

Fonte: autor, 2024.

Diversos são os estudos sobre metodologias de germinação de sementes *in vitro* (Tambosini; Rogge-Renner, 2010; Miranda et al., 2019; Araújo, 2020; Santos, 2023), tendo como objetivo propagar sementes que apresentam dificuldades para germinar em condição *ex vitro*, proporcionando assim, condições mais adequadas ao processo de germinação e desenvolvimento inicial de plântulas, gerando explantes assépticos (Andrade, 2002).

Diante dos resultados obtidos, verifica-se que os dois tratamentos podem ser adotados para a germinação de *C. glazioviana*, podendo ser utilizado na obtenção de mudas, sendo, portanto, uma alternativa que demonstra viabilidade para a conservação e propagação desta espécie.

Tem se observado que a germinação *in vitro* promove maior índice de germinação para espécies que possuem sementes recalcitrantes, dormência embrionária ou baixo vigor, pois há melhor controle nas condições da luminosidade, umidade, temperatura e nutricional (Ramos et al., 2002), sendo isto observado no presente estudo, pois mesmo a espécie apresentando

recalcitrância a germinação *ex vitro*, todas as populações apresentaram resultados significativos para germinação *in vitro* nos diferentes tratamentos.

Apesar de haver tendência a maior germinação nas progêneses semeadas em meio de cultura, é válido ressaltar que propagar *C. glazioviana* em composto orgânico é economicamente viável, pois é um material de menor custo quando se comparado ao meio de cultura MS.

Seguindo com as avaliações da germinação de *C. glazioviana*, analisou-se a emissão da folha cotiledonar. De acordo com os resultados, é possível analisar padrões de emissão da abertura da folha cotiledonar e emissão da folha cotiledonar verde nas quatro populações de *C. glazioviana* nos diferentes dias de avaliação (2, 4, 6 e 8 dias após a semeadura) (Figura 10 A, C, D).

A emissão da folha cotiledonar das populações diferiu estatisticamente durante as avaliações, sendo as populações Serra do Mel e Assú com maiores índices de resposta (97,41 e 95,80%, respectivamente), seguido por Upanema (78,84%) e Mossoró (71,61%). Quanto a emissão de folha cotiledonar verde (Figura 10), a população Serra do Mel apresentou destaque (94%) se comparada as demais populações, seguido por Upanema (67,32%), Assú (64,16%) e Mossoró (53,93%) (Figura 10 A).

Apesar da diferença significativa entre as populações, esses resultados são satisfatórios para os caracteres avaliados, uma vez que na literatura reporta-se até 100 dias para se observar baixos índices de germinação da espécie (Carvalho, 2014). Além disso, vale salientar que todas as progêneses estão localizadas no semiárido potiguar, o que indica uma condição ambiental similar para elas. Entretanto, há variações ambientais, a exemplo do tipo de solo, que podem influenciar nas respostas dos diferentes genótipos quanto aos caracteres avaliados.

Foi também analisado a velocidade de emissão de folha cotiledonar e folha cotiledonar verde. Assim, conforme resultados obtidos no experimento, analisou-se que a emissão da folha cotiledonar para a população Assú no segundo dia apresentou a maior média (80,11%), seguido por Serra do Mel (64,41%), Upanema (61,12%) e Mossoró (50,15%). No quarto dia, Serra do Mel obteve a maior média (34,04%), seguida por Mossoró, Upanema e Assú (13,05%, 11,02% e 8,28%, respectivamente), e no sexto dia as populações apresentaram estabilização quanto a emissão de folha cotiledonar, com valores que variaram entre 1,53 e 0,53% (Figura 10 C).

Para a emissão da folha cotiledonar verde não houve resposta no segundo dia de avaliação, entretanto, no quarto dia de avaliação todas as populações apresentaram resposta, sendo Assú e Serra do Mel as populações com maiores médias (56,49% e 55,27%, respectivamente), seguido por Upanema (19,25%) e Mossoró (7,7%). Durante o sexto dia após

a semeadura, as populações apresentaram médias similares, sendo Serra do Mel com maior índice (39,13%), seguido por Mossoró (36,63%), Upanema (34,39%) e Assú (25,55%). No oitavo dia as populações Upanema e Mossoró ainda estavam emitindo folhas cotiledonares verdes (14,2% e 12,73%, respectivamente), enquanto Assú apresentou uma pequena taxa de emissão (3,03%) e Serra do Mel apresentou a menor resposta para a variável analisada (Figura 10 D).

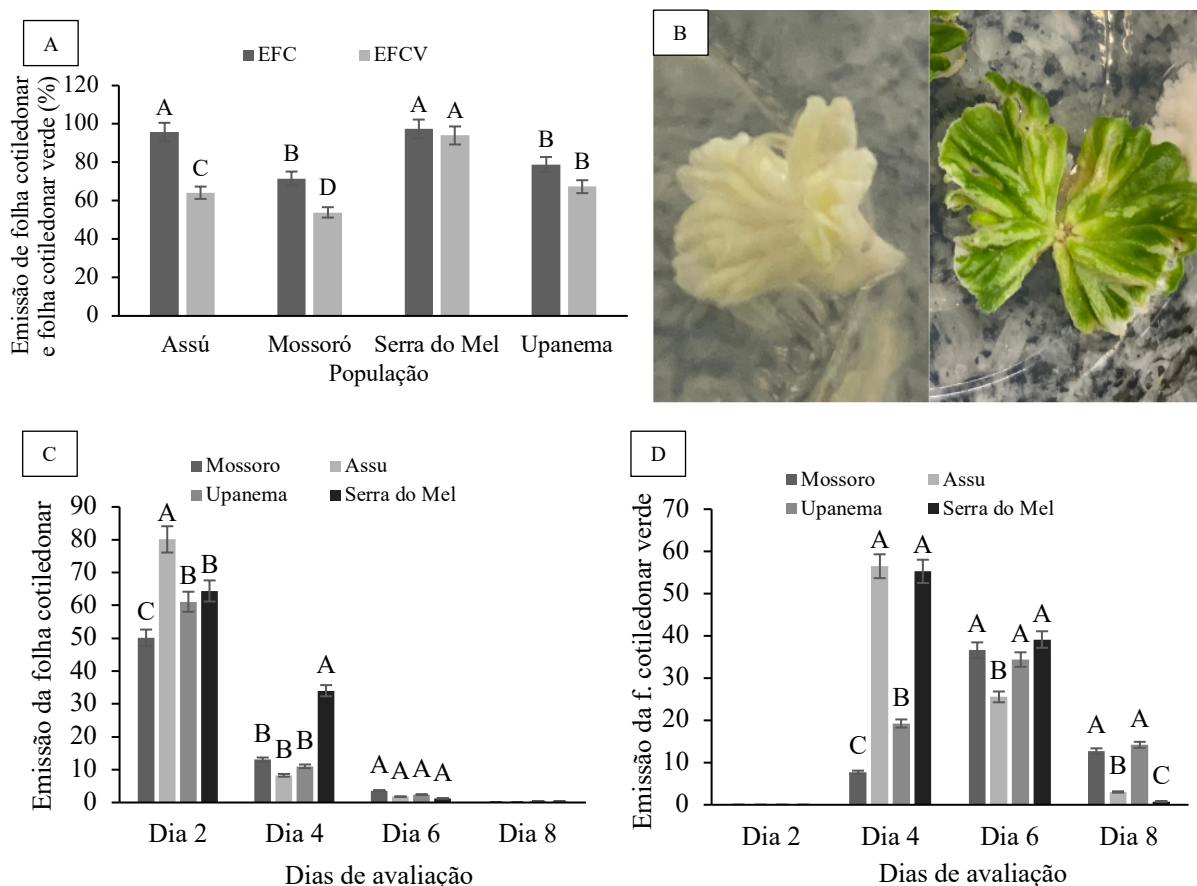


Figura 10: (A) Emissão da Folha Cotiledonar (EFC) e Folha Cotiledonar Verde (EFCV) em quatro populações de *C. glazioviana*; (B) emissão de folha cotiledonar e folha cotiledonar verde em meio de cultura MS. (C) Emissão da folha cotiledonar de diferentes populações de *C. glazioviana* em função dos dias de avaliação; (D) Folha cotiledonar verde de diferentes populações de *C. glazioviana* em função dos dias de avaliação.

Fonte: autor, 2024.

A germinação apresentou elevada média para todas as populações, demonstrando assim, que a *C. glazioviana* não possui dormência tegumentar. No entanto, as populações obtiveram diferentes médias, sendo Serra do Mel (97,41%) e Assú (95,8%) as procedências com maiores

índices de germinação. Em sequência, Upanema apresentou 78,84% de germinação e Mossoró, 71,61%, sendo esta a população com menor vigor (Figura 11 A).

Quanto ao índice de velocidade de germinação entre as quatro populações, foi observada diferenças estatísticas, sendo Assú a população com maior velocidade de germinação, seguido por Serra do Mel, Upanema e Mossoró (Figura 11 B). De acordo com o teste de média, analisou-se que Upanema e Mossoró não se diferiram estatisticamente, entretanto, houve diferença estatística para as demais populações.

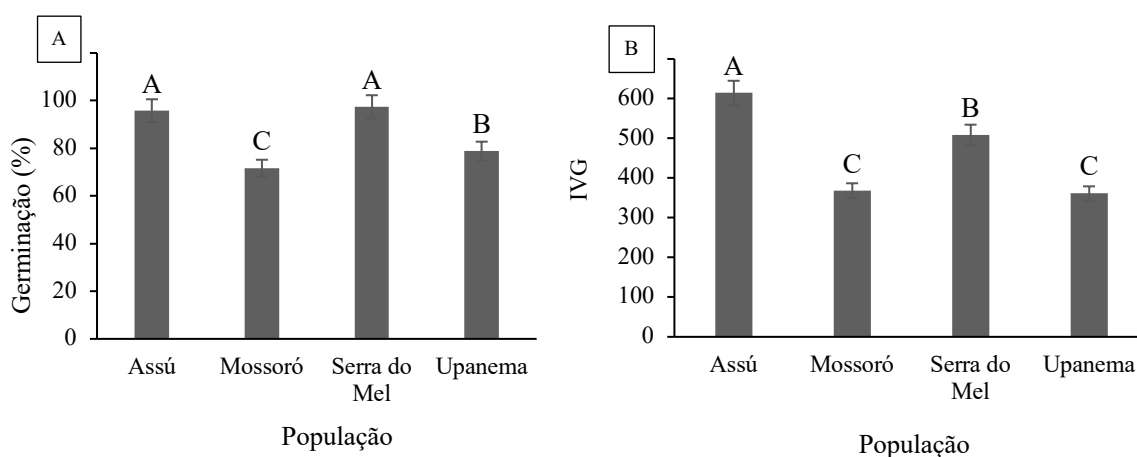


Figura 11: (A) Germinação de sementes de diferentes populações de *C. glazioviana*; (B) Índice de Velocidade de Germinação (IVG) entre quatro populações de *C. glazioviana*.

