



Biometria e dormência em sementes de *Myrciaria dubia* de populações nativas na Amazônia oriental

Naine Lopes do Nascimento^{1*}, Fernanda Lima dos Santos¹, Iselino Nogueira Jardim¹, Marcia Orie de Sousa Hamada¹

RESUMO: *Myrciaria dubia* [(HBK) McVaugh], conhecida como camu-camu, é uma frutífera nativa da Amazônia com elevado valor nutricional e farmacológico. Contudo, há escassez de estudos sobre a variabilidade biométrica de seus frutos e sementes, bem como sobre métodos eficientes de superação de dormência em populações nativas, especialmente na região do Médio Xingu, no Pará. Este estudo teve como objetivo caracterizar biometricamente frutos e sementes de *Myrciaria dubia* e analisar a eficiência de tratamentos na superação da dormência, bem como seus reflexos no crescimento inicial das plântulas. Frutos e sementes foram analisados quanto a peso, comprimento, largura e espessura. As sementes foram submetidas a métodos de superação de dormência e monitoradas quanto à germinação e crescimento em condições controladas. Observou-se ampla variabilidade morfológica entre os frutos e sementes, indicando diversidade genética. Características morfométricas simples, como massa e tamanho das sementes, demonstram potencial para predizer indiretamente o seu vigor fisiológico. A escarificação mecânica + embebição em água por 24 horas destacou-se como o mais eficaz, proporcionando germinação mais rápida, uniforme e maior crescimento das plântulas. Os resultados demonstram o potencial de técnicas simples e de baixo custo para a produção de mudas vigorosas, contribuindo para a conservação, domesticação e cultivo sustentável do *M. dubia* na região amazônica.

Palavras-chave: Myrtaceae, escarificação mecânica, vitamina C, morfologia vegetal, plantas nativas.

Biometry and dormancy in seeds of *Myrciaria dubia* from native populations in eastern Amazonia

ABSTRACT: *Myrciaria dubia* [(HBK) McVaugh], commonly known as camu-camu, is a fruit species native to the Amazon with high nutritional and pharmacological value. However, there is a scarcity of studies addressing the biometric variability of its fruits and seeds, as well as efficient methods for overcoming seed dormancy in native populations, particularly in the Médio Xingu region, in the state of Pará, Brazil. This study aimed to characterize the fruits and seeds of *Myrciaria dubia* through biometric analysis and to evaluate the effectiveness of different dormancy-breaking treatments, as well as their effects on the initial growth of seedlings. Fruits and seeds were assessed for weight, length, width, and thickness. The seeds were subjected to dormancy-breaking treatments and monitored for germination and seedling development under controlled conditions. Substantial morphological variability was observed among fruits and seeds, indicating genetic diversity. Simple morphometric traits, such as seed mass and size, demonstrated potential as indirect predictors of physiological vigor. Mechanical scarification followed by water soaking for 24 hours proved to be the most effective treatment, promoting faster and more uniform germination, as well as enhanced seedling growth. These results demonstrate the potential of simple and low-cost techniques for the production of vigorous seedlings, contributing to the conservation, domestication, and sustainable cultivation of *M. dubia* in the Amazon region.

Keywords: Myrtaceae, mechanical scarification, vitamin C, plant morphology, native plants.

INTRODUÇÃO

A região amazônica abriga uma grande diversidade de espécies agrícolas nativas, especialmente frutíferas com elevado potencial socioeconômico. Entre essas espécies, destaca-se o camu-camu (*Myrciaria dubia* [(HBK) McVaugh]), da família Myrtaceae, típico de áreas inundáveis (Chagas et al., 2012). Nos últimos anos, o cultivo comercial do *M. dubia* tem se expandido para outros estados brasileiros, impulsionado por sua crescente valorização na culinária e, principalmente, pelo alto teor de vitamina C, superior ao de muitas espécies cultivadas (Smiderle et al., 2015; Nascimento et al.,

2019). Além disso, o *M. dubia* contém compostos bioativos com propriedades antioxidantes, que contribuem para benefícios à saúde, como a redução da peroxidação lipídica e do colesterol total, e o aumento do HDL-colesterol (Gonçalves, 2012).

Apesar do avanço no cultivo, ainda há desafios relacionados à variabilidade genética da espécie, observada nas populações amazônicas (Smiderle et al., 2015). Essa variabilidade, influenciada também por fatores ambientais, pode afetar a qualidade fisiológica das sementes e as características morfológicas dos frutos e sementes (Costa et al.,

2021). Nesse contexto, estudos de germinação e biometria são essenciais para compreender a diversidade intra e interpopulacional, oferecendo suporte ao manejo sustentável, à conservação de recursos genéticos e a programas de melhoramento (Gonçalves et al., 2013; Oliveira et al., 2014).

