

Atributos físicos, morfométricos e fisiológicos de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Família – Fabaceae)**Physical, morphometric and physiological attributes of *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong seeds (Family – Fabaceae)****Atributos físicos, morfométricos y fisiológicos de las semillas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Familia – Fabaceae)**

DOI: 10.34188/bjaerv7n4-148

Submetido: 01/08/2024

Aprovado: 30/09/2024

Esthefany Karolainy Tenorio da Costa

Engenheira Florestal, pela Universidade Federal do Pará
Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Florestal
Altamira, PA. Brasil
E-mail: esthefanytenorio@outlook.com

Iselino Nogueira Jardim

Doutor em Plantas Medicinais, pela Universidade Federal de Lavras – MG
Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Florestal
Altamira, PA. Brasil
E-mail: jardim@ufpa.br

Alessandra Doce Dias de Freitas

Doutora em Ciencias Agrárias, pela Universidade Federal Rural da Amazônia
Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Florestal
Altamira, PA. Brasil
E-mail: aledoce@ufpa.br

RESUMO

Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong, é uma espécie adequada para projetos de restauração florestal, porém há poucos estudos na biometria e dormência de suas sementes. Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar as propriedades físicas, morfometria e métodos pré-germinativos para germinação de sementes de *Enterolobium contortisiliquum*. As sementes foram avaliadas quanto à qualidade física (peso de mil sementes, número de sementes por quilograma e teor de umidade) e morfométrica (comprimento, largura e espessura). Considerando-se as características das sementes em relação à espessura do tegumento e sua dureza, foi realizado teste de germinação com quatro tratamentos: T1 – escarificação mecânica + água destilada por 30 minutos; T2 – escarificação mecânica + solução de vinagre por 30 minutos; T3 – escarificação mecânica + ácido acético a 10% por 30 minutos; T4 – escarificação mecânica + ácido acético a 20% por 30 minutos; T5 – testemunha. Foram avaliadas a porcentagem de germinação, tempo médio, velocidade média e índice de velocidade de germinação das sementes de *Enterolobium contortisiliquum*. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes por tratamento, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. As sementes apresentaram alta variabilidade para a maioria das características morfobiométricas avaliadas e correlação positiva predominante entre elas. Essas características são úteis para a seleção de espécimes geneticamente superiores de *Enterolobium contortisiliquum*. A escarificação mecânica e a imersão em água por 30 minutos e em ácido acético a 20% por 30

minutos são os tratamentos pré-germinativos mais eficientes para superar a dormência em sementes de *Enterolobium contortisiliquum*.

Palavras-chave: tamboril, germinação, qualidade da semente, dormência tegumentar, vigor.

ABSTRACT

Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong is a species suitable for forest restoration projects, but there are few studies on the biometrics and dormancy of its seeds. Therefore, this work aimed to evaluate the physical properties, morphometry, and pre-germinative methods for germination of *Enterolobium contortisiliquum* seeds. The seeds were evaluated for physical quality (weight of a thousand seeds, number of seeds per kilogram and moisture content) and morphometric quality (length, width and thickness). Considering the characteristics of the seeds in relation to the thickness of the tegument and its hardness, a germination test was carried out with four treatments: T1 – mechanical scarification + distilled water for 30 minutes; T2 – mechanical scarification + vinegar solution for 30 minutes; T3 – mechanical scarification + 10% acetic acid for 30 minutes; T4 – mechanical scarification + 20% acetic acid for 30 minutes; T5 – control. The germination percentage, average time, average speed and germination speed index of *Enterolobium contortisiliquum* seeds were evaluated. A completely randomized design was used with four replicates of 25 seeds per treatment, and the means were compared using the Scott-Knott test at 5% probability. The seeds presented high variability for most of the morphobiometric characteristics evaluated and a predominant positive correlation between them. These characteristics are useful for the selection of genetically superior specimens of *Enterolobium contortisiliquum*. Mechanical scarification and immersion in water for 30 minutes and in 20% acetic acid for 30 minutes are the most efficient pre-germination treatments for overcoming dormancy in *Enterolobium contortisiliquum* seeds.

Keywords: tamboril, germination, seed quality, integumentary dormancy, vigor.

RESUMEN

Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong es una especie apta para proyectos de restauración forestal, pero existen pocos estudios sobre la biometría y latencia de sus semillas. Por lo tanto, este trabajo tuvo como objetivo evaluar las propiedades físicas, morfometría y métodos de pregerminación para la germinación de semillas de *Enterolobium contortisiliquum*. Las semillas fueron evaluadas en cuanto a calidad física (peso de mil semillas, número de semillas por kilogramo y contenido de humedad) y calidad morfométrica (largo, ancho y espesor). Considerando las características de las semillas en relación al espesor de la testa y su dureza, se realizó una prueba de germinación con cuatro tratamientos: T1 – escarificación mecánica + agua destilada durante 30 minutos; T2 – escarificación mecánica + solución de vinagre por 30 minutos; T3 – escarificación mecánica + ácido acético al 10% durante 30 minutos; T4 – escarificación mecánica + ácido acético al 20% durante 30 minutos; T5 – testigo. Se evaluaron el porcentaje de germinación, tiempo promedio, velocidad promedio e índice de velocidad de germinación de semillas de *Enterolobium contortisiliquum*. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones de 25 semillas por tratamiento y las medias se compararon mediante la prueba de Scott-Knott, al 5% de probabilidad. Las semillas mostraron alta variabilidad para la mayoría de las características morfobiométricas evaluadas y predominante correlación positiva entre ellas. Estas características son útiles para la selección de especímenes genéticamente superiores de *Enterolobium contortisiliquum*. La escarificación mecánica y la inmersión en agua durante 30 minutos y en ácido acético al 20% durante 30 minutos son los tratamientos pregerminativos más eficientes para superar la latencia en semillas de *Enterolobium contortisiliquum*.