Fonte: autor, 2024.

Na literatura, as relações entre as características biométricas e germinação das sementes divergem opiniões. Alguns autores citam que a germinação é indiferente ao tamanho do fruto e semente (Monteiro et al., 2016), outros afirmam que sementes maiores e mais pesadas possuem alta germinação (Carvalho; Nakagawa, 2012), enquanto outros enfatizam que sementes pequenas podem apresentar maior capacidade germinativa (Marshall, 1986).

No entanto, o presente estudo comprova que sementes pequenas tem uma percentagem maior de germinação. Esse resultado concorda com o que é esperado para sementes em ambientes com déficit hídrico, pois o processo de absorção de água em sementes menores é mais rápido e intenso, já que o tamanho reduzido proporciona um maior contato total da semente com a superfície do solo úmido e, em condições de restrição hídrica, essas sementes podem ser menos afetadas, pois uma pequena quantidade de água seria suficiente para ativar o processo de germinação (Costa et. al., 2004; Beckert et. al., 2000; da Costa Patrício; Trovão, 2020). Como citado anteriormente, a população Serra do Mel apresentou baixas médias



fenotípicas para a biometria digital de sementes, contudo, apresentou-se como a população com maior índice de germinação. Além disso, as sementes da Caatinga são dispersas principalmente pelo vento (Barbosa et al., 2013), tornando inviável essas sementes serem maiores (da Costa Patrício; Trovão, 2020).

Além dos caracteres biométricos das sementes, a folha cotiledonar ajuda no desenvolvimento inicial das sementes. No presente estudo foi verificado que as folhas cotiledonares e folhas cotiledonares verdes foram rapidamente emitidas, ajudando no desenvolvimento aéreo, pois possuem reservas que auxiliam o crescimento da plântula. A expansão das folhas cotiledonares, presença de estômatos funcionais e produção de clorofila são características que possibilitam a produção de fotoassimilados para sustentar o crescimento inicial e estabelecimento das plântulas, o que também explicaria o alto índice de sobrevivência da *C. glazioviana* após a germinação (Silva et al., 2012; Lovell; Moore, 1970).

Entretanto, salienta-se que a função fotossintética das folhas cotiledonares, associada ao retardo do aparecimento das folhas verdadeiras, é determinante para o crescimento inicial e estabelecimento das plântulas de *C. glazioviana*. Entre as progênes, diferenças da área cotiledonar, cor, capacidade de expansão das folhas cotiledonares, tempo até o surgimento e expansão das folhas verdadeiras e vigor inicial podem determinar o nível de dependência das plântulas em relação às folhas cotiledonares (Bisogni et al., 2004).

Quanto a avaliação do IVG (índice de velocidade de germinação) dentro das populações, observa-se que as matrizes de *C. glazioviana* diferiram estatisticamente por apresentar diferentes padrões de germinação, demonstrando assim, que pode haver variabilidade genética dentro das populações (Tabela 5).

As progênes da população Assú apresentaram melhor desempenho quanto ao índice de velocidade de germinação, resultando em maiores médias. Assim, a progênie desta população com menor IVG foi 13 (22). A população Mossoró não apresentou altas médias se comparado à Assú, contudo, apresentou estabilidade germinativa, resultando em um Índice de Velocidade de Germinação variando de 33,17 (progênie 5) a 17 (progênie 13) (Tabela 5).

A população Upanema demonstrou uniformidade em seu IVG, com exceção para as progênes 13 (7), 14 (3) e 15 (16). Ainda, a progênie 12 demonstrou melhor velocidade de germinação para essa população. Quanto a análise das progênes da população Serra do Mel, revelou-se não haver diferenças estatísticas significativas, sugerindo que pode não está ocorrendo variação genética dentro desta procedência (Tabela 5).

Tabela 5: Índice de Velocidade de Germinação de quatro populações de *C. glazioviana*.

| IVG      | POPULAÇÃO |          |          |          |
|----------|-----------|----------|----------|----------|
| PROGÊNIE | AS        | MO       | UP       | SDM      |
| 1        | 37,33 Aa* | 21,92 Ba | 20,33 Ba | 36,33 Aa |
| 2        | 37 Aa     | 24 Ba    | 21,5 Ba  | 27 Ba    |
| 3        | 31,5 Ab   | 27 Ab    | 31 Ab    | 28 Aa    |
| 4        | 47 Ac     | 25,33 Cb | 28,33 Cb | 37 Ba    |
| 5        | 40,5 Aa   | 33,17 Bc | 29,5 Bb  | 35,75 Ba |
| 6        | 48,33 Ac  | 28,33 Bb | 30,83 Bb | 34,5 Ba  |
| 7        | 47 Ac     | 21 Ca    | 28,25 Cb | 36 Ba    |
| 8        | 43,83 Aa  | 12,83 Cd | 27,83 Bb | 24,33 Bb |
| 9        | 47,5 Ac   | 25 Ca    | 27,5 BCb | 33,5 Ba  |
| 10       | 43,5 Aa   | 20,5 Ba  | 21,5 Ba  | 34,5 Aa  |
| 11       | 46 Ac     | 27,5 Bb  | 24,5 Ba  | 31 Ba    |
| 12       | 40 Aa     | 31,33 Bc | 44 Ac    | 37,42 Aa |
| 13       | 22 Bd     | 17 Bd    | 7 Cd     | 34 Aa    |
| 14       | 43,17 Aa  | 28 Bc    | 3 Cd     | 39 Aa    |
| 15       | 39,67 Aa  | 28,5 Bc  | 16 Ce    | 30,5 Ba  |

\*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferencia as populações em Índice de Velocidade de Germinação. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não deferência as matrizes em Índice de Velocidade de Germinação segundo o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Fonte: autor, 2024.

Analisando esses dados, observa-se que as populações apresentaram um alto índice de velocidade de germinação, o que pode significar que as sementes dessa espécie germinam rapidamente por estarem inseridas em ambiente com condições adequadas para germinação. Assim, o cultivo *in vitro* da semente, mais uma vez, demonstra suprir as necessidades da espécie quanto aos fatores que influenciam na germinação, a exemplo a umidade, luminosidade, temperatura e nutrientes. Entretanto, essa germinação foi facilitada por haver a eliminação do tegumento do fruto, sendo esta uma barreira para a *C. glazioviana* germinar em condições naturais.

A *C. oncocalyx* e a *C. glazioviana* são espécies da mesma família com sementes e frutos com características fisiológicas e morfológicas semelhantes. Sementes de *C. oncocalyx* foram testadas em condições *ex vitro* e *in vitro* (Araújo, 2020), onde a germinação *ex vitro*, aos noventa dias de experimentação, emergiu apenas três plântulas, enquanto as sementes testadas em condições *in vitro* começaram germinar no quinto dia após a semeadura, com 97% de germinação final. Esses resultados corroboram com a hipótese de que a *C. glazioviana* e a *C.*

*oncocalyx* não possuem dormência, entretanto, em condições naturais, apresenta dificuldade para germinar devido a existência do tegumento lignificado do fruto que envolve as sementes.

Há indicações na literatura que *C. glazioviana* é uma espécie que apresenta sementes recalcitrantes (Carvalho, 2014). Nesse sentido, foi realizado um experimento testando a germinação das sementes. Para fins comparativos, o ensaio foi refeito utilizando apenas o meio de cultura MS (Murashige & Skoog) oito meses após a implementação do experimento, após 413 dias de armazenamento das sementes. Com isso, pode-se observar que o vigor das sementes das populações Assú, Serra do Mel e Upanema reduziu substancialmente (Figura 12).

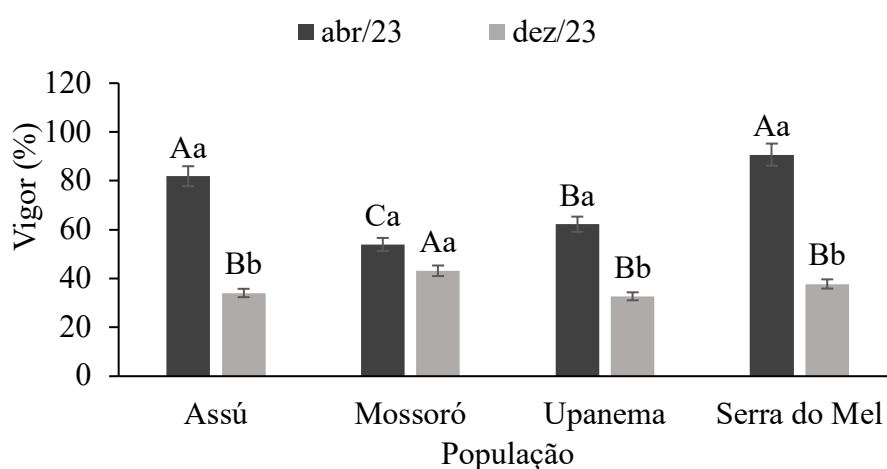


Figura 12: Vigor das sementes de progênies de *C. glazioviana* nos meses de abril aos 184 dias de armazenamento, e dezembro de 2023 aos 413 dias de armazenamento. Médias seguidas de letra maiúscula não diferenciam vigor entre populações, média seguida de letra minúscula não diferencia vigor dentro da população.

Fonte: autor, 2024.