A qualidade das sementes é um fator determinante para a conservação das espécies e o sucesso de sistemas agrícolas sustentáveis. A utilização de sementes fisiologicamente vigorosas está diretamente associada à uniformidade na germinação, melhor desempenho das plântulas e maior tolerância a fatores ambientais adversos. A germinação é um parâmetro clássico e amplamente adotado para estimar a qualidade fisiológica das sementes sob condições ideais de cultivo (Mugnol, Eichelberger, 2008; Stefanello et al., 2006).

A biometria de sementes, por sua vez, é uma ferramenta eficaz para identificar a variabilidade genética entre populações, relacioná-la a fatores ambientais e orientar estratégias de seleção, mecanização da produção, conservação *in situ* e *ex situ*, além de programas de melhoramento genético (Gonçalves et al., 2013; Nogueira et al., 2023; Costa Júnior et al., 2021; Jacinto Junior, Lucena, 2023; Leão et al., 2022).

Apesar da relevância ecológica e econômica do *M. dubia*, ainda são escassos os estudos voltados às características biométricas dos frutos e sementes dessa espécie, bem como a germinação e crescimento inicial, especialmente no contexto de populações de *M. dubia* existentes na região do Médio Xingu, no estado do Pará. Diante disso, este estudo teve como objetivo caracterizar biometricamente frutos e sementes de *Myrciaria dubia* e analisar a eficiência de tratamentos na superação da dormência, bem como seus reflexos no crescimento inicial das plântulas.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo

O estudo foi conduzido no Laboratório de Morfoanatomia Vegetal da Universidade Federal do Pará, em Altamira – PA. Frutos maduros de *M. dubia*, com coloração vermelha-púrpura, foram coletados manualmente em março de 2023, a partir de diferentes plantas matrizes situadas em áreas de floresta ripária no município de Altamira.

O clima de Altamira, segundo Köppen, é do tipo equatorial Af e Am, temperatura média anual acima de 26 °C, chuva anual média de 1.700 mm e com umidade relativa do ar a 80% (Alvares et al., 2013). Os solos predominantes no município são Argissolos e Latossolos, o que reflete a composição típica do Estado do Pará (Souza et al., 2018).

Análise biométrica de frutos e sementes

No laboratório, os frutos foram lavados em água corrente, sendo descartados aqueles apresentando

perfurações, sintomas de doenças ou desidratação. Em seguida, foram realizadas as mensurações da massa individual dos frutos e das suas dimensões como comprimento e largura. Após essa etapa, os frutos foram despulpados manualmente, e as sementes obtidas foram analisadas quanto à massa individual, comprimento, largura e espessura.

As mensurações foram realizadas em 100 unidades de frutos e sementes, utilizando balança de precisão para a massa (g) e paquímetro digital (precisão de 0,05 mm) para as dimensões lineares. A partir dessas medidas, foram calculados parâmetros morfométricos adicionais descritos no Quadro 1.

Quadro 1. Parâmetros oriundos das medidas de comprimento (C), largura (L) e espessura (E) das dimensões lineares medidas para as sementes de *M. dubia*.

Parâmetro	Equação	U
Índice de Volume das Sementes (IVS)	$IVC = C \times L \times E$	Cm ³
Diâmetro Médio Geométrico (DMG)	$DMG = (IVS)^{1/3}$	Mm
Área Superficial (As)	$As = \pi DMG^2$	mm ²
Esfericidade (Ø)	$\varnothing = \frac{DMG}{C} \times 100$	%
Circularidade (CI)	$CI = \frac{L}{C} \times 100$	%
Volume das Sementes (Vs)	$Vs = \pi \frac{IVS}{6}$	mm ³

Legenda. U: unidade Fonte: Jacinto Junior, Lucena (2023).

Os dados obtidos foram apresentados como média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, mediana, assimetria, curtose e coeficiente de variação. As variáveis lineares foram também representadas graficamente por histogramas de frequência. Foram aplicadas correlações de Pearson entre as variáveis biométricas, com significância testada pelo teste t. Para a interpretação da intensidade das correlações, foi adotada a classificação de Baba et al. (2014), conforme o Quadro 2.

Quadro 2. Interpretação dos índices de correlação.

Valor de r_s (+ ou -)	Interpretação
0,0 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

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software Jamovi, versão 2.3 (The Jamovi Project, 2022).