Palabras clave: tamboril, germinación, calidad de semilla, latencia tegumentaria, vigor.

1 INTRODUÇÃO

Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong, conhecida popularmente como tamboril, pertencente à família Fabaceae, é uma planta de grande porte, ocorrendo em diversas formações florestais brasileira (Júnior et al., 2022). É uma das espécies florestais nativas de grande importância e que pode ser utilizada para a recuperação de áreas degradadas e para reflorestamento, em virtude da sua boa adaptabilidade, do crescimento rápido e bom sombreamento (Camilo Junior et al., 2023).

Apesar de ser uma espécie indicada para projetos de restauração florestal, para o sucesso da produção de mudas de tamboril é necessário sementes de qualidade, o que exige métodos de avaliação de qualidade mais eficazes (Carvalho et al., 2019; Duarte et al., 2021). Desse modo, são imprescindíveis pesquisas que visam a compreensão das respostas germinativas das espécies, como, a biometria e a dormência de sementes.

A biometria da semente é um importante instrumento para detectar a variabilidade genética dentro de populações de uma mesma espécie, e as relações entre esta variabilidade e os fatores ambientais, como também em programas de melhoramento genético (Gonçalves et al., 2013). Ainda segundo Gonçalves et al. (2013), a biometria de sementes fornece informações para a conservação e exploração da espécie, permitindo incremento contínuo da busca racional, uso eficaz e sustentável, sendo importantes para a seleção, pois, podem incrementar ou uniformizar estas qualidades.

Vários trabalhos têm mencionado a importância dos estudos biométricos na distinção de sementes de diferentes matrizes, na fabricação de equipamentos que auxiliam na mecanização da produção, na determinação de variabilidade intrínseca e extrínseca entre populações (Nogueira et al., 2023; Costa Júnior et al., 2021; Jacinto Junior & Lucena, 2023; Pontes et al., 2018). Ademais, a análise biométrica pode auxiliar na identificação da variabilidade genética presentes em diferentes lotes de sementes utilizadas em programas de conservação *in situ* e *ex situ* (Leão et al., 2022).

As sementes de *Enterolobium contortisiliquum* possuem dormência tegumentar. Essa dormência tegumentar causa uma impermeabilização devido a camadas hidrofóbicas, rigidez e a espessura do tegumento, o que pode dificultar a entrada de água e/ou à protrusão da radícula (Santos Júnior et al., 2022). Devido a essa limitação, a germinação da semente dessa espécie é dificultada, ocorrendo lentamente e em pequena quantidade. Dessa forma, é necessário utilizar métodos de superação da dormência das sementes para acelerar e aumentar a taxa de germinação dessa espécie.

Dentre os métodos testados a escarificação mecânica e química com ácido sulfúrico (H₂SO₄) foram eficientes em promover a germinação das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Malavasi & Malavasi, 2004). Aquino et al. (2009) observaram que os tratamentos mais indicados para superação da dormência das sementes de *Enterolobium contortisiliquum*, foram obtidos nos tratamentos com a aplicação de ácido sulfúrico e acetona. Esses autores também constaram que a

imersão em ácido acético (vinagre de álcool) não foi eficaz na quebra de dormência das sementes de *Enterolobium contortisiliquum*.

Júnior *et al.* (2022) verificaram que a escarificação mecânica utilizando alicate de corte foi o método mais eficaz para o desenvolvimento inicial da cultura de *Enterolobium contortisiliquum*. Porém, informações sobre a exposição de suas sementes escarificadas imersas em solução de ácido acético, ainda são inexistentes.

Devido à importância de *Enterolobium contortisiliquum* para projetos de restauração de áreas degradadas e por apresentar dormência tegumentar, este estudo teve como objetivo estudar as propriedades físicas, a morfometria e métodos pré-germinativos para germinação de diásporos de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell) Morang.).

2 METODOLOGIA

2.1 LOCAL DE ESTUDO

O experimento foi executado no Laboratório de Sementes da Universidade Federal do Pará – Campus de Altamira. No estudo foram utilizadas sementes provenientes de áreas de floresta nativa, localizada no município de Altamira, Pará.

No laboratório, as sementes foram separadas manualmente, com base na qualidade sanitária e ausência de danos mecânicos.

2.2 PROPRIEDADE FÍSICAS DAS SEMENTES *ENTEROLOBIUM CONTORTISILIQUEUM*

A massa de mil sementes (MMS) foi definida utilizando-se a pesagem de oito subamostras de 100 sementes, em balança analítica com sensibilidade de 0,001 g. A MMS foi calculada pela multiplicação da massa média obtida nas subamostras de 100 sementes por 10 conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009) e o número de sementes por quilograma foi calculado, a partir do resultado anterior, através de regra de três simples.

Paralelamente, o teor de umidade das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* foi determinado pelo método da estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}/24$ h, e três repetições utilizando 3 a 5 g por repetição (Brasil, 2009). O teor de umidade foi calculado em percentagem com base na massa fresca das sementes, a partir da equação:

$$TU = \left(\frac{mf - ms}{ms} \right) \times 100 \quad (1)$$

onde: TU = teor de umidade; mf = massa fresca da semente; ms = massa seca da semente.