Todavia, apesar de haver redução do vigor de todas as populações aqui estudadas, para a população Mossoró essa perda não foi significativa. A população Mossoró apresentou maior área para as sementes (Tabela 2), o que explicaria a baixa perda de vigor, sendo possível armazenar nutrientes e água por um maior período. Portanto, é comum que sementes de maior área tenham recebido melhor nutrição ao longo do seu desenvolvimento, possuindo embriões bem formados e com maior quantidade de substâncias de reserva (Carvalho; Nakagawa, 2000). Neste caso, a população Mossoró por apresentar maior área, conseguiu manter por um período mais longo a viabilidade e o vigor das sementes. Contudo, os resultados corroboram que as sementes de *C. glazioviana* são recalcitrantes, reduzindo o vigor ao longo do período de armazenamento (Souza et al., 2022; Silva et al., 2022)



| Caractere               | AS    | MO    | SDM   | UP    | C <sup>2</sup> proc | Sig Proc |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|----------|
| Área (mm <sup>2</sup> ) | 8,58  | 21,24 | 11,16 | 13,95 | 54,69               | n/s      |
| Perim. (mm)             | 16,40 | 16,00 | 15,47 | 18,53 | 8,42                | n/s      |
| Largura (mm)            | 56,49 | 27,94 | 53,12 | 49,29 | 82,00               | n/s      |
| Altura (mm)             | 32,85 | 59,79 | 29,12 | 30,71 | 91,41               | n/s      |
| E. Maior (mm)           | 55,41 | 57,24 | 52,42 | 48,56 | 27,53               | n/s      |
| E. Menor (mm)           | 28,41 | 25,56 | 25,07 | 26,40 | 20,96               | n/s      |
| Circ. (0.0-1.0)         | 0,580 | 0,585 | 0,561 | 0,582 | 1,39                | n/s      |
| D. Feret (mm)           | 59,30 | 60,43 | 55,69 | 52,28 | 23,25               | n/s      |
| MinFeret (mm)           | 30,43 | 27,43 | 26,85 | 28,28 | 21,37               | n/s      |
| Prop. de Tela           | 19,69 | 22,74 | 21,07 | 18,56 | 30,35               | n/s      |
| Redondeza (0.0-1.0)     | 0,521 | 0,452 | 0,486 | 0,556 | 29,91               | n/s      |
| Solidez (0.0-1.0)       | 0,932 | 0,942 | 0,929 | 0,930 | 7,40                | n/s      |

Estatisticamente significativo a 95% de probabilidade pela Análise de Deviance (\*); Não significativo pela Análise de Deviance (n/s); Coeficiente de determinação dos efeitos de grupos (C<sup>2</sup>proc%); Significância estatística dos efeitos dos grupos de matrizes pela Análise de Deviance (Sig Proc). Assú (AS); Mossoró (MO); Serra do Mel (SDM); Upanema (UP). Perím.: perímetro; E. Maior: eixo maior; E. Menor: eixo menor; Circ.: circularidade; D. Feret: diâmetro Feret; Prop. de tela: proporção de tela.

O coeficiente de determinação dos efeitos de grupo (C<sup>2</sup>proc%) foi usado para determinar a porcentagem média de diferença entre as populações. Os caracteres com maiores médias para os frutos foram: circularidade (23,18%), eixo menor (22,59%) e largura (20,43%), enquanto os menores foram perímetro (8,28%), altura (8,88%) e diâmetro Feret (8,92%) (Tabela 6). Todavia, para as sementes, o coeficiente de determinação dos efeitos de grupo (C<sup>2</sup>proc%) demonstrou que os caracteres com maiores médias foi a área (54,69%), largura (82%) e altura (91,41%), enquanto as menores médias foi para os caracteres perímetro (8,42%), solidez (7,40%) e circularidade (1,39%) (Tabela 6).

Como não foram encontradas diferenças genéticas para os caracteres avaliados, com exceção da área da população de Upanema (Tabela 6), não há diferença entre as populações, considerando-se os caracteres avaliados (Biernaski et al., 2012).

Esses resultados demonstram que as populações estão sofrendo pressões semelhantes de seleção para os caracteres em avaliação. Ressalta-se que as populações estão geograficamente próximas (Tabela 1). Além disso, as quatro populações estão situadas na caatinga. Assim, as diferenças ambientais não foram suficientes para promover a seleção genética favorecendo os genes que promoveriam diferenciação genética entre elas. Portanto, como não houve diferença

significativa entre as populações, é possível que as sementes coletadas nestas populações possam ser usadas para a restauração florestal em toda a área de amostragem, sem afetar o pool genético da espécie (Silva et al., 2018).

Resultados semelhantes também foram encontrados para *Corpernicia prunifera* (Silva et al., 2018). Segundos os autores, a biometria de sementes dessa espécie não foi significativa, apresentando alta homogeneidade. Portanto, não há variabilidade genética quando se analisa as diferentes populações.

Para os caracteres germinativos, foi observado que os valores para o coeficiente de determinação de grupos (populações) ( $C^2_{proc}\%$ ) demonstrou resultados similares para os diferentes caracteres, estando entre 18,57 e 16,80%, sugerindo que os índices das progênies são baixos e similares entre os diferentes caracteres (Tabela 7). Ainda, não houve significância para a análise de Deviance (ANADEV) para nenhuma característica, ou seja, não há diferenças genéticas significativas entre as populações, considerando-se os caracteres avaliados (Biernaski et al., 2012).

Tabela 7: Emissão de Folha Cotiledonar, Emissão de Folha Cotiledonar Verde, Germinação e Sobrevivência de quatro populações de *C. glazioviana*, coeficiente de determinação dos efeitos genéticos de populações e significância das populações por Análise de Deviance.

| Caractere                      | VARIÁVEL |       |            |               |
|--------------------------------|----------|-------|------------|---------------|
|                                | EFC      | EFCV  | Germinação | Sobrevivência |
| <b>AS</b>                      | 95,8     | 64,16 | 95,8       | 63,35         |
| <b>MO</b>                      | 71,61    | 53,93 | 71,61      | 90,69         |
| <b>SDM</b>                     | 97,41    | 94    | 97,41      | 93,99         |
| <b>UP</b>                      | 78,84    | 67,32 | 78,84      | 66,81         |
| <b><math>C^2_{proc}</math></b> | 16,80    | 18,04 | 16,80      | 18,57         |
| <b>Sig proc</b>                | n/s      | n/s   | n/s        | n/s           |

Estatisticamente significativo a 95% de probabilidade pela Análise de Deviance (\*); Não significativo pela Análise de Deviance (n/s); Coeficiente de determinação dos efeitos de grupos ( $C^2_{proc}\%$ ); Significância estatística dos efeitos dos grupos de matrizes pela Análise de Deviance (Sig Proc). Assú (AS); Mossoró (MO); Serra do Mel (SDM); Upanema (UP).: Emissão de folha cotiledonar (EFC); Emissão de folha cotiledonar verde (EFCV).

Considerando os efeitos estatísticos para os caracteres anteriormente avaliados a nível populacional não se observou diferença pela Análise de Deviance entre as populações, contudo observou-se comportamento heterogêneo de resposta para os caracteres quando avaliados pela análise estatística, considerando as diferentes progênies. Assim, questionou-se o efeito

anteriormente observado poderia ser explicado pelas características genéticas das diferenças entre progênies e dentro de progênies. Para tanto, procedeu-se a análise genética das diferentes progênies desconsiderando o efeito das populações.

Os coeficientes de herdabilidade (individual no sentido restrito ( $h^2_a$ ) e herdabilidade dentro de parcela ( $h^2_{ad}$ )) podem ser considerados baixos. Contudo, a herdabilidade média das progênies apresenta altos valores, variando de 0,91 a 0,94, o que pode proporcionar ganhos genéticos significativos em programas de conservação e melhoramento da espécie estudada (Tabela 8) (Resende; Alves, 2020).

Os valores da acurácia foram altos ( $Ac_{prog} > 95\%$ ), denotando alta correlação entre os valores genéticos previstos e observados, eficiência na seleção e adequação do modelo experimental usado. Portanto, esses altos valores indicam que há uma alta confiabilidade dos resultados (Silva, 2022; Resende; Alves, 2020). Deste modo, os caracteres avaliados podem ser usados para determinar a variabilidade genética existente em progênies de *C. glazioviana*.

Os coeficientes de variação genotípica, individual ( $CV_{gi}\%$ ) e entre progênies ( $CV_{gp}\%$ ), mostram a magnitude da variabilidade genética em uma população (Silva, 2022; Carvalho et al., 2016). Para os caracteres avaliados, observou-se que a maior variabilidade genética se encontra dentro das progênies, conforme o coeficiente de variação genética entre e dentro de progênies ( $CV_{gi}\%$  e  $CV_{gp}\%$ ), onde o  $CV_{gi}\%$  variou de 1,05 a 7,07%, e o  $CV_{gp}\%$  ficou entre 0,52 e 3,53% (Tabela 10), sendo a área o caractere com maior destaque. Entretanto, entende-se que não há possibilidade de selecionar esses frutos, pois os valores demonstram que há pouco potencial de ganho genético. Resultados semelhantes também foram encontrados para outras espécies alógamas (Silva et al., 2022; Biernaski et al., 2011; Lovatel et al., 2021).

Em geral, caracteres de biometria de frutos e sementes, germinação e crescimento inicial de plântulas podem ser usados como indicativos de sucesso para a seleção de populações e matrizes com maior variabilidade genética, possibilitando a definição de áreas para coleta de sementes (Silva, 2022). Contudo, no presente estudo, os resultados quanto a variabilidade genética de caracteres biométricos de frutos e sementes foram baixos, impossibilitando a seleção, pois a análise de Deviance indicou que não houve diferenças estatísticas significantes para todos os caracteres avaliados, enfatizando, assim, que não há variabilidade genética.

Os coeficientes de variação residual ( $CV_e$ ) foram baixos, sendo este fator positivo, pois demonstra que os dados podem ser explicados pelos fatores incluídos no modelo. O menor valor foi para o caractere solidez ( $CV_e = 0,58\%$ ) e o mais alto foi para o caractere área ( $CV_e = 4,31\%$ ). A precisão desses valores foi explicada pela alta acurácia ( $Ac_{prog} > 95\%$ ), demonstrando, assim, que as progênies não estão sofrendo alta influência do efeito ambiental (Tabela 8).