Superação de dormência e emergência

Para avaliação da superação de dormência foram utilizados três tratamentos pré-germinativos: **T0** – Controle (sementes não-escarificadas); **T1** – Escarificação mecânica; **T2** – escarificação mecânica

+ embebição em água por 24 horas. A escarificação mecânica foi conduzida manualmente, utilizando lixa nº 100, aplicada cuidadosamente na face oposta ao eixo embrionário. As sementes foram semeadas em tubetes com volume de 110 cm³, preenchidos com substrato à base de fibra de coco fina. Foram utilizadas quatro repetições por tratamento, com 25 sementes por repetição. Os tubetes permaneceram em viveiro com sombreamento de 50%, sendo irrigados duas vezes ao dia.

A germinação foi monitorada diariamente ao longo de 40 dias. Para a avaliação, as sementes foram cuidadosamente removidas do substrato, observadas quanto à emissão da radícula e, em seguida, recolocadas no substrato. Considerou-se germinada a semente que apresentasse radícula com, no mínimo, 2 mm de comprimento, conforme estabelecido pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Foram avaliadas as seguintes variáveis:

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

$$G(\%) = \left(\frac{N}{A} \right) \times 100 \quad (1)$$

onde: N = número de sementes germinadas; A = total de sementes semeadas.

Tempo médio de germinação (TMG), conforme Labouriau, Valadares (1976):

$$TMG = \frac{\sum ni \times ti}{\sum n} \quad (2)$$

onde: ni = número de sementes germinadas num intervalo de tempo; n = número total de sementes germinadas; ti = dias de germinação.

Índice de Velocidade de Germinação (IVG), segundo Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G1}{D1} + \dots + \frac{Gn}{Dn} \quad (3)$$

onde: G1 ... Gn = número de sementes germinadas em cada contagem; D1 ... Dn = dias após a semeadura.

Crescimento inicial das plântulas

Ao final do experimento (40 dias), foram avaliadas as seguintes variáveis morfológicas das plântulas: altura da parte aérea (cm), diâmetro do caule (mm), comprimento da raiz principal (cm) e massa seca total (g).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise biométrica de frutos e sementes

A análise estatística descritiva das variáveis biométricas dos frutos de *M. dubia*, está apresentada na Tabela 1. Os frutos de *M. dubia* apresentaram em média 5,01 g de massa; 20,19 mm de comprimento e 20,23 mm de largura. Os valores de assimetria e curtose foram próximos de zero, indicando que a distribuição dos dados segue uma aproximação normal.

Tabela 1. Estatística descritiva das variáveis morfológicas de frutos de *M. dubia*.

	Parâmetro	Mínimo	Média	Mediana	Máximo	Assimetria	Curtose	DP	CV (%)
Fruto	Peso (g)	1,625	5,012	4,884	9,554	0,734	1,191	1,445	28,84
	C (mm)	10,95	20,19	20,30	26,58	-0,507	2,544	2,285	11,31
	L (mm)	14,36	20,23	20,28	24,67	-0,148	0,357	1,974	9,760

Legenda – C: comprimento da semente; L: largura da semente; DP: desvio padrão; CV (%): coeficiente de variação em percentagem.

O coeficiente de variação (CV) indicou baixa a média variabilidade para a largura e comprimento dos frutos, enquanto para o peso (28,84%), a variabilidade foi considerada alta, conforme a classificação proposta por Pimentel-Gomes (2009).

Na Figura 1 são apresentados histogramas de frequência relacionados à biometria de frutos. Foram formadas oito classes a partir da amplitude de variação individual destas características em 300 frutos.

Para o peso dos frutos, a maioria (58%) pertence à classe de frequência de 3,60 a 5,60 g (Figura 1A); para o comprimento, a maioria (71%) dos frutos pertence à classe de frequência 18,77 a 22,67 mm (Figura 1B); enquanto para a largura, a maioria (71%) pertence à classe 18,23 a 22,1 mm (Figura 1C). Sugere-se que a relativa uniformidade das dimensões e massa fresca dos frutos sejam caracteres determinados geneticamente para a espécie (Oliveira et al., 2000).