2.3 BIOMETRIA DAS SEMENTES

Para a análise biométrica, 100 sementes foram separadas aleatoriamente. Um paquímetro digital (precisão: $\pm 0,01$ mm) foi utilizado para medir as três dimensões da semente de *Enterolobium contortisiliquum*. O comprimento (C) foi determinado pela medida do eixo maior da semente, da base ao ápice, e a largura (L) e espessura (E) foram obtidas na região mediana da semente. No Quadro 1 são apresentados outros parâmetros dimensionais utilizados para descrever a biometria de cada lote de sementes sob análise.

Quadro 1 - Parâmetros oriundos das medidas de comprimento (C), largura (L) e espessura (E) das dimensões lineares medidas para as sementes de *Enterolobium contortisiliquum*, equação, unidade e referência.

Parâmetro	Equação	Unidade	Referência
Índices de Volume das Sementes (IVS)	$IVC = C \times L \times E$	cm ³	Silveira <i>et al.</i> (2019)
Diâmetro Médio Geométrico (DMG)	$DMG = (IVS)^{1/3}$	mm	Pontes <i>et al.</i> (2018)
Área Superficial (A_s)	$A_s = \pi DMG^2$	mm ²	Pontes <i>et al.</i> (2018)
Esfericidade ($\emptyset$)	$\emptyset = \left[\frac{(IVS)^{1/3}}{C} \right] \times 100$	%	Costa Junior <i>et al.</i> (2021)
Circularidade (CI)	$CI = \frac{L}{C} \times 100$	%	Costa Junior <i>et al.</i> (2021)
Volume das Sementes (V_s)	$V_s = \pi \frac{IVS}{6}$	mm ³	Costa Junior <i>et al.</i> (2021)

Fonte: Jacinto Junior & Lucena (2023).

Os parâmetros calculados a partir das dimensões das sementes foram apresentados em média e desvio padrão, sendo obtidos os valores mínimo e máximo para cada variável.

2.4 TESTES PRÉ-GERMINATIVOS

Para a quebra de dormência das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* foram utilizadas 100 sementes divididas em quatro repetições de 25 sementes por tratamento. Os seguintes tratamentos: T1 – escarificação mecânica + água destilada por 30 minutos; T2 – escarificação mecânica + solução de vinagre por 30 minutos; T3 – escarificação mecânica + ácido acético a 10% por 30 minutos; T4 – escarificação mecânica + ácido acético a 20% por 30 minutos; T5 – testemunha (sementes sem tratamento).

Após a exposição das sementes aos testes pré-germinativos, foi realizado a montagem do teste de germinação. As sementes foram dispostas em rolos de papel germitest, umedecidos com água destilada. Os testes de germinação foram conduzidos em câmaras incubadoras do tipo Biolog Oxygen Demand (BOD.), à temperatura constante de 30 °C, fotoperíodo de 12 horas, durante sete dias.

As sementes foram consideradas germinadas, quando apresentaram emissão da raiz primária com pelo menos 2,0 mm de comprimento. Foram avaliados a porcentagem de germinação (%G),

tempo médio de germinação (TMG), velocidade média (Vm) e o índice de velocidade de germinação (IVG).

Porcentagem de germinação (%G) – calculada pela fórmula proposta na Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009) onde:

$$\%G = \left(\frac{N}{A}\right) * 100 \quad (2)$$

onde:

G = germinação; N = número total de sementes germinadas; A = número total de sementes colocadas para germinar.

O tempo médio e a velocidade média foram calculados utilizando a contagem diária das sementes germinadas até o final do experimento, através da fórmula de (Labouriau & Valadares, 1976) da seguinte forma:

$$TMG = \frac{(\sum_{i=1}^k Ni \cdot ti)}{\sum_{i=1}^k Ni} \quad (3)$$

onde:

TMG = tempo médio de germinação; Ni = número de sementes germinadas no intervalo entre cada contagem; ti = tempo médio decorrido entre o início da germinação e i = enésima contagem.

Velocidade média:

$$Vm = \frac{1}{TMG} \quad (4)$$

onde: Vm= velocidade média de germinação; t= tempo médio de germinação.

Índice de Velocidade de Germinação (IVG) calculado pela fórmula de (Maguire, 1962):

$$IVG = \frac{G1}{D1} + \frac{G2}{D2} + \dots + \frac{Gn}{Dn} \quad (5)$$

onde:

IVG = índice de velocidade de germinação; G1, G2, Gn = número de sementes germinadas na primeira, segunda e última contagem; D1, D2, Dn = número de dias de semeadura à primeira, segunda e última contagem.

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), contendo cinco tratamentos com quatro repetições (cada repetição contendo 25 sementes). Dados das propriedades físicas e biométricas foram submetidos a análise descritiva. As características biométricas das sementes foram analisadas mediante distribuição de frequência. Foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson e o respectivo nível de significância (p) entre as variáveis através do teste t. De posse dos coeficientes de correlação, entre as variáveis biométricas, adotamos a classificação conforme Baba *et al.* (2014), que atribui um valor qualitativo aos valores numéricos de coeficiente encontrado (Tabela 1). A estatística descritiva e o coeficiente de correlação de Pearson foram calculados com auxílio do Software Jamovi, versão 2.3 (The Jamovi Project, 2022). As propriedades fisiológicas das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* foram submetidos à análise de variância e quando significativos pelo teste F, foi aplicado o teste de Scott-Knott ($p < 0,05$), calculado pelo software Sisvar (Ferreira, 2011).