Tabela 8: Estimativa de parâmetros genéticos dos frutos para os caracteres área, perímetro, largura, altura, eixo maior, eixo menor, circularidade, diâmetro Feret, MinFeret, proporção de tela, redondeza e solidez de quatro populações de *C. glazioviana*.

| PARÂMETROS GENÉTICOS PARA FRUTOS |                    |         |         |                  |                  |               |        |       |      |
|----------------------------------|--------------------|---------|---------|------------------|------------------|---------------|--------|-------|------|
| Caractere                        | $h^2a$             | $h^2mp$ | $h^2ad$ | $CV_{gi}$<br>(%) | $CV_{gp}$<br>(%) | $CV_e$<br>(%) | Acprog | Média | Sig. |
| Área<br>(mm <sup>2</sup> )       | 0,1102<br>+- 0,039 | 0,93    | 0,0857  | 7,07             | 3,53             | 4,31          | 0,9664 | 70,77 | n/s  |
| Perim.<br>(mm)                   | 0,1088<br>+- 0,038 | 0,91    | 0,0857  | 4,32             | 2,16             | 3,02          | 0,9564 | 43,59 | n/s  |
| Largura<br>(mm)                  | 0,1103<br>+- 0,039 | 0,93    | 0,0857  | 4,25             | 2,12             | 2,55          | 0,9672 | 74,35 | n/s  |
| Altura<br>(mm)                   | 0,1098<br>+- 0,039 | 0,92    | 0,0857  | 4,14             | 2,07             | 2,63          | 0,9637 | 16,12 | n/s  |
| E. Maior<br>(mm)                 | 0,1099<br>+- 0,039 | 0,93    | 0,0857  | 3,77             | 1,88             | 2,36          | 0,9645 | 13,68 | n/s  |
| E. Menor<br>(mm)                 | 0,1106<br>+- 0,039 | 0,93    | 0,0857  | 4,54             | 2,27             | 2,63          | 0,9693 | 6,54  | n/s  |
| Circ.<br>(0.0-1.0)               | 0,1098<br>+-0,039  | 0,92    | 0,0857  | 5,02             | 2,51             | 3,21          | 0,9632 | 0,474 | n/s  |
| D. Feret<br>(mm)                 | 0,1098<br>+- 0,039 | 0,92    | 0,0857  | 4,11             | 2,05             | 2,61          | 0,9637 | 16,27 | n/s  |
| MinFeret<br>(mm)                 | 0,1103<br>+- 0,039 | 0,93    | 0,0857  | 4,23             | 2,11             | 2,54          | 0,9674 | 7,37  | n/s  |
| Prop. de<br>Tela                 | 0,1110<br>+- 0,039 | 0,94    | 0,0857  | 4,27             | 2,13             | 2,36          | 0,9719 | 21,16 | n/s  |
| Redondeza<br>(0.0-1.0)           | 0,1110<br>+- 0,039 | 0,94    | 0,0857  | 4,39             | 2,19             | 2,42          | 0,9721 | 0,481 | n/s  |
| Solidez<br>(0.0-1.0)             | 0,1110<br>+- 0,039 | 0,94    | 0,0857  | 1,05             | 0,52             | 0,58          | 0,9719 | 0,896 | n/s  |

$h^2a$ : herdabilidade individual;  $h^2mp$ : herdabilidade média das progênies, assumindo sobrevivência completa;  $CV_{gi}\%$ : coeficiente de variação genética aditiva individual;  $CV_{gp}\%$ : coeficiente de variação fenotípica entre progênies;  $CV_e\%$ : coeficiente de variação residual;  $CV_r = (CV_{gp}/CV_e)$ : coeficiente de variação relativa. Perim.: perímetro; E. maior: eixo maior; E. menor: eixo menor; Circ.: circularidade; D. Feret: diâmetro feret; Prop. de Tela: proporção de tela. Sig. Significância. n/s: não significativo

A principal função da herdabilidade no estudo genético biométrico é prever a correspondência entre o valor fenotípico e genético, sendo essa uma propriedade não apenas de



um caractere, mas também da população e das condições ambientais às quais os indivíduos estão inseridos, o que pode ser afetada se houver alteração em qualquer um dos componentes de variância genética ou fenotípica (Falconer, 1981; Silva et al., 2022). Assim, estando os coeficientes de herdabilidade individual no sentido restrito ( $h^2_a$ ) e dentro de parcela ( $h^2_{ad}$ ) com baixos valores para as sementes (Tabela 9).

Contudo, apesar dos valores da  $h^2_a$  e  $h^2_{ad}$ , a herdabilidade média das progênies ( $h^2_{mp}$ ) demonstrou valores superiores, sendo os caracteres com maior destaque a largura, proporção de tela e redondeza, todos com 0,94. De acordo com Falconer (1987), caracteres quantitativos são muito influenciados pelo ambiente, e quanto menor o efeito ambiental sobre o genótipo, maior a herdabilidade, que representa a fração do caractere controlado geneticamente (Tabela 9).

Os valores da acurácia (Acprog) variaram de 0,9342 a 0,9711 para os caracteres área e redondeza (Tabela 9), respectivamente, sendo esses valores altamente confiáveis (Resende, 2006). Esse resultado demonstram a correlação entre o valor genotípico observado e previsto, parâmetro-chave indispensável (Henderson, 1984).

Observou-se que as estimativas de coeficiente de variação genética entre e dentro das progênies apresentaram variância interna superior à variância genética entre progênies para os caracteres avaliados (Tabela 9). O coeficiente de variação genética dentro de progênie ( $CV_{gi\%}$ ) variou de 6,36 a 0,78%, e entre progênies 4,28 a 0,39% (Tabela 9), sendo esses valores considerados baixo. Portanto, esses resultados demonstram que esses genótipos não são heterógenos, tendo em vista que os valores não são significativos, não havendo assim, variabilidade genética suficiente para promover diferenças genéticas entre as progênies quanto aos caracteres em análise.

O coeficiente de variação residual ( $CV_e$ ) apresentou baixos valores para os caracteres estudados (Tabela 9), estando todos abaixo de 6%, o que pressupõe que o controle experimental foi satisfatório, podendo esperar boa precisão nas estimativas dos parâmetros genéticos avaliados (Lovatel, 2021).

Com a análise de Deviance, observa-se que não houve diferenças genéticas significativas para todas os caracteres avaliados, sugerindo que há baixa variabilidade genética para as sementes das progênies de *C. glazioviana* (Tabela 9).

Tabela 9: Estimativa de parâmetros genéticos das sementes para os caracteres área, perímetro, largura, altura, eixo maior, eixo menor, circularidade, diâmetro feret, minferet, proporção de tela, redondeza e solidez de quatro populações de *C. glazioviana*.

| PARÂMETROS GENÉTICOS PARA SEMENTES     |                    |         |         |                  |                  |               |        |       |     |
|----------------------------------------|--------------------|---------|---------|------------------|------------------|---------------|--------|-------|-----|
| Caractere                              | $h^2a$             | $h^2mp$ | $h^2ad$ | $CV_{gi}$<br>(%) | $CV_{gp}$<br>(%) | $CV_e$<br>(%) | Acprog | Média | Sig |
| <b>Área</b><br><b>(mm<sup>2</sup>)</b> | 0,1056<br>+- 0,038 | 0,87    | 0,0857  | 6,36             | 3,18             | 5,56          | 0,9342 | 11,22 | n/s |
| <b>Perim.</b><br><b>(mm)</b>           | 0,1103<br>+- 0,039 | 0,93    | 0,0857  | 4,34             | 2,17             | 2,62          | 0,9670 | 15,67 | n/s |
| <b>Largura</b><br><b>(mm)</b>          | 0,1107<br>+- 0,039 | 0,94    | 0,0857  | 8,35             | 4,17             | 4,83          | 0,9655 | 43,15 | n/s |
| <b>Altura</b><br><b>(mm)</b>           | 0,1096<br>+- 0,039 | 0,92    | 0,0857  | 8,57             | 4,28             | 5,56          | 0,9620 | 23,18 | n/s |
| <b>E. Maior</b><br><b>(mm)</b>         | 0,1064<br>+- 0,038 | 0,88    | 0,0857  | 4,13             | 2,06             | 3,45          | 0,9394 | 54,14 | n/s |
| <b>E. Menor</b><br><b>(mm)</b>         | 0,1083<br>+- 0,038 | 0,90    | 0,0857  | 3,92             | 1,96             | 2,84          | 0,9532 | 26,26 | n/s |
| <b>Circ.</b><br><b>(0.0-1.0)</b>       | 0,1097<br>+- 0,039 | 0,92    | 0,0857  | 5,60             | 2,80             | 3,59          | 0,9630 | 0,579 | n/s |
| <b>D. Feret</b><br><b>(mm)</b>         | 0,1060<br>+- 0,038 | 0,87    | 0,0857  | 4,16             | 2,08             | 3,55          | 0,9370 | 57,61 | n/s |
| <b>MinFeret</b><br><b>(mm)</b>         | 0,1078<br>+- 0,038 | 0,90    | 0,0857  | 3,84             | 1,92             | 2,90          | 0,9496 | 28,15 | n/s |
| <b>Prop. de</b><br><b>Tela</b>         | 0,1109<br>+-0,039  | 0,94    | 0,0857  | 4,85             | 2,42             | 2,73          | 0,9710 | 20,90 | n/s |
| <b>Redondez</b><br><b>a (0.0-1.0)</b>  | 0,1109<br>+-0,039  | 0,94    | 0,0857  | 5,14             | 2,57             | 2,89          | 0,9711 | 0,495 | n/s |
| <b>Solidez</b><br><b>(0.0-1.0)</b>     | 0,1085<br>+-0,038  | 0,91    | 0,0857  | 0,78             | 0,39             | 0,56          | 0,9544 | 0,935 | n/s |

$h^2a$ : herdabilidade individual;  $h^2mp$ : herdabilidade média das progênies, assumindo sobrevivência completa;  $CV_{gi}\%$ : coeficiente de variação genética aditiva individual;  $CV_{gp}\%$ : coeficiente de variação fenotípica entre progênies;  $CV_e\%$ : coeficiente de variação residual;  $CV_r = (CV_{gp}/CV_e)$ : coeficiente de variação relativa. Perim.: perímetro; E. maior: eixo maior; E. menor: eixo menor; Circ.: circularidade; D. Feret: diâmetro feret; Prop. de Tela: proporção de tela. Sig. Significância. n/s: não significativo

No geral, observa-se para os frutos e sementes baixa variabilidade genética entre e dentro de progênies, sugerindo que não há variabilidade genética para os caracteres avaliados. Isso pode estar correlacionado com a perda da variabilidade genética natural ocasionada pelo

histórico de desmatamento no Brasil (Freitas et al., 2018). Além da questão ambiental, essa baixa variabilidade observada entre as diferentes procedências pode indicar que naturalmente não há variabilidade genética para caracteres biométricos de frutos e sementes, como foi observada por Silva et al. (2018). Portanto, isso pode ser uma tendência para espécies alógamas.