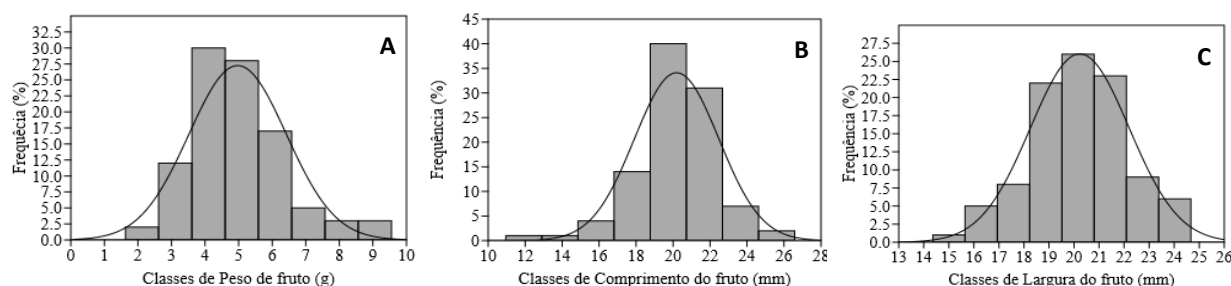


Figura 1. Distribuição da frequência do peso (A), comprimento (B) e largura (C) de frutos de *M. dubia*.

Na tabela 2 são apresentados os dados da biometria relativos as sementes de *M. dubia*. Observa-se que a grande maioria das características avaliadas apresentaram valores de coeficiente de variação entre 7,32% e 18,12%, coeficiente considerado médio indicando um certo nível de variabilidade entre as sementes dessa espécie. Esses

resultados caracterizam a precisão dos dados biométricos das sementes de *M. dubia*, sugerindo homogeneidade nas características avaliadas. De acordo com Pimentel-Gomes (2009) valores para o coeficiente de variação entre 20 e 30%, são considerados altos e indicam menor precisão experimental.

Tabela 2. Estatística descritiva das variáveis morfológicas de sementes de *M. dubia*.

	Parâmetro	Mínimo	Média	Mediana	Máximo	Assimetria	Curtose	DP	CV(%)
Semente	Peso (g)	0,153	1,034	1,042	1,658	-0,368	1,468	0,236	22,85
	C (mm)	12,18	16,52	16,63	19,98	-0,371	0,997	1,310	7,929
	L (mm)	9,070	12,53	12,47	16,01	0,169	-0,029	1,263	10,07
	E (mm)	3,200	5,330	5,250	7,750	0,319	-0,225	0,924	17,33
	IVS	464,4	1120	1090	1844	0,300	-0,430	301,4	26,92
	DMG	7,740	10,30	10,30	12,26	-0,120	-0,390	0,940	9,170
	As	188,3	335,8	332,6	472,2	0,090	-0,480	60,86	18,12
	Ø	51,39	62,45	62,11	74,65	0,210	-0,080	4,570	7,320
	CI	62,14	75,98	75,02	95,59	0,840	0,700	6,280	8,270
	VS	243,0	585,9	570,5	964,97	0,300	-0,430	157,7	26,92

No presente estudo, tanto a circularidade (CI) quanto a esfericidade (Ø) apresentaram valores acima de 60% (Tabela 2). De acordo com Araújo et al. (2015), sementes com valores abaixo de 60% são classificadas como não circulares ou não esféricas. A análise da circularidade permite caracterizar a conformação das sementes, sendo útil na detecção de deformações ou variações dimensionais relevantes para sua classificação comercial (Pontes et al., 2018). Além disso, a circularidade da semente pode ser um parâmetro útil durante a seleção de sementes para a produção de mudas (Caldas et al., 2024).

Na Tabela 2 também são apresentados outros parâmetros como o Índice de Volume das Sementes (IVS), diâmetro médio geométrico (DMG), Área superficial (As) e Volume das Sementes (VS), esses parâmetros são indicativos das amplitudes que influenciarão as tendências de direção dimensional e, principalmente, o formato das sementes (Jacinto, Lucena, 2023).

A análise das dimensões das sementes de *M. dubia* apresenta variações significativas no comprimento, largura e espessura (Figura 2). O comprimento das sementes variou de 12,18 a 19,98 mm, com a quinta classe (16,08 a 17,05 mm) concentrando 31,0% das

sementes, seguida pela sexta classe (17,05 a 18,03 mm) com 25,0%. As classes extremas (primeira, segunda e oitava) apresentaram as menores frequências relativas, sendo 2,0%, 1,0% e 2,0%, respectivamente (Figura 2A).

A análise da largura e espessura das sementes revela uma variação significativa nesses parâmetros. A largura das sementes variou de 9,07 a 16,01 mm, com maior predominância na quarta classe (11,67 a 12,54 mm), representando 28,0% das sementes, seguida pela quinta classe (12,54 a 13,40 mm) com 23,0% de frequência relativa (Figura 2B).