Tabela 1 - Interpretação dos índices de correlação.	
Valor de rS (+ ou -)	Interpretação
0,00 a 0,19	Correlação muito fraca
0,20 a 0,39	Correlação fraca
0,40 a 0,69	Correlação moderada
0,70 a 0,89	Correlação forte
0,90 a 1,00	Correlação muito forte

Fonte: Baba *et al.*, 2014.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caracterização física das sementes

A análise descritiva geral, para as variáveis físicas analisadas nas sementes de *Enterolobium contortisiliquum*, encontra-se apresentada na tabela 2. O coeficiente de variação entre os parâmetros variou de 1,98 a 4,14, valores semelhantes aos valores obtidos por Jesus *et al.* (2021) para *Enterolobium contortisiliquum* encontradas naturalmente na região da Bacia do Rio Piauí, Sergipe. Assim, a baixa variabilidade pode ser atribuída a homogeneidade das condições experimentais.

Tabela 2 - Valores médios de número de sementes por quilograma (N 1000 g), massa de mil sementes (MMS) em gramas e Teor de umidade (TU).

Parâmetro	Média	DP ($\pm$)	CV (%)
NS/kg	1,086	22,03	2,03
MMS	895,0	17,7	1,98
TU	4,38	0,18	4,14

DP: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação.

Fontes: Autores, 2024.

A massa de mil sementes encontrada na presente pesquisa foi cerca de 27% superior quando comparada ao resultado divulgado por Jesus *et al.* (2020), esses pesquisadores analisaram parâmetros físicos e fisiológicos de sementes florestais, dentre elas, a espécie *Enterolobium contortisiliquum* e, encontraram o valor de 705,051 g para MMS. Como consequência, apresentando maior número de sementes por quilo (1,421) cerca de 31% ao encontrado no presente trabalho. A MMS varia em função do tamanho da semente e do genótipo das plantas.

O conhecimento da massa de mil sementes e número de sementes existentes em um quilograma é crucial para o silvicultor, pois permite calcular tanto a densidade de semeadura dando ideia do tamanho das sementes quanto o número de plantas obtidas por cada quilograma de sementes adquirido. Segundo Pedron *et al.* (2004), a classificação de sementes por massa e tamanho, permite selecionar e comercializar lotes de sementes com maior potencial de emergência e vigor das plântulas.

Para variável TU a espécie apresentou uma média de 4,38%, essa média do grau de umidade foi abaixo do encontrados por Matos *et al.* (2020), onde as amostras de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* apresentou um teor de umidade médio de 7,44%. Essa diferença apresentada entre os graus de umidade pode estar relacionada com a localidade, levando em consideração o clima diferente em cada região.

De acordo com Silva *et al.* (2014), as sementes com menor teor de umidade, são menos suscetíveis ao ataque de fungos. Outrossim, dentro de certos limites, sementes com elevados teores de água, germinam mais rapidamente (Gordin *et al.*, 2015). Portanto, é muito importante encontrar um equilíbrio na umidade das sementes que garanta sua viabilidade e germinação durante o plantio. O conhecimento do teor de umidade ou teor de água é muito importante, pois determina a viabilidade da semente e é de fundamental importância para a conservação da qualidade da semente.

Caracterização morfométricas das sementes

As sementes de *Enterolobium contortisiliquum* apresentaram médias de 19,5 mm de comprimento; 10,2 mm de largura e 6,14 mm de espessura (Tabela 3). As variações nas dimensões das sementes também foram encontradas em outros estudos com as sementes de *Enterolobium contortisiliquum*. Por exemplo, Barretto & Ferreira (2011) na caracterização morfológica desta espécie no estado de Sergipe, Brasil, onde as sementes de *Enterolobium contortisiliquum* apresentaram comprimento médio de 13,5 mm, largura média de 9,5 mm e espessura média de 6,6 mm. Silva *et al.* (2024), trabalhando com sementes de *Enterolobium contortisiliquum* coletadas no município de Catolé do Rocha, Paraíba, obtiveram sementes com comprimento médio de 15,7 mm, 9,2 mm de largura e 6,5 mm de espessura.

Sousa *et al.* (2021) trabalhando com sementes de *Enterolobium contortisiliquum* do município de Juina, Mato Grosso, encontraram um comprimento e largura média das sementes, valores de 17,77 mm e 10,36 mm, respectivamente. Pereira Junior *et al.* (2015) encontraram comprimento médio de 11,35 mm, largura média de 5,74 mm e espessura média de 5,76 mm para as sementes coletadas de plantas matrizes do bioma Cerrado.

Os diferentes resultados referentes à morfometria das sementes são variáveis mesmo dentro da mesma espécie, fato constatado por Jesus *et al.* (2021). Portanto, essas variações nas dimensões das sementes podem ser justificadas em função da variabilidade genética que ocorre dentro da mesma espécie, devido às influências ambientais (Santos *et al.*, 2009).

Tabela 3 – Caracterização biométrica das sementes de Tamboril.