Ainda, este fator pode ser explicado devido as progênies estarem inseridas em área geográfica com mesma condição ambiental (semiárido potiguar) (Figura 3). Portanto, a pressão de seleção que esses indivíduos sofreram para os caracteres avaliados foram semelhantes, pois os micro-efeitos ambientais não estão influenciando a ponto de se observar divergências genéticas a nível populacional e de progênies.

Portanto, o fluxo gênico foi eficaz para prevenir divergências e as progênies são consideradas semelhantes para características paisagísticas e climáticas, estando geograficamente próximas. Essas características, aliadas aos aspectos reprodutivos e ecológicos da *C. glazioviana* contribuem para uniformidade genética observada entre as populações (Silva et al., 2023; Chung et al., 2020; Vieira et al., 2022).

Deve se observar os agentes polinizadores da *C. glazioviana*, sendo eles anemocoria e moscas da família Syrphidae (Gilbert, 1981; Owen, 1991). O deslocamento dessa mosca entre diferentes flores é sistemático e regular, sendo eficientes vetores de pólen. Entretanto, movem-se a curtas distâncias entre as plantas, satisfazendo-se com pequenas quantidades de néctar devido à sua baixa demanda energética. A distância média de voo entre plantas pode ser menor que 1 metro (Faegri; van der Pijl 1979; Weiss 2001; Willmer, 2011). Isso sugere que esse agente polinizador da *C. glazioviana* não tem alcance de dezenas de quilômetros para possibilitar um fluxo gênico direto entre as quatro populações. Todavia, a polinização por anemocoria possibilita o fluxo gênico por maiores distâncias, o que explicaria os caracteres das sementes e frutos não apresentarem significância (Biernaski et al., 2012). A dispersão dos frutos e sementes é anemocórica possibilitando um fluxo gênico a curtas distâncias, explicando a distribuição agregada das plantas nas diferentes populações. Todavia, há possibilidade de trocas gênicas indireta entre as populações, podendo evitar a diferenciação entre elas (Biernaski et al., 2012).

Avaliando os caracteres germinativos, foi observado que os coeficientes de herdabilidade no sentido restrito ( $h^2_a$ ) e dentro de parcela ( $h^2_{ad}$ ) podem ser considerados altos, enquanto a herdabilidade média das progênies ( $h^2_{mp}$ ) apresentou valores intermediários, variando de 0,36 e 0,49 (Tabela 10). Portanto, essas estimativas de coeficientes de herdabilidade altas indicam a possibilidade de obter ganhos genéticos com a seleção de progênies superiores fenotipicamente considerando-se que traduzem o alto controle genético para os caracteres analisados (Henriques et al., 2017).

Os altos valores de herdabilidade no sentido restrito ( $h^2_a$ ) e dentro de parcela ( $h^2_{ad}$ ) podem estar ligados às condições controladas do experimento, pois o estudo foi realizado em laboratório com alto controle de variações ambientais, onde o efeito ambiental na expressão do fenótipo foi menor. Assim, há um expressivo controle genético sobre os caracteres avaliados e a alta acurácia dos resultados avaliados (Silva et al., 2022). Valores semelhantes para herdabilidade foram encontradas por Biernaski et al. (2012), demonstrando assim que características fenotípicas sofreram pouco efeito ambiental.

A acurácia apresentou valores altos ( $Ac_{prog} > 70\%$ ), sugerindo alta correlação entre os valores genéticos previstos e observados, eficiência na seleção e adequação do delineamento experimental utilizado (Silva et al., 2022) (Tabela 10). Portanto, os caracteres germinativos avaliados demonstram alta confiabilidade, podendo ser utilizados para determinar a variabilidade genética das diferentes progênies de *C. glazioviana*. Há diversos estudos desenvolvidos para outras espécies, a exemplo da *P. platycephala* (Silva et al., 2022), *C. xanthocarpa* (Kampa et al., 2020) e *E. viminalis* (Paludeto et al., 2020). Tais estudos são congruentes com o atual estudo, sugerindo que essas características fisiológicas servem como indicadores para avaliar se há variabilidade genética entre e dentro de progênies.

A variação genética individual ( $CV_{gi}\%$ ) variou de 30,54% (emissão de folha cotiledonar e germinação) a 62,57% (emissão de folha cotiledonar verde) (Tabela 10). Portanto, esses valores são considerados altos (Sebbenn et al., 2008), o que pode ser crucial para identificar divergência genética entre as progênies, facilitando tanto a conservação genética da espécie quanto a implantação de um programa de melhoramento genético bem-sucedido.

O coeficiente de variação genética entre progênies ( $CV_{gp}\%$ ) apresentou valores variando de 15,27 e 32,02% para os caracteres emissão de folha cotiledonar e sobrevivência, respectivamente (Tabela 12). Espécie com alto coeficiente de variação genética indica que há diferenças genéticas para os caracteres em estudo (Zanata et al., 2010; Kampa et al., 2020).

Deste modo, os coeficientes de variação genética apresentaram variabilidade genética entre e dentro de progênies de *C. glazioviana* para todos os caracteres avaliados, entretanto, há maior variabilidade dentro de progênies ( $CV_{gi}\%$ ) do que entre progênies ( $CV_{gp}\%$ ). Resultados semelhantes foram encontrados para outras espécies alógamas (Silva et al., 2018; Biernaski et al., 2012; Silva et al., 2022). Portanto, a emissão de folha cotiledonar, emissão de folha cotiledonar verde, germinação e sobrevivência podem ser utilizados como indicadores de variabilidade genética e sucesso na seleção de progênies com maior variabilidade genética, viabilizando a identificação das melhores áreas para a coleta de sementes.

O coeficiente de variação residual ( $CV_e$ ) apresentou valores intermediários para os caracteres estudados, variando de 26,50 a 30,30. Observa-se na Tabela 10 que quanto maior a influência ambiental nos testes, menores serão os valores genéticos observados para  $h^2_a$ ,  $h^2_{ad}$  e  $h^2_{mp}$ , o que consiste com os resultados obtidos em estudos sobre outras espécies florestais (Silva et al., 2023, Kampa et al., 2020, Garuzzo et al., 2021). Vale salientar que essas estimativas podem variar de acordo com características, idade, populações, ambientes e métodos de estimativas (Pires et al., 2011).

A análise de Deviance indicou que houve diferenças significativas para todos os caracteres avaliados, reforçando que há variabilidade genética para as progênies avaliadas (Tabela 12). Apesar de não haver diferença genética para o tamanho de frutos e sementes, analisa-se que para os caracteres germinativos houve influência genética e ambiental. Esse fato também foi observado para germinação semínifera de *C. xanthocarpa* (Kampa et al., 2020).

Tabela 10: Estimativa de parâmetros genéticos da viabilidade para os caracteres emissão da folha cotiledonar, emissão da folha cotiledonar verde, germinação e sobrevivência de quatro populações de *C. glazioviana*.

| PARÂMETROS GENÉTICOS PARA GERMINAÇÃO |                    |            |            |                  |                  |               |        |       |     |
|--------------------------------------|--------------------|------------|------------|------------------|------------------|---------------|--------|-------|-----|
| Caractere                            | $h^2_a$            | $h^2_{ad}$ | $h^2_{mp}$ | $CV_{gi}$<br>(%) | $CV_{gp}$<br>(%) | $CV_e$<br>(%) | Acprog | Média | Sig |
| <b>EFC</b>                           | 0,7010<br>+-0,096  | 0,935      | 0,49       | 30,54            | 15,27            | 26,50         | 0,7553 | 85,91 | *   |
| <b>EFCV</b>                          | 0,6980<br>+- 0,150 | 0,776      | 0,37       | 62,57            | 31,28            | 30,10         | 0,9011 | 79,04 | *   |
| <b>Germinação</b>                    | 0,7010<br>+- 0,096 | 0,935      | 0,49       | 30,54            | 15,27            | 26,50         | 0,7553 | 85,91 | *   |
| <b>Sobrevivência</b>                 | 0,7361<br>+- 0,152 | 0,767      | 0,36       | 64,05            | 32,02            | 30,30         | 0,9039 | 78,71 | *   |

\*estatisticamente significativo a 99% da probabilidade segundo a análise de deviance;  $h^2_a$ : herdabilidade individual;  $h^2_{mp}$ : herdabilidade média das progênies, assumindo sobrevivência completa;  $CV_{gi}$  (%): coeficiente de variação genética aditiva individual;  $CV_{gp}$  (%): coeficiente de variação fenotípica entre progênies;  $CV_e$  (%): coeficiente de variação residual;  $CV_r = (CV_{gp}/CV_e)$ : coeficiente de variação relativa. EFC: Emissão de Folha Cotiledonar; Emissão de Folha Cotiledonar Verde.

Verificou-se que as diferentes populações de *C. glazioviana* não tem diferença significativa para os caracteres de germinação, contudo, considerando apenas o efeito das

progênes, foi possível verificar que os valores para os diferentes caracteres foram geneticamente significativos, apresentando assim, variabilidade genética.

Portanto, por haver variabilidade genética para as diferentes progênes, é possível utilizar sementes de *C. glazioviana* para realizar a conservação *ex situ*, visto que essa espécie está ameaçada de extinção (Carvalho, 2014), sendo essa alternativa viável para a recuperação desta espécie. Esses resultados demonstram que estudos voltados para as espécies perenes da Caatinga são necessários para subsidiar a elaboração de estratégias de conservação, coleta de sementes e produção de mudas (Gois et al., 2018), sabendo-se que a variabilidade genética desta espécie está distribuída entre e dentro de populações (Loveless; Hamrick, 1984).

Vale salientar que a *C. glazioviana* é uma espécie com alto valor econômico e ecológico, portanto, a alta herdabilidade e alto coeficiente de variação para os caracteres germinação e sobrevivência tornam viável a seleção de progênes para conservação genética. Entretanto, ressalta-se que as avaliações foram realizadas apenas no estágio inicial da produção de mudas e que para melhores resultados, deve-se realizar o acompanhamento da espécie em campo para determinar se permanecerá o mesmo padrão.