A grande variação na largura das sementes de *M. dubia* impacta significativamente sua circularidade, afastando-as de uma forma perfeitamente circular. Dessa forma, a seleção e classificação dessas sementes devem considerar sua morfologia, uma vez que pode influenciar aspectos como o plantio e o aproveitamento comercial. Por outro lado, a espessura das sementes apresentou maior concentração das frequências no intervalo entre 4,34 e 6,04 mm, com 63,0% das sementes mensuradas (Figura 2C).

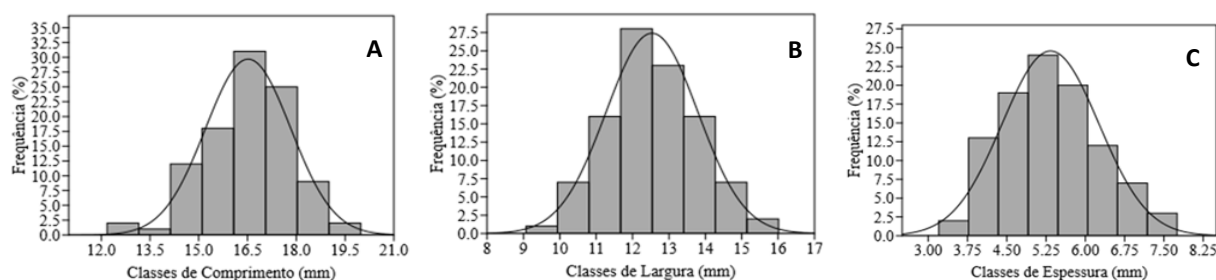


Figura 2. Distribuição da frequência do comprimento (A), largura (B) e espessura (C) de sementes de *M. dubia*

Em conclusão, a caracterização morfológica das sementes fornece subsídios importantes para o reconhecimento de espécies, especialmente em regiões como a Amazônia, onde a flora apresenta grande diversidade. Além disso, a análise das propriedades físicas das sementes, como dimensões lineares e massa, é essencial para a compreensão de sua qualidade e potencial de germinação. Portanto, a análise detalhada das dimensões das sementes é crucial para estudos de taxonomia, ecologia e conservação, permitindo uma melhor compreensão das características das espécies e auxiliando em estratégias de manejo e preservação.

A Tabela 3 apresenta as correlações de Pearson entre as variáveis biométricas das sementes de *M. dubia*. Verifica-se que a maioria das correlações (73,3%) foi de moderada a muito forte. O peso da semente (PS) correlacionou-se moderadamente com quase todas as variáveis, exceto esfericidade ($\emptyset$) e circularidade (CI), que apresentaram correlações fracas. Largura (LS) e espessura da semente (ES) mostraram correlações fortes com variáveis volumétricas (IVS, DMG, As e VS), enquanto IVS, DMG e VS apresentaram correlação muito forte entre si. Já $\emptyset$ e CI, relacionadas à forma, apresentaram correlações geralmente fracas com as demais variáveis.

Tabela 3. Estimativas do coeficiente de correlação de Pearson para as características biométricas do fruto e sementes.

	PS	LS	CS	ES	IVS	DMG	As	$\emptyset$	CI	Vs
PS	-									
LS	0.57***	-								
CS	0.51***	0.60***	-							
ES	0.45***	0.39***	0.21*	-						
IVS	0.63***	0.78***	0.62***	0.84***	-					
DMG	0.65***	0.79***	0.64***	0.83***	0.99***	-				
As	0.64***	0.79***	0.63***	0.84***	1.00***	1.00***	-			
$\emptyset$	0.25*	0.33***	-0.28**	0.82***	0.56***	0.55***	0.56***	-		
CI	0.22*	0.64***	-0.22*	0.28**	0.36***	0.35***	0.35***	0.67***	-	
Vs	0.63***	0.78***	0.62***	0.84***	1.00***	0.99***	1.00***	0.56***	0.36***	-

, e *** - diferença significativa de acordo com o teste F a 5% ($p \leq 0,05$), 1% ($p \leq 0,01$) e 0,1% ($p \leq 0,001$), respectivamente.

As correlações significativas observadas têm uma grande influência nos aspectos físicos das sementes de *M. dubia*. A circularidade desempenha um papel importante na preservação do formato das sementes, afetando sua dispersão e germinação. Estudos como o de Jacinto, Lucena (2023), que analisaram sementes de *Phaseolus lunatus*, demonstram essa influência, ressaltando a importância desse parâmetro na morfologia e funcionalidade das sementes.