Parâmetro	Mínimo	Média	Máximo	Mediana	Assimetria	Curtose	DP	CV
C (mm)	14,8	19,5	23,0	19,9	-0,619	0,138	1,74	8,93
L (mm)	7,20	10,2	13,2	10,1	0,373	0,791	1,02	9,60
E (mm)	3,40	6,14	7,50	6,10	-0,812	2,980	0,64	10,00
DMG (mm)	8,02	10,7	12,8	10,7	-0,381	1,000	0,84	7,84
A _s (mm ²)	202	359	514	360	-0,052	0,800	55,3	15,4
Vs (mm ³)	270	645	1096	643	0,266	0,874	147	22,8
Ø (%)	48,1	54,7	66,9	54,4	0,859	2,080	2,92	5,33
CI (%)	42,9	52,2	71,8	512	0,832	0,838	5,34	10,24
IVS (mm ³)	516	1233	2095	1229	0,266	0,874	281	22,8

Comprimento (C), largura (L), espessura (E), índice de volume de semente (IVS), diâmetro médio geométrico (DMG), área superficial (A_s), esfericidade (Ø), circularidade (CI) e volume da semente (Vs). ** p<0,01 e ‘ns’: não significativo. Fonte: Autores (2024).

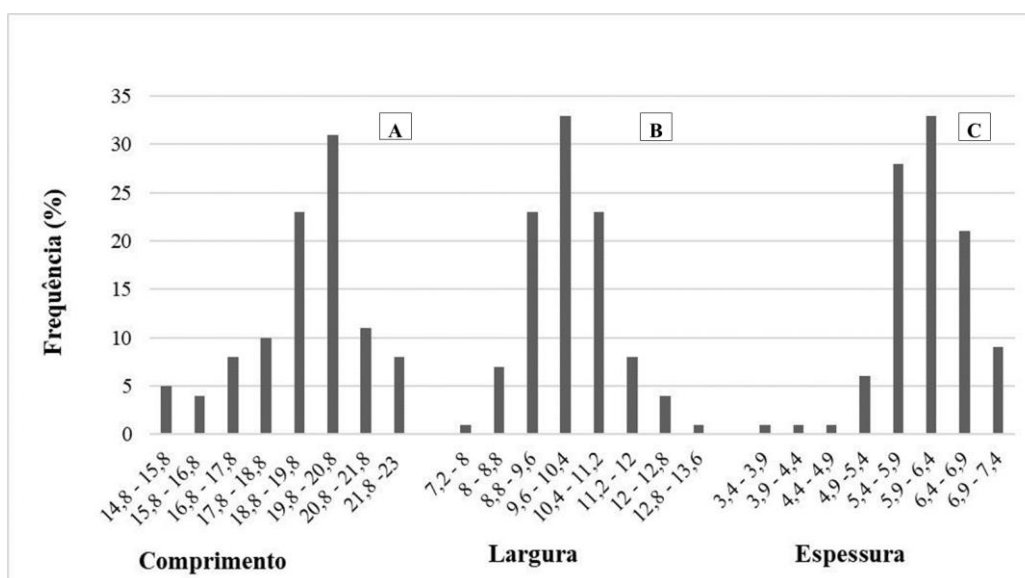
Fontes: Autores, 2024.

As sementes de *Enterolobium contortisiliquum* apresentaram médias de 10,7 mm de diâmetro médio geométrico e 1233 mm³ no índice de volume das sementes (Tabela 4). Resultado que corrobora com Sousa *et al.* (2021) em estudo sobre *Enterolobium contortisiliquum*, onde o valor médio obtido para o diâmetro e índice de volume de semente foram, respectivamente, 7,12 mm e 1310 mm³.

Em relação às variáveis biométricas área superficial, volume da semente, esfericidade e circularidade das sementes as médias obtidas foram, respectivamente, 359 mm², 645 mm³, 54,7% e 52,2% (Tabela 4). Amadeu *et al.* (2021) afirmar que sementes que apresentam valores inferiores a 60% para a CI e Ø são classificadas como não circulares ou não esféricas. A circularidade é um parâmetro relevante para determinar e classificar a extensão de sementes fora do tamanho padrão para a comercialização. Esse parâmetro é muito utilizado para seleção de grãos cultivados e para espécies florestais nativas (Pontes *et al.*, 2018), visando a produção de mudas. Esses parâmetros de acordo com Jacinto & Lucena (2023) são indicativos das amplitudes que influenciarão as tendências de direção dimensional e, principalmente, o formato das sementes.

Na Figura 1 são apresentados histogramas de frequência referentes as variáveis dimensionais (comprimento, largura e espessura) das sementes de *Enterolobium contortisiliquum*. Foram formadas oito classes a partir da amplitude de variação individual destas características em 100 sementes.

Figura 1 - Classes de frequência relativa ao comprimento, largura e espessura de sementes de tamboril nos histogramas (A, B, C).



Fonte: autores (2024).

De acordo com os dados biométricos das sementes de *Enterolobium contortisiliquum*, observa-se que há uma variação de 14,8 a 23,0 mm em seu comprimento com predominância (31%), na classe com intervalo de 19,8 a 20,8 mm (Figura 1A). Quanto à largura, observou-se que houve uma variação de 7,2 a 13,6 mm, maior frequência na classe de intervalo de 9,6 a 10,4 mm, prevaleceu com 33% das sementes (Figura 1B). Para a espessura, a classe com dimensões variando entre 3,4 a 7,4 mm apresentando maior frequência na classe de intervalo de 5,9 a 6,4 mm, onde se enquadraram 33% das sementes (Figura 1C).

Os valores de coeficiente de variação (CV) registrados foram de 8,93% para o comprimento; 9,60% para largura; 10,0% para espessura, valores para o coeficiente de variação inferiores a 10% são considerados baixos (Pimentel-gomes, 2009). Tais resultados demonstram a precisão dos dados de biometria das sementes de *Enterolobium contortisiliquum*, sugerindo homogeneidade nas características analisadas. Ainda, segundo Pimentel-Gomes (2009), coeficiente de variação considerado alto, ou seja, com menor precisão experimental estão entre 20 e 30%.