## 5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados, conclui-se que a biometria por meio da análise digital fornece características fenotípicas de tamanho e forma dos frutos e sementes de *C. glazioviana*, sendo essa ferramenta precisa e confiável, otimizando o tempo dos processos.

Os diferentes tratamentos *in vitro* (meio de cultura MS e composto orgânico), apresentou comportamentos contrastantes entre as diferentes progênes e procedências de *C. glazioviana* com tendência de haver maior percentual de germinação para progênes semeadas em meio de cultura. No entanto, ambos tratamentos se mostraram eficientes para a germinação da espécie e a produção de mudas em larga escala.

As quatro populações de *C. glazioviana* apresentaram alta germinação e rápido índice de velocidade de germinação, indicando que o tratamento para a retirada do tegumento do fruto e a germinação *in vitro* foram eficientes, pois supriram as necessidades da espécie quanto aos fatores que influenciam a germinação, à exemplo da umidade, luminosidade, temperatura e nutrientes.

Os caracteres de frutos, sementes e germinativos apresentaram baixa variabilidade genética pela análise de deviance entre as populações, entretanto, considerando apenas os efeitos das progênes, todos os caracteres germinativos demonstraram significância entre e

dentro das progênies. Portanto, é possível utilizar esses genótipos para a conservação da espécie, visto que há variabilidade genética.

## REFERÊNCIAS

- ALBINO, B. É. S.; CANATTO, R. A.; CORDEIRO, A. T.; FUKUSHIMA, C. H.; PILON, A. M. Propagação in vitro de jequitibá-branco (*Cariniana estrellensis*): uma alternativa para programas de reflorestamento. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 13, n. 2, p. 88 – 99, 2019.
- ALVES, E. U.; BRUNO, R. DE L. A.; OLIVEIRA, A. P. DE; ALVES, A. U.; ALVES, A. U; PAULA, R. C. DE. Influência do tamanho e da procedência de sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. sobre a germinação e vigor. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 877 – 885, 2005.
- ANDRADE, S.R.M. Princípios da Cultura de Tecidos Vegetais. **Planaltina: Embrapa Cerrados**, p. 16, 2002.
- ARAÚJO, J. K. P. **Caracterização biométrica de diásporos e sementes e propagação sexuada e vegetativa de *Cordia oncocalyx* (Allemão) Baill.** 2020. 143f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Agrícola de Jundiaí, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.
- ARAÚJO, J. K. P DE, ARAÚJO J. S. O. DE, SANTOS D. F. DOS, PACHECO, M. V., ARAUJO, P. C. D. Seminiferous propagation of *Cordia oncocalyx* (Allemão) Baill. and biometric characterization of diaspores and seeds. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 35, n. 1, p. 160 – 169, jan./mar., 2022.
- ARAÚJO, M. E. DA S.; NEGREIROS, M. L. DE; SHIBATA, M. Biometria, qualidade fisiológica em diferentes temperaturas, substratos e tempos de armazenamento de sementes de pau preto (*Cenostigma tocantinum*). **Nativa**, Sinop, v. 10, n. 2, p. 219 – 224, 2022.
- AZARKOVICH, M.I. Dehydrins in orthodox and recalcitrant seeds. **Journal of Plant Physiology**, v. 67, p. 221-230, 2020.
- BALEKOGLU, S.; CALISKAN, S.; DIRIK, H. Effects of geoclimatic factors on the variability in *Pinus pinea* cone, seed, and seedling traits in Turkey native habitats. **Ecological Processes** v. 9, p. 1-13, 2020
- BARROS, H. S. D.; CRUZ, E. D.; PEREIRA, A. G.; da SILVA, E. A. A. Fruit and seed morfometry, seed germination and seedling vigor of *Parkia gigantocarpa*. **Floresta**, v. 50, p. 877-886, 2020.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. Seeds. ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. **Academic Press**, San Diego, 1998.
- BECKERT, O. P., MIGUEL, M. H.; MARCOS FILHO, J. Absorção de água e potencial fisiológico em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 4, p. 671-675, 2000.



- BIERNASKI, F. A.; HIGA, A. R.; SILVA, L. D. Variabilidade genética para caracteres juvenis de progênes de *Cedrela fissilis* vell.: subsídio para definição de zonas de coleta e uso de sementes. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, n. 1, p. 49-58, 2012.
- BIRUEL, R. P.; PAULA, R. C.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de *Carsalpinia leiostachya* (benth.) Ducke (pau-ferro) classificadas pelo tamanho e pela forma. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 197-204, 2010.
- BISOGNIN, D. A.; AMARANTE, C. V. T.; DELLAI, J. Contribuição das folhas cotiledonares para o crescimento e estabelecimento de plântulas de cucurbitáceas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 309-313, 2004.
- BRITO, S. W. de O. R.; BRITO, V. C. de M. Companhia de Pesquisa de Recursos Mineral-CPRM. Geologia e recursos minerais da Folha Mossoró, estado do Rio Grande do Norte: texto explicativo., Org.- Recife: CPRM-RE, 2013.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. MELHORAMENTO DE PLANTAS. **Editorial UFV**, Viçosa, MG, 2009.
- BRAGA, R. Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará. **Coleção Mossoroense**, Natal, 2. ed., v. 325, p. 540, 1960.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal, FUNEP, p. 588, 2000.
- CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras: Pau-branco-louro *Cordia glazioviana*. **Embrapa Floresta**, Colombo, 1 ed., v. 5, p. 413 – 417, 2014.
- CERVANTES, E.; MARTÍN, J. J.; SAADAOUI, E. Updated Methods for Seed Shape Analysis. **Scientifica**. v. 1, p. 1 – 10, 2016.
- CHRISTRO, L. F.; MARAL, J. F. T.; LAVIOLA, B. G.; MARTINS, C. D.; AMARAL, C. F. Biometric analysis of seeds of genotypes of physic nut (*Jatropha curcas* L.). **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 1 – 03, 2012.
- CHUNG, M.Y.; SON, S.; HERRANDO-MORAIRA, S.; TANG, C. Q.; MAKI, M.; KIM, Y.D.; LÓPEZ- PUJOL, J.; HAMRICK, J. L.; CHUNG, M. G. Incorporating differences between genetic diversity of trees and herbaceous plants in conservation strategies. **Conservation Biology**, v. 34, p. 1142-1151, 2020.
- Cordia* in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB27575>>. Acesso em: 27 fev. 2024.
- CORREIA, L. A. D. S.; FELIX, F. C.; ARAÚJO, F. dos S.; FERRARI, C. dos S.; PACHECO, M. V. Morphometric descriptors and physiological seed quality for selecting *Aspidosperma pyrifolium* Mart. matrix trees. **Revista Caatinga**, v. 32, p. 751-759, 2019.
- COSTA, P. R., CUSTÓDIO, C. C., MACHADO NETO, N. B., & MARUBAYASHI, O. M. Estresse hídrico induzido por manitol em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 2, p. 105-113, 2004.

COSTA, M. F.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F. ;ARAÚJO, A. S. F.; ZUCCHI, M. I., PINHEIRO, J. B.; VALENTE, S. E. S. Characterization and genetic divergence of *Casearia grandiflora* populations in the Cerrado of Piauí State, Brazil. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 3, p. 387-396., 2016.

CRUZ, C. D. Princípios de genética quantitativa. **UFV**, Viçosa, p. 394, 2005.

DA COSTA PATRÍCIO, M.; TROVÃO, D. M. DE B. M. Seed biometry: another functional trait in caatinga. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 42, p. 1-11, 2020.

ESPOSITO-POLESI, N. P. Contaminação versus manifestação endofítica: implicações no cultivo *in vitro* de plantas. **Rodriguésia**, v. 71, p. 1 – 15, 2020.

FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. The principles of pollination ecology. **Pergamon Press**, 2.ed. Oxford, 1979.

FALCONER, D. D. **Introdução a genética quantitativa**. 1. ed. Viçosa, MG: UFV, p. 279, 1981.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Tradução de Martinho de Almeida e Silva e José Carlos Silva. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1987.

FELIX, F. C.; MEDEIROS, J. A. D. DE; FERRARI, C. DOS S.; VIEIRA, F. DE A.; PACHECO, M. V. Biometry of *Pityrocarpa moniliformis* seeds using digital imaging: implications for studies of genetic divergence. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 15, n. 1, e6128, 2020.

FELIX, F. C.; KRATZ, D.; RIBEIRO, R.; NOGUEIRA, A. C. Characterization and differentiation of forest species by seed image analysis: a new methodological approach. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 1 – 18, jul./set., 2023

FELIX, F. C.; CHAGAS, K. P. T DAS; ARAÚJO, F. DOS S.; MEDEIROS, J. A. D. DE; VIEIRA, F. DE A.; TORRES, S. B.; PACHECO, M. V. Image analysis of seeds and machine learning as a tool for distinguishing populations: Applied to an invasive tree species. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 46, e62658, 2024

FENNER, M. Seed Ecology. **Chapman & Hall**, London, p. 340, 1993

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. Germinação: do básico ao aplicado. **ARTIMED**, Porto Alegre, p. 323, 2004.

FERREIRA, K.; BERTOLINI, L.; ZUCCHI, M. I.; KONZEN, E. R. **Genética na Escola**. v. 17, n. 2, p. 219, 2022.

FERREIRA, T.; RASBAND, W. ImageJ: user guide - IJ 1.46r. **Nacional Institute of Health**. p. 198, 2012.

FREITAS, M. L. M., de AGUIAR, A. V., Spoladore, J., DE SOUSA, V. A., & SEBBENN, A. M. 2.1 Produção de sementes de espécies florestais nativas: estratégias de melhoramento. 2018.

GALLIA, M. C.; SARTO, J. E. DEL; BONGIOVANNI, G. A. Sustainable and efficient protocols for in vitro germination and antioxidants production from seeds of the endangered species *Araucaria araucana*. **Journal of Genetic Engineering and Biotechnology**. v. 19, p. 181, 2021.

GAMA, N. S. **Estudos ecofisiológicos em *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud., (Leguminosae, Caesalpinoidea) na região Semi-Árida no Estado de Alagoas**. 1992. 129 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1992.

GAVILANES, M. L.; BRANDÃO, M. Cobertura vegetal do Município de Itumirim, Minas Gerais. **Daphne**, Belo Horizonte, v. 4, n. 4, p. 18-41, 1994.