No caso específico do *M. dubia*, a variação na largura das sementes pode afetar sua circularidade, influenciando diretamente a eficiência na dispersão e o sucesso germinativo. Portanto, ao selecionar e classificar sementes de *M. dubia* para fins comerciais ou agrônômicos, é essencial considerar a morfologia, especialmente a circularidade, para assegurar a qualidade e o desempenho desejados. De acordo com

Nascimento et al. (2019), sementes de *M. dubia* com maior largura e volume evidenciaram correlações positivas com indicadores de vigor germinativo, corroborando que a morfologia, incluindo circularidade, é um bom preditor da qualidade fisiológica.

Compreender a correlação entre variáveis biométricas e sua amplitude de variação é fundamental no processo de seleção, pois permite avaliar como a seleção de uma característica pode influenciar outra (Zuffo et al., 2016). Esse conhecimento é fundamental para otimizar programas de melhoramento genético e evitar impactos indesejados em características correlacionadas. Além disso, a correlação pode ser uma ferramenta útil na seleção indireta, permitindo a escolha de uma característica de difícil mensuração

por meio de outra mais facilmente mensurável (Zuffo et al., 2016). Isso é especialmente útil ao lidar com características complexas ou multifacetadas. Assim, ao considerar a correlação entre variáveis biométricas, é possível tomar decisões mais precisas no processo de seleção, otimizando os resultados e reduzindo efeitos indesejados.

Superação de dormência e desempenho germinativo

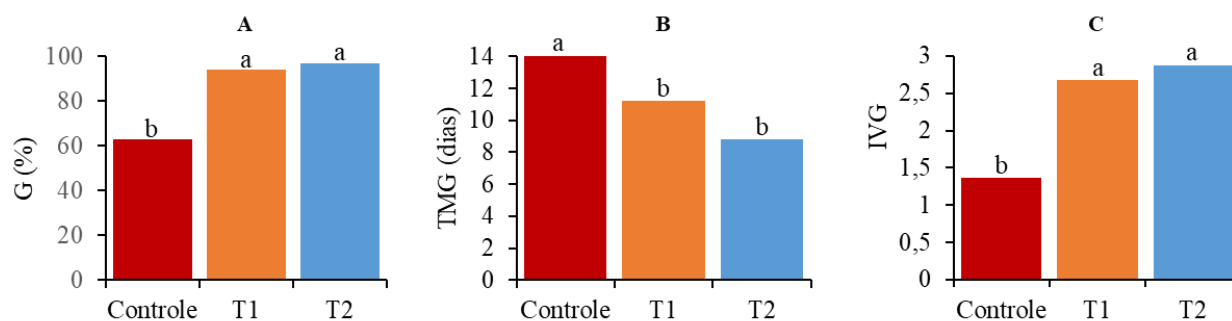
resultados indicaram coeficiente de variação de 6,4%, 12,46% e 16,19% para as variáveis %G, TMG e IVG, respectivamente, evidenciando boa precisão experimental e consistência nos dados obtidos (Pimentel-Gomes, 2009). Os maiores valores no coeficiente de variação podem estar relacionados à sensibilidade desses parâmetros a variações ambientais ou fisiológicas entre as sementes, além de possíveis dificuldades na padronização das medições.

A porcentagem de germinação foi significativamente maior nos tratamentos **T1** (94%) e **T2** (97%) em comparação ao controle (63%) (Figura

3A). Esses dados evidenciam a eficácia da escarificação mecânica, por si só, contudo a combinação da escarificação com a embebição em água por 24 horas pode ter um efeito ainda mais pronunciado. A escarificação, portanto, facilita o processo de absorção de água e estimulam a atividade metabólica da semente. Consequentemente, uma melhor absorção de água pela semente tratada melhorará sua germinação, resultando em melhores parâmetros de germinação das sementes tratadas do que das sementes não tratadas (Kuswanto. Li'aini, 2022).

Em relação ao tempo médio de germinação (TMG), observou-se que o tratamento controle (14,8 dias) obteve a maior média diferindo estatisticamente dos outros tratamentos (**T1** e **T2**), que não diferiram entre si. Observou-se tendência de menor TMG no tratamento **T2** (8,8 dias (Figura 3B). A germinação mais lenta observada no tratamento controle pode indicar que as sementes ainda apresentavam algum impedimento para iniciar o processo de germinação.

Figura 3. Porcentagem de germinação (A), tempo médio de germinação (B) e índice de velocidade de germinação (C) de sementes de *M. dubia*.