Esses resultados demonstram uma heterogeneidade nas características das sementes, evidenciando variabilidade encontrada dentro da mesma espécie. Segundo Araújo *et al.* (2015) essa variabilidade em suas características, comumente encontrada em sementes de espécies nativas,

decorre da grande diversidade genética existente entre plantas de uma mesma espécie, além disso, outros fatores na natureza podem proporcionar mudança no desenvolvimento da semente, resultando em diferenciação nos seus componentes, como em seu tamanho, forma e coloração (Abud *et al.*, 2010).

Barroso *et al.* (2016) afirmam que características dimensionais das sementes como a espessura, largura e comprimento, são úteis durante a tomada de decisão referentes ao processo de armazenamento, uma vez que podem influenciar no crescimento inicial das mudas, pois é certo que as dimensões estão diretamente relacionadas com o conteúdo de substâncias nutritivas.

Nota-se que 13,33% do total das correlações é classificado como muito forte de acordo com Baba *et al.* (2014). Para o comprimento teve correlação positiva significativa com todas as variáveis, exceto com esfericidade e circularidade. Destacou-se uma forte correlação com índice de diâmetro médio geométrico, área superficial, volume de semente e índice de volume da semente (Tabela 4). Esse resultado é corroborado por Caldas *et al.* (2024), que também relataram uma forte correlação entre essas variáveis ao trabalharem com sementes de *Ormosia paraensis* Ducke.

Tabela 4 – Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson das variáveis biométricas das sementes de Tamboril.

	C	L	E	IVS	DMG	As	Ø	CI	Vs
C	1	0,45**	0,51**	0,80**	0,81**	0,81**	-0,48**	-0,44**	0,80**
L		1	0,37**	0,77**	0,75**	0,77**	0,33**	0,58**	0,77**
E			1	0,80**	0,80**	0,80**	0,32**	-0,12 ^{ns}	0,80**
IVS				1	0,99**	1,00**	0,11 ^{ns}	0,04 ^{ns}	1,00**
DMG					1	1,00**	0,09 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,99**
As						1	0,103 ^{ns}	0,02 ^{ns}	1,00**
Ø							1	0,76**	0,11 ^{ns}
CI								1	0,04 ^{ns}
VS									1

Nota. Comprimento (C), largura (L), espessura (E), índice de volume de semente (IVS), diâmetro médio geométrico (DMG), área superficial (As), esfericidade (Ø), circularidade (CI) e volume da semente (Vs). ** p<0,01 e ^{ns}: não significativo. Fonte: Autores (2024).

Fontes: Autores, 2024.

Observando as correlações para a variável largura apresentou uma correlação forte entre as variáveis de índice de volume de semente, volume da semente, diâmetro médio geométrico e área superficial. Contudo, verifica-se que houve correlação fraca com a espessura e a esfericidade e muito fraca para circularidade. Também, verifica-se que a área superficial, volume da semente e índice de volume da semente foram fortemente correlacionados com o diâmetro médio geométrico, assim como a correlação entre eles teve valor muito forte.

Portanto as características biométricas podem ser parâmetros de seleção de sementes visando à obtenção de espécimes geneticamente superiores de *Enterolobium contortisiliquum*.

Atributos fisiológicos das sementes

O tratamento T1 favorece a germinação e o índice de velocidade de germinação. O tratamento T4 também favorece a germinação, porém é o segundo em ordem de importância para o IVG (Tabela 5).

Tabela 5 – Porcentagem de germinação, tempo médio de germinação, velocidade média e índice de velocidade de germinação de sementes de tamboril.

Tamanho	%G	TMG (dias)	Vm (dias ⁻¹)	IVG
T1	95 a	4,54 a	0,220 a	5,603 a
T2	71 b	4,79 a	0,210 a	3,990 c
T3	75 b	5,35 b	0,188 b	3,025 c
T4	81 a	4,77 a	0,210 a	4,515 b
T5	0,0 c	0,0 b	0,000 b	0,000 d
ANOVA				
CV (%)	16,87	4,73	4,45	18,50
Média Geral	61,00	3,89	0,165	3,426

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade; CV – coeficiente de variação. Fonte: Autores (2024).

Fontes: Autores, 2024.

Os resultados obtidos na germinação das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* demonstram que os tratamentos T1 e T4 são os mais eficientes, com taxas de germinação de 95% e 81%, respectivamente (Tabela 5). Esses dados corroboram com os achados de Malavasi & Malavasi (2004), que também observaram uma alta taxa de germinação quando as sementes escarificadas foram imersas em água.

Embora os tratamentos T2 e T3 não tenham diferido estatisticamente entre si, ambos ainda foram mais eficientes do que a testemunha, evidenciando que, mesmo sem o mesmo nível de eficiência que os tratamentos T1 e T2, ainda assim, contribuíram positivamente para a germinação das sementes.

Notavelmente, a eficiência desses tratamentos foi superior àquela reportada por Aquino et al. (2009), que explorou diferentes métodos para superar a dormência das sementes de *Enterolobium contortisiliquum*. Esses autores destacam que a solução de vinagre se revelou ineficaz, ressaltando a importância da escolha do tratamento adequado para otimizar a germinação.

Com base nos resultados, sugere-se que, para práticas de cultivo e reflorestamento, a combinação de escarificação com imersão em água pode ser uma estratégia recomendada para maximizar a germinação de sementes dessa espécie.