GENEROSO, A. L.; VIANA, A. P.; CARVALHO, V. S.; JÚNIOR, D. DA COSTA. *In vitro* germination to overcome dormancy in seeds of ‘Red Globe’, ‘Italia’ and ‘Niagara Rosada’ grapes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 41, n. 5 (e-495), 2019.

GENZE, N.; BHARTI, R.; GRIEB, M.; SCHULTHEISS, S. J.; GRIMM, D. G. Accurate machine learning-based germination detection, prediction and quality assessment of three grain crops. **Plant Methods**. v. 16, p. 157, 2020.

GILBERT, F. S. Foraging ecology of hoverflies: morphology of the mouthparts in relation to feeding on nectar and pollen in some common urban species. **Ecological Entomology**, v. 6, p. 245-262, 1981.

GOIS, I. B.; FERREIRA, R. A.; SILVA-MANN, R. Variabilidade Genética em Populações Naturais de *Cassia grandis* L. f. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 4, e20160309, 2018.

GONÇALVES, L. G. V.; ANDRADE, F. R.; MARIMON JUNIOR, B. H.; SCHOSSLER, T. R.; LENZA, E.; MARIMON, B. S. Biometria de frutos e sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) em vegetação natural na região leste de Mato Grosso, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 31-40, 2013.

GONZAGA, A. P. D.; MIRANDA, N. A.; TITON, M.; MACHADO, E. L. M.; ALMEIDA, H. DE S.; LEÃO, B. M. Desinfestação e germinação in vitro de *Lychnophora pohlii*. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v. 8, n. 1, p. 1253 - 1259, 2021.

GORGONE, M. **Técnica de germinação in vitro e ex vitro de sucupira branca (*Pterodon pubescens* Vogel)**. 2020. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019.

GOTTSCHLING, M.; MILLER, J. S. Clarification of the taxonomic position of *Auxemma*, *Patagonula*, and *Saccellium* (Cordiaceae, Boraginales). **Systematic Botany**, v. 31, n. 2, p. 361-367, 2006.

GRAY, A. Modern Differential Geometry of Curves and Surfaces with Mathematica; **CRC Press: Boca Raton**, Flórida, USA, p. 163–165, 1998.

HARTMANN, H. T.; KESTER, E. D.; DAVIES JR., F. T.; GENEVE, R. L. Plant propagation: principles and practices. 8th ed. **Prentice-Hall**, New Jersey, p. 915, 2011.

Henderson C.R. Applications of linear models in animal breeding. **University of Guelph**, Guelph, p. 462, 1984.

HENRIQUES, P. H.; MORAES, C. B.; SEBBENN, A. M.; TOMAZELLO-FILHO, T., MORAES; M. L. T.; MORI, E. S. Estimativa de parâmetros genéticos para caracteres silviculturais e densidade do lenho em teste de progênies de *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, v. 45, n. 113, p. 119-128, 2017.

HESAMI, M.; JONES, A. M. P. Application of artificial intelligence models and optimization algorithms in plant cell and tissue culture. **Appl Microbiol Biotechnol**. v. 104, p. 9449 – 9485, 2020.

KAMPA, M. B.; HOMCZINSKI, I.; ROQUE, R. H.; FIGUEIREDO FILHO, A.; PERES, F. S. B.; TAMBARUSSI, E.V. Variabilidade genética em progênies de *Campomanesia xanthocarpa* Mart. ex O. Berg em viveiro. **Scientia Forestalis**, v. 48, n. 125, e2935, 2020.

LAKSHMANAN, P. Sugarcane biotechnology: the challenges and opportunities. **In vitro cellular and developmental biology – Plant**, v. 41, p. 345 – 363, 2005.

LEITE, L. J. C. **Interações planta-polinizador e planta- florívoros no Cerrado [explorando as dependências da densidade]**. 2023. L533i. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, 2023.

LOVATEL, Q. C.; NAVROSKI, M. C.; GERBER, T. R.; OLIVEIRA, L. M. de; PEREIRA, M. de O.; SILVEIRA, M. F. GENETIC VARIABILITY IN JUVENILE CHARACTERS OF PROGENIES OF *Apuleia leiocarpa*. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 51, n. 3, p. 547-556, 2021.

LOVELESS, M. D.; HAMRICK, J. L. Ecological determinants of genetic structure in plant populations. **Annual Review Ecology Systematics**, v.15, p. 65-95, 1984.

LOVELL, P. H.; MOORE, K. G. A comparative study of cotyledons as assimilatory organs. **Journal of Experimental Botany**, v. 21, p. 1017- 1030, 1970.

MAIA, G. N. Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades. **Leitura & Arte**, São Paulo, p. 413, 2004.

MARACAJÁ, P. B.; BATISTA, C. H. F.; SOUSA, A. H. de; VASCONCELOS, W. E. de. Levantamento florístico e fitossociológico do extrato arbustivo-arbóreo de dois ambientes na Vila Santa Catarina, Serra do Mel, RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 3, n. 2, 2003.

MARCOS FILHO, J. Seed physiology of cultivated plants. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, p. 616, 2020.

MARSHALL, D. L. Effect of seed size on seedling success in three species of *Sesbania* (Fabaceae). **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 73, n. 4, p. 457-464, 1986.

MATOS, F. DOS S.; NUNES, Y. R. F.; SILVA, M. A. P.; OLIVEIRA, I. DE S. Variação biométrica de diásporos de buriti (*Mauritia flexuosa* L.f. – Arecaceae) em veredas em diferentes estágios de conservação. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 4, p. 833 – 842, 2014.

MENEGATTI, R. D.; MANTOVANI, A.; NAVROSKI, M.; SOUZA, A. G. Genetic divergence among provenances of *Mimosa scabrella* Benth. based on seed analysis. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, Recife, v. 12, n. 3, p. 366-371, 2017.

MERCIER, H.; NIEVOLA, C. C. Obtenção de bromélias *in vitro* como estratégia de preservação. **Vidalia**, v. 1, p. 57 – 62, 2003.

MIRANDA, N. A.; TITON, M.; PEREIRA, I. M.; FERNANDES, J. S. C.; SANTOS, M. M. Estabelecimento *in vitro* de *Eremanthus incanus*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 39, 2019.

MONTEIRO, R.A.; FIOREZE, S.L.; NOVAES, M.A.G. Variabilidade genética de matrizes de *Erythrina speciosa* a partir de caracteres morfológicos. **Scientia Agraria Paranaensis**, Paraná, v.15, n.1, p.48-55, 2016.

MORAIS T. P; LUZ, J. M. Q; SILVA, S. M; RESENDE, R. F; SILVA, A. S. Aplicações da cultura de tecidos em plantas medicinais. **Revista Brasileira de plantas medicinais**. Botucatu, v. 14, n. 1, p. 110 – 121, 2012.

MORANDI, M. A. **Desenvolvimento de protocolos de propagação in vitro de erva-mate (Ilex paraguariensis Saint Hil.)**. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: Biologia na Agricultura e no Meio Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, 2020.

MURTHY. H. N; GEORGIEV. M. I; PARK. S. Y; DANDIN. V. S; PAEK. K. E. The safety assessment of food ingredients derived from plant cell, tissue and organ cultures: A review. **Food Chemistry**. n. 176, p. 426 – 432, jun. 2015.

NASCIMENTO, D. A. do. **Divergência genética de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) considerando variáveis biométricas de sementes**. 2021. 38f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Departamento de Ciência Florestal, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2021.

OLIVEIRA, O. F. de. Algumas árvores do Município de Mossoró. **Caatinga**, Mossoró, v. 1, n. 1, p. 7-17, 1976.

OLIVEIRA, F. M.; SILVA, K. M. B.; OLIVEIRA, G. F.; DANTAS, I. M.; CAMACHO, R. G. V. Micropropagação de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. a partir de segmentos nodais e ápices caulinares. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 3, p. 152 – 159, 2007.

OLIVEIRA, L. S.; DIAS, P. C.; BRONDANI, G. E. Micropropagação de espécies florestais brasileiras. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 76, p. 445 – 460, 2013.

OWEN, J. **The ecology of a garden: the first fifteen years**. Cambridge, Cambridge University. p. 403, 1991.

- PAIVA, J. N.; NORONHA, B. G.; PEREIRA, M. D. Biometria de frutos e sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. por meio de processamento digital de imagens. In: II Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, II CONIDIS, 2017, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Editora Realize, p. 1-6, 2017.
- PALUDETO, J. G. Z.; MUNHOZ, L. V.; SANTOS, J. R. M. DOS; PESCK, V. A.; TAMBARUSSI, E. V. Variabilidade genética em população base de *Eucalyptus viminalis* em idade juvenil. **Scientia Forestalis**, 48(126) e3081, 2020.
- PEÑALOZA, P.; DURÁN, J.M.; Association between biometric characteristics of tomato seeds and seedling growth and development. **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 18, n. 4, p. 267-272, 2015.
- PEREIRA, B. L. C.; BORGES, E. E. DE L. E; OLIVEIRA, A. C.; LEITE, H. G.; GONÇALVES, J. F. DE C. Influência do óxido nítrico na germinação de sementes de *Plathymenia reticulata* Benth. com baixo vigor. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 38, n. 88, p. 629 – 636, dez. 2010.
- PESSOA, O. D. L.; LEMOS, T. L. G. Composição do óleo fixo e alantoína de *Auxemma oncocalyx*. **Revista Brasileira de Farmácia**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 1, p. 9-10, 1997.
- PINHAL, H. F., ANASTÁCIO, M. R.; CARNEIRO, P. A. P.; SILVA, V. J. da; MORAIS, T. B. da; LUZ, J. M. Q. Aplicações da cultura de tecidos vegetais em fruteiras do Cerrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2011.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: Abrantes, p. 298, 1985.
- PUPIN, S; FREITAS, M. L. M. de; CANUTO, D. S. de O.; SILVA, A. M. de; MARIN, A. L. A.; MORAES, M. L. T. de. Variabilidade genética e ganhos de seleção em progênies de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Nativa**, Sinop, v. 5, n. 1, p. 59-65, 2017.
- QUIRINO, N. I. L. **Acompanhamento fenológico de espécies arbóreas e arbustivas em um fragmento de caatinga no município de Mossoró, RN.** / 2021. 51 f. Monografia (Engenharia Florestal) Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2021.
- RAMOS, J. D.; CHALFON, N. N. J.; PASCOAL, M.; RUFINI, J. C. M. Produção de mudas de plantas frutíferas por semente. **Informe Agropecuário**, v. 23, n. 216, p. 21-24, 2002.
- RAMOS M. B. P.; FERRAZ I. D. K. Estudos morfológicos de frutos, sementes e plântulas de *Enterolobium schomburgkii* Benth. (Leguminosae - Mimosoideae). **Revista brasileira de Botânica** v. 31, n. 2, p. 227-235, 2008.
- RESENDE, M. D. V.; ARAÚJO, A. J.; SAMPAIO, P. T. B.; WIECHETECK, M. S. S. Acurácia seletiva, intervalos de confiança e variância de ganhos genéticos associados a 22 métodos de seleção em *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Revista Floresta**, v. 24, p. 35-45, 1995.
- REWICZ, A.; BOMANOWSKA, A.; MAGDA, J.; REWICZ, T. Morphological variability of *Consolida regalis* seeds of south-eastern and central Europe. **Systematics and Biodiversity**, v. 15, n. 1, p. 25-34, 2016.