Na Figura 3C é exibido o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) que foi significativamente superior nos tratamentos **T1** e **T2**, reforçando que essas intervenções não apenas aumentaram a germinação total, mas também aceleraram o processo germinativo. Resultados semelhantes foram reportados por Villachica (1996), ao verificar que a escarificação associada à remoção dos tegumentos externos promoveu o aumento e a aceleração da germinação de sementes de *M. dubia*.

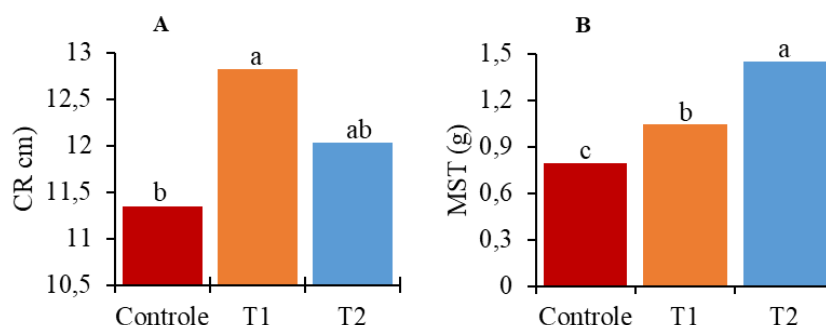
Crescimento inicial das plântulas *Myrciaria dubia*

As variáveis altura da parte aérea (H) e diâmetro do coleto (DC), não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre tratamentos. Esses resultados corroboram o entendimento de que, na fase inicial, o tratamento pré-germinativo pode não influenciar diretamente H e DC, embora o tratamento **T2** tenda a apresentar médias ligeiramente superiores

($H \approx 2,70$ cm; $DC \approx 1,63$ mm), sugerindo potencial benefício no desempenho inicial.

Já o comprimento da raiz (CR) mostrado na Figura 4A foi significativamente maior em **T1** (12,82 cm) em relação ao controle (11,35 cm), o que sugere que a escarificação mecânica favoreceu o desenvolvimento radicular. **T2** apresentou valor intermediário (12,03 cm), sem diferença estatística em relação aos demais. Smiderle, Souza (2021) demonstraram em *Hymenaea courbaril* que períodos adequados de escarificação e embebição aumentam a emergência precoce e vigor das plântulas, o que inclui o aumento no crescimento radicular. Assim, os resultados evidenciam que a escarificação não apenas melhora as taxas de germinação, como também potencializa o desenvolvimento inicial do sistema radicular.

Figura 4. Comprimento da raiz (A) e massa seca total (B) de plântulas de *M. dubia*.



A Figura 4B apresenta os valores da massa seca total (MST), um indicador relevante do acúmulo de biomassa. Observou-se que o tratamento T2 obteve valor significativamente superior (14,52 g), seguido por T1 (10,44 g) e, por último, o controle (7,95 g). Esses resultados evidenciam o efeito positivo da escarificação associada à hidratação na promoção do vigor e na alocação de biomassa das plântulas. Estudos fornecem evidência sólida e atual de que a escarificação de sementes embebidas em água, melhora a germinação e eleva o acúmulo de biomassa seca em plântulas (Smiderle et al., 2021).

CONCLUSÕES

A ampla variabilidade biométrica dos frutos e sementes de *Myrciaria dubia* indica diversidade genética na população do Médio Xingu, sendo que medidas simples, como peso e dimensões, podem servir como indicadores indiretos de vigor das sementes.

Este estudo conclui que o tratamento T2 (escarificação mecânica + embebição em água por 24 horas) foi o mais eficiente na superação da dormência de sementes de *Myrciaria dubia*, promovendo maior vigor e crescimento inicial das plântulas.

A adoção de tratamentos pré-germinativos de baixa complexidade contribuiu para a obtenção de mudas mais vigorosas de *Myrciaria dubia*, destacando-se como estratégias acessíveis e eficazes para o manejo da espécie.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BABA, R. K.; VAZ, M. S. M. G.; COSTA, J. Correção de dados agrometeorológicos utilizando métodos estatísticos. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 29, n. 4, p. 515-526, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395 p.

CALDAS, J. H. C.; JARDIM, I. N.; FREITAS, A. D. D. Large seeds of *Ormosia paraensis* increases germination. *Brazilian Journal of Production Engineering*, v. 10, n. 3, p. 14-27, 2024.