Em relação ao vigor das sementes (Tabela 5), medido indiretamente pelo índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) e velocidade média de germinação (Vm), observou-se que o melhor resultado foi obtido utilizando o tratamento E+ÁGUA seguido de E+AC20% (Tabela 5).

Para o tempo médio de germinação, variável que praticamente não diferiu ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos estudados, à exceção do tratamento E+AC10% que apresentou um TMG superior aos demais tratamentos (Tabela 5).

Verificou-se, neste estudo, que os resultados foram parcialmente convergentes aqueles encontrados por Crisóstomo *et al.* (2021) ao submeterem as sementes de *Enterolobium contortisiliquum* a diferentes níveis de temperaturas observaram que o melhor valor para TMG (4,0 dias) foi na temperatura de 30 °C.

Em relação a qualidade fisiológica, foi verificado para o tratamento E+ÁGUA maior IVG (5,6), conseqüentemente maior vigor que as sementes que receberam tratamento E+AC20% que apresentou 4,5 para o IVG (Tabela 5). Crisóstomo *et al.* (2021) trabalhando com essa mesma espécie verificaram que o melhor IVG (5,5) foi obtido na temperatura de 30 °C.

5 CONCLUSÃO

As características morfobiométricas podem ser parâmetros de seleção de visando à obtenção de espécimes geneticamente superiores de *Enterolobium contortisiliquum*.

As sementes escarificadas mecanicamente e imersas em água por 30 minutos e em ácido acético a 20% por 30 minutos, foram os tratamentos pré-germinativos mais indicados para superação de dormência em sementes de *Enterolobium contortisiliquum*. Sendo assim, uma ótima indicação de germinação de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* para os pequenos produtores com relação ao custo-benefício.

Os testes executados neste estudo foram conduzidos em ambiente controlado, portanto, recomenda-se a realização de novos testes em viveiros para avaliar se os métodos de quebra de dormência utilizados apresentam resultados promissores.

REFERÊNCIAS

- Abud, H. F., Gonçalves, N. R., Reis, R. G. E., Gallão, M. I., Innecco, R. Morfologia de sementes e plântulas de cártamos. **Revista Ciência Agronômica**, 41(2): 259-265, 2010.
- Amadeu, L. T. S., Queiroz, A. J. M., Figueirêdo, R. M. F., Paiva, Y. F., Ferreira, J. P. L., Reis, C. G., Silva, R. C., Araújo, K. T. A., Coelho, N. O., Carneiro, E. F. S. Farinha de sementes germinadas de abóbora: aspectos físicos, físico-químicos e colorimétricos. Publicado em 2021.
- Aquino, A. F. M. A. G.; Ribeiro, M. C. C.; Paula, Y. C. M.; Benedito, C. P. Superação de Dormência em Sementes de Orelha-Denegro (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morang.). **Revista Verde**, 4(1): 69 – 75, 2009.
- Araújo, B. A., Silva, M. C. B., Moreira, F. J. C., Silva, K. F., Tavares, M. K. N. Caracterização biométrica de frutos e sementes, química e rendimento de polpa de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.). **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 2, p. 15-21, 2015.
- Baba, R. K., Vaz, M. S. M. G., Costa, J. Correção de dados agrometeorológicos utilizando métodos estatísticos. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 29(4): 515-526, 2014.
- Barretto, S. S. B., Ferreira, R. A. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de Leguminosae Mimosoideae: *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong. **Journal of Seed Science**, 33: 223–232, 2011.
- Barroso, R. F., Silva, F. A., Nóbrega, J. S., Silva e Silva, L. J., Novais, D. B. & Ferreira, V. S. Biometria de frutos e sementes de *Luetzelburgia auriculata* (Allemão) Ducke. **Revista Verde**, 11(5): 155-160, 2016. doi: <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v11i5.4703>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análises de sementes. Brasília: MAPA; ACS, 2009.
- Camilo Júnior, O. B., Sadri, D., Lisboa, I. P. J., Dias, L. V. S., Clara, J. M. P., Figueiredo, C. C. Qualidade das mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong sob diferentes dosagens de biochar e hidrogel. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, v.16, n.6, p. 4862-4880, 2023.
- Carvalho, M. B. F., Araujo, M. E. R., Mendonça, A. P., Chávez, M. S., Gutierrez, K. L., Ruiz, F. J. P., Mocho, A. P. Métodos de superação de dormência da *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke. **Brazilian Journal of Animal Environmental Research**, 2(1), 490-500, 2019.
- Costa Júnior, J. R., Oliveira, D. E. C., Carvalho, J. M. G., Bueno, S. G. S., Ferreira, V. B., Alves, E. M. Forma e tamanho de sementes de duas variedades de abóboras durante a secagem. **Nativa**, 9(1), 01-08, 2021. <https://doi.org/10.31413/nativa.v9i1.10274>
- Caldas, J. H. C., Jardim, I. N., Freitas, A. D. D. Sementes grandes de *Ormosia paraensis* potencializam a germinação. **Brazilian Journal of Production Engineering**, 10(3): 14-27, 2024.
- Crisóstomo, N. M.S., Santos, L. G. V. Melo, L. D. F. A., Melo Junior, J. L. A., Soares, L. B. F., Paes, R. A., Oliveira, V. C., Chaves, L. F. G., Costa, J. F. O., Silva, E. E. Seed Germination of *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (Fabaceae) under Different Temperatures and Drying Method. **Journal of Scientific Research & Reports**, 27(11): 54-59, 2021.
- Duarte, D. F., Giacomelli, F. B., Fernandes, S. Y., Souza, B. O., Morais, G. A. Biometria e Potencial Germinativo em Sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert – Fabaceae. **Research, Society and Development**, 10(13): e228101321204, 2021. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21204>

Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, 35(6): 1039-1042, 2011.