RIBEIRO, R. A.; RODRIGUES, F. M. Genética da Conservação em espécies vegetais do cerrado. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, Salvador, v. 5, n. 3, p. 253-260, 2006.

RIZZINI, C. T. Contribuição ao conhecimento das floras nordestinas. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 41, p. 137-193, 1976.

RODRIGUES, A. M.; CARVALHO, T. C. de; AYUB, R. A.; Germinação *in vitro* de sementes de *Hippeastrum hybridum*. **Applied Research & Agrotechnology**, Guarapuava, v. 13, e5894, 2020.

SANCHES, L. A.; RAMALHO, A. B.; CAMILI, E. C.; GUIMARÃES, R. A. P. Fruit biometrics and maturity on the quality of *Diospyros inconstans* Jacq. seeds. **Journal of Seed Science**, v. 45, e202345023, 2023.

SANTOS, H. G. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Embrapa**, Brasília, v. 5, 2 ed, 2018.

SANTOS, J. A. **Sistema agroecológico de produção e conservação de forragens na agricultura familiar - a experiência do sertão do pajeú – Pernambuco**. 2008. p. 44. Monografia, Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2008.

SANTOS, R. C. dos. **Efeito da membrana microporosa e meio de cultura na germinação e crescimento *in vitro* de plântulas de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex. Benth. e alterações no conteúdo endógeno de etileno, CO<sub>2</sub>, poliaminas e perfil proteômico / 2023**. 97 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Biociências e Biotecnologia, 2023.

SEBBENN, A. M.; VILAS BOAS, O.; MAX, J. C. M. Altas herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênes de polinização aberta de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii* aos 25 anos de idade em Assis-SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 20, n.2, p. 95-102, 2008.

SILVA, L. C. D.; SEABRA JÚNIOR, S.; CAMPOS, R. A. DA S.; RODRIGUES, L. F. O. S.; SILVA, M. B. DA. Implantação de feijão-de-asa com utilização de semeadura direta e por mudas de diferentes idades. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 5, n. 17, p. 236-242, 2012.

SILVA, L. G. COSTA DA; MOREIRA, J. F. L.; HOLANDA, H. B. B.; ROCHA, L. B.; DIAS, P. C. Evaluation of carnauba progenies and estimates of genetic parameters in the juvenile phase. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 4, p. 917 – 925, 2018

SILVA, D. Y. B. de O.; FARIAS, S. G. G. de; ARAUJO, P. C. D.; SOUSA, M. B. de; SILVA, R. B. e; OLIVEIRA, C. V. de A. GENETIC VARIABILITY OF *Parkia platycephala* POPULATIONS: SUPPORTFOR DEFINING SEED COLLECTION AREAS. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 35, n. 4, p. 905 – 914, 2022.

SILVA, J. N. da; SILVA, M. A. D. da; MOURA, D. P. de; RODRIGUES, M. B. S.; ALVES, R. M.; SILVA, E. F. da; Germinação e vigor de sementes de *Mimosa tenuiflora* após o armazenamento. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 15, n. 4, e9878, 2022.

SILVA, K. de F. C. **Características, físicas e fisiológicas, relacionados à conservação das sementes de duas espécies arbóreas, nativas do Cerrado brasileiro.**/ 2022. 86 p. Dissertação (mestrado) – USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2022.

SILVA, D. Y. B. DE O.; FARIAS, S. G. G. DE; DIAS, P. C.; SILVA, R. B.; DIAS, B. A. S. Phenotypic and genotypic evaluation of *Parkia platycephala* families: a proposal for pre-selection. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 23, n. 1, e42792314, 2023

SILVA, M. A. D. DA. **SELEÇÃO GENÉTICA EM MUDAS DE *Schinus terebinthifolia* Raddi SUBMETIDAS A CONDIÇÕES AMBIENTAIS.** 2023. 43 f.: il. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco, Bacharelado em Engenharia Florestal, Recife, 2023.

SILVEIRA, J. V. B. **Introdução e multiplicação *in vitro* de *Khaya grandifoliola*.** 2023. 37 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2023.

SOARES J. S.; ROSA Y. B. C. J; SUZUKI R. M.; SCALON S. P. Q.; ROSA, E. J. Cultivo *in vitro* de *Dendrobium nobile* com uso de água de coco no meio de cultura. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 63-67, 2013.

SOUZA, D. C. L.; SILVA-MANN, R., FERREIRA, R. A.; GOMES, L. J.; ALMEIDA, T. DOS S.; OLIVEIRA, A. DOS S.; PEREIRA, G. S.; GOIS, I. B. Produção de frutos e características morfofisiológicas de *Schinus terebinthifolius* Raddi., na região do baixo São Francisco, Brasil. **Revista Árvore**, v. 37, p. 923-932, 2013.

SOUZA, R. A.; DANTAS, P. V. P.; CAVALCANTE, P. DE F.; TENÓRIO, R. R.; HOULLOU, L. M. Basic procedure for the *in vitro* propagation of Brazilian trees for reforestation purposes. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 2, n. 2, p. 107 – 114, 2017.

SOUZA, A. V. V.; CARVALHO, J. R. S., COSTA, E. S. S.; SOUZA, C. S., SILVA, H. F. J.; LUZ, J. M. Q., MACIEL, G. M.; SIQUIEROLI, A. C. S. Diversidade genética em acessos de *Amburana* (*Amburana cearensis*: métodos hierárquicos e de otimização. **Revista Árvore** **45**: e4508, 2021.

SOUZA, A. DA G.; SMIDERLE, O. J.; GIANLUPPI, D. ARMAZENAMENTO DE SEMENTES SOB DIFERENTES CLASSES DE TAMANHO E COLORAÇÃO MÁXIMA DO TEGUMENTO PROMOVEM GERMINAÇÃO MÁXIMA DE *Pochota fendleri*? Anais do III CoBICET. set, 2022.

SURLES, S. E.; WHITE, T. L.; HODGE, G. R; DURYEY, M. L. Relationships among seed weight components, seedling growth traits, and predicted field breeding values in slash pine. **Canadian Journal Forest Research**, Canadá, v. 23, n. 8, p. 1550 – 1556, 1993.

STEIN, V. C.; PAIVA, R.; SOARES, F. P.; NOGUEIRA, R. C.; SILVA, L. C.; EMRICH, E. Germinação *in vitro* e *ex vitro* de *Inga vera* Willd. subsp. Affinis. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1702 – 1708, 2017.

TAMBOSI, G.; ROGGE-RENNER, G. D. Avaliação de métodos de esterilização, concentração de ágar e composição de meio de cultura para propagação *in vitro* de *Pimpinella*



anisum (Linn.)—Apiaceae. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 31, n. 2, p. 189-194, 2010.

TROGELLIO, E.; MODOLO, A. J.; PORTES, A. F.; BRUSAMARELLO, A. P. Tamanhos e formatos de sementes não influenciam a germinação, desenvolvimento e produtividade da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 19, n. 1-2, p. 41-48, 2013.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. **Informativo Abrates**, Curitiba, v. 17, n. 1-3, p. 76-83, 2007.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. **Sociedade Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, p. 496, 1992.

VENKATESAN, S.; SUJATHA, K. Characterization of Barnyard Millet Cultivars using Seed Image Analysis. **Seed Research**, v. 45, n. 2, p. 1 – 3, 2018.

VIEIRA, F. D. A.; CARVALHO, D. D. Maturação e morfometria dos frutos de *Miconia albicans* (Swartz) Triana (Melastomataceae) em um remanescente de floresta estacional semidecídua montana em Lavras, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1015 – 1023, 2009.

VIEIRA, A. A.; SOUZA, L. C.; SILVA JÚNIOR, A. L.; ALVES, B. Q.; MIRANDA, F. D.; MOREIRA, S. O.; CALDEIRA, M. V. Diversity and genetic structure of *Astronium concinnum* Schott ex Spreng. in conservation units. **Genetic Resources and Crop Evolution** v. 19, p. 1-11, 2022.

WALTERS, C. Orthodoxy, recalcitrance and in-between: Describing variation in seed storage characteristics using threshold responses to water loss. **Planta**, v. 242, p. 397 – 406, 2015.

WEISS, M. R. Vision and learning in some neglected pollinators: beetles, flies, moths, and butterflies. In: L. Chittka & J.D. Thomson (eds.) **Cognitive Ecology of Pollination**. Cambridge UK, Cambridge University Press, 2001.

WIELEWICKI, A. P.; LEONHARDT, C.; SCHLINDWEIN, G.; MEDEIROS, A. C. DE S. Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies florestais presentes na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.191 – 197, 2006.

WILLMER, P. Advertisements I: Visual signals and floral color. In: P. Willmer (ed.) **Pollination and Flower Ecology**. Princeton University Press, New Jersey, 2011.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. DA. Silvicultura clonal: princípios e técnicas. **Editora UFV**, Viçosa, 2. ed., p 279, 2013.

ZANATA, M.; FREITAS, M. L. M.; SILVA, M. T.; MORAIS, E.; ZANATTO, A. C. S.; SEBBENN, A. M. Parâmetros genéticos e ganhos na seleção em teste de progênies de polinização aberta de *Eucalyptus pellita*, Batatais–SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 22, n. 2, p. 233-242, 2010.