CHAGAS, E. A.; BARCELAR-LIMA, C. G.; Carvalho, A. S.; RIBEIRO, M. I. G.; SAKAZAKI, R. T.; NEVES, L. C. Camu-camu propagation (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh). *Revista Agro@mbiente*, v. 6, n. 1, p. 67-73, 2012.

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*, v. 9, n. 1, p. 01-08, 2021.

COSTA, C. J.; MENEGHELLO, G. E.; JORGE, M. H. A.; COSTA, E. The importance of physiological quality of seeds for agriculture. *Colloquium Agrariae*, v. 17, n. 4, p. 102-119, 2021.

GONÇALVES, L. G. V.; ANDRADE, F. R.; MARIMON Jr. 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.

GONÇALVES A. E. S. S. Compostos bioativos do camu-camu (*Myrciaria dubia* McVaugh): caracterização e atividade biológica. 2012. 114f. Tese (Doutorado), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

KUSWANTORO, F.; LI'AINI, A. S. Mechanical Scarification Influence on *Gleditsia assamica* Bor Water Uptake and Germination. *Biosaintifika*, v. 14, n. 2, p. 160-167, 2022.

JACINTO JUNIOR, S. G.; LUCENA, E. M. P. Caracterização colorimétrica e biométrica de sementes de fava. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 1, e21912139656, 2023.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.

- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation of seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- MUGNOL, D.; EICHELBERGER, L.; Qualidade de Sementes. Passo Fundo: EMBRAPA, 2008.
- NASCIMENTO, C. R.; CHAGAS, E. A.; SMIDERLE, O. J.; SOUZA, A. A.; CHAGAS, P. C. Biometry and vigor of seeds of *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh. **Advances in Horticultural Science**, v. 33, n. 3, p. 359-364, 2019.
- 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**, v. 9, n. 4, p. 44-54, 2023.
- OLIVEIRA, A. N.; QUEIROZ, M. S. M.; RAMOS, M. B. P. Estudo morfológico de frutos e sementes de trefósia (*Tephrosia candida* DC.- Papilinoideae) na Amazônia Central. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 2, p. 193-199, 2000.
- OLIVEIRA, K. S.; OLIVEIRA, M. S.; PEREIRA, E. C.; LIMA, S. C.; ALOUFA, M. A. I. Efeito de diferentes meios de cultura na germinação in vitro de sementes de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). **Revista Árvore**, v. 38, n. 4, p. 601-607, 2014.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba (SP): FEALQ, 2009.
- 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**, v. 28, n. 2, p. 696-707, 2018.
- SMIDERLE, O. J.; CHAGAS, E. A.; SOUZA, A. G.; BARCELAR-LIMA, C. G.; RIBEIRO, M. I. G.; CHAGAS, P. C.; SOUZA, O. M. Biometrics seeds, emergence and vigor of camu-camu seedlings depending on the seed coat coloring. **Journal of Advances in Agriculture**, v. 5, n. 2, p. 658-664, 2015.
- SMIDERLE, O. J.; SOUZA, A. G. Do scarification and seed soaking periods promote maximum vigor in seedlings of *Hymenaea courbaril*? **Journal of Seed Science**, v. 43, e202143030, 2021.
- SOUZA, E. S.; FERNANDES, A. R.; BRAZ, A. M. S.; OLIVEIRA, F. J.; ALLEONI, L. R. F.; CAMPOS, M. C. C. Physical, chemical, and mineralogical attributes of a representative group of soils from the eastern Amazon region in Brazil. **Soil**, v. 4, n. 3, p. 195-212, 2018.
- STEFANELLO, R.; GARCIA, D. C.; MENEZES, N. L.; MUNIZ, F. B.; WRASSE, C. F. Efeito da luz, temperatura e estresse hídrico no potencial fisiológico de sementes de funcho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 135-141, 2006.
- The jamovi Project. 2022. Jamovi. (Version 2.3) [Computer Software]. Recuperado de <https://www.jamovi.org>.
- VILLACHICA, L., H. **El cultivo del camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh) en la Amazonia Peruana**. Iquitos: Tratado de Cooperación Amazonica, 1996. 95p.
- ZUFFO, A. M.; GESTEIRA, G. S.; ZUFFO JÚNIOR, J. M.; ANDRADE, F. R.; SOARES, I. O.; ZAMBIAZZI, E. V.; GUILHERME, S. R.; SANTOS, A. S. Caracterização biométrica de frutos e sementes de mirindiba (*Buchenavia tomentosa* Eichler) e de inajá (*Attalea maripa* [Aubl.] Mart.) na região sul do Piauí, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 3, p. 331-340, 2016.