Gonçalves, L. G. V., Andrade, F. R., Marimon Junior, B. H., Schossler, T. H., 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**, 36(1): 31-40, 2013.

Gordin, C. R. B., Scaloni, S. P. Q., & Masetto, T. E. 2015. Disponibilidade hídrica do substrato e teor de água da semente na germinação de niger. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 45(3), p. 312-318, 2015. <https://doi.org/10.1590/1983-40632015v4535337>

Jacinto Junior, S. G., Lucena E. M. P. Caracterização colorimétrica e biométrica de sementes de fava. **Research, Society and Development**, 12(1), e21912139656, 2023. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i1.39656>

Jesus, J. B., Ferreira, R. A., Gama, D. C., Torres, M. F. O. Physical and physiological attributes of native forest seeds and their influence on direct seeding for restoration of ciliary forest. **Floresta**, 51(2), p. 255-262, 2021. DOI: 10.5380/rf.v51 i2. 58181

Júnior, M. T. A. Barros, D. I., Nunes, H. V., Abreu, H. Â. D., Oliveira, L. B., Sales, P. V. G., ... & Ribeiro, E. A. Overcoming Seed Dormancy of *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Journal of Scientific Research and Reports**, 28(6): 7-14, 2022 <https://doi.org/10.9734/jsrr/2022/v28i630523>

Labouriau, L. G., Valadares, M. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 174-186, 1976.

Leao, N. V. M., Felipe, S. H. S., Shimizu, E. S. C., Lunz, A. M., Benchimol, R. L. Produção e tecnologia de sementes de tachi-branco (*Tachigali vulgaris*). In: Workshop online florestas de *Tachigali vulgaris*: Embrapa Florestas. Documentos 377, 41-58, 2022. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1151517>

Maguire, J. D. Speed of germination – aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, 2(2): 176-177, 1962.

Malavasi, U. C., Malavasi, M. M. Dormancy Breaking and Germination of *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong seed. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 47(6): 851-854, 2004.

Matos, J. M. M.; Martins, R. C. C.; Rabelo, L. M. Técnicas alternativas para conservação de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. Cadernos de AGROECOLOGIA – ISSN 2236-7934 - Anais do 1º Congresso Online Internacional de Sementes Crioulas e Agrobiodiversidade - Dourados, Mato Grosso do Sul- v. 15, nº. 4, 2020.

Nogueira, A. S., Carvalho, L. R., Silva, L. M., Silva, L. S., Sales, N. L. P. Morfometria de sementes de *Lachesiodendron viridiflorum* (Fabaceae). **Brazilian Journal of Production Engineering**, 9(4): 44- 54, 2023. <https://doi.org/10.47456/bjpe.v9i4.41986>

Pedron, F. A., Menezes, J. P., & Menezes, N. L. Parâmetros biométricos de fruto, endocarpo e semente de butiazeiro. **Ciência Rural**, 34(2): 585-586, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000200040>

Pimentel-Gomes F. 2009. Curso de estatística experimental. 15. ed. Piracicaba (SP): FEALQ.

Pereira Junior, A. M., Queiroz, S. E. E. Germinação e quebra de dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Tamboril). **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer, 11(22): 1399-1408, 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2015_169

Pontes, M. S., Santiago, E. F., Nobrega, M. A. S., Freitas, V. M. B. Caracterização morfológica usando dimensões lineares sobre os atributos biométricos em sementes de *Annona reticulata* (L.) Vell. (Annonaceae). **Ciência Florestal**, 28(2): 696-707, 2018. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509832070>

Santos Júnior, J. L., Luz, A. F. S., Silva, E. C. Utilização de Alta Temperatura para Quebra de Dormência Tegumentar de Sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Ensaios e Ciências**, 26(4): 423-428, 2022.

Santos, F. S., Paula, R. C., Sabonaro, D. Z., Valadares, J. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex A. DC.) Standl. **Scientia Forestalis**, (37)82: 163-173, 2009.

Silva, A. L., Dias, D. C. F. S., Lima, L. B., Morais, G. A. Métodos para superação da dormência em sementes de *Ormosia arborea*, caracterização e época de colheita. **Journal of Seed Science**, 36(3), p. 318-325, 2014. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v36n31012>

Silva, K. B., Pinto, M. S. C., Oliveira, M. D., Lima, D. D. Aspectos biométricos de frutos e sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong provenientes do semiárido paraibano. **Acta Biológica Catarinense**, 11(1):62-68, 2024.

Silveira, G. F., Rossi, A. A. B., Oliveira, U. A., Varella, T. L., Rossi, F.S., Cavallari, A. A., & Galvanin, E. A. S. 2019. Análise biométrica de frutos e sementes de *Passiflora cristalina* Vanderplank & Zappi. **Nativa**, 7(2), 138-144. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i2.6554>

Sousa, P. S., Silva, J. A., Moura, E. G., Nardis, B. O., Silva, R. F., Gil, R. L., Andrade, F. R. Morphological characteristics and methods for breaking seed dormancy in *Enterolobium contorsiliquum* specimens from the amazonian biome. **Journal of Tropical Forest Science**, 33(2):160-172, 2021. <https://doi.org/10.26525/jtfs2021.33.2.160>

The jamovi Project. 2022. Jamovi. (Version 2.3) [Computer Software]. Recuperado de <https://www.jamovi.org>.