



## GERMINAÇÃO DE SEMENTES DA *Copernicia prunifera*: BIOMETRIA, PRÉ-EMBEBIÇÃO E ESTABELECIMENTO DE MUDAS

Luan Henrique Barbosa de Araújo<sup>1</sup>, Richeliel Albert Rodrigues Silva<sup>1</sup>, Eduarda Ximenes Dantas<sup>1</sup>, Rodrigo Ferreira de Sousa<sup>2</sup>, Fábio de Almeida Vieira<sup>3</sup>

1. Graduandos em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (luan\_henriqueba@hotmail.com)
2. Mestrando em Ciências Florestais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte
3. Professor Doutor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade de Ciências Agrárias, Macaíba-Brasil

Recebido em: 30/09/2013 – Aprovado em: 08/11/2013 – Publicado em: 01/12/2013

### RESUMO

Apesar da importância econômica da carnaúba, pouco se sabe sobre a propagação sexuada. Objetivou-se determinar a curva de embebição, o efeito da pré-embebição no percentual de germinação das sementes e o estabelecimento de mudas no campo. Inicialmente foram avaliadas as características físicas dos frutos. Em seguida, a curva de embebição das sementes foi determinada nos intervalos de 0, 2, 4, 12 horas e posteriormente a cada 48 h de submersão em água, totalizando 576 h. Para os testes de germinação avaliaram-se os seguintes tratamentos: 1) sementes escarificadas e embebidas em água destilada; 2) não-escarificadas e embebidas em água destilada, e; 3) não-escarificadas e embebidas em água natural (não destilada). Por último, foi realizado plantio experimental e mensuradas as taxas sobrevivência, de crescimento, altura e diâmetro por meio de quatro avaliações mensais. A curva de embebição apresentou crescimento lento entre os intervalos de 0 e 12 h (9% em relação à massa fresca) e maiores taxas de absorção de água após 336 h (38,8%). Há efeito positivo da escarificação na germinação, sendo que o tipo de água não influencia nas taxas de germinação. O plantio experimental indicou resultados satisfatórios, com taxa de sobrevivência de 100% após quatro meses do plantio. Porém, observou-se redução na taxa de crescimento em altura em virtude do ressecamento das folhas, provavelmente efeito da perda de umidade do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** carnaúba, propagação, estabelecimento de mudas

### GERMINATING OF *Copernicia prunifera*: BIOMETRICS, PREIMBIBITION, AND SEEDLINGS ESTABLISHMENT

### ABSTRACT

Despite the economic importance of carnauba wax, little is known about the sexual propagation. This study aims to determine the water absorption curve, the effect of presoaking seeds in the percentage of germination and seedlings establishment in

the field. The water absorption curve was carried with seeds submerged in the intervals of 0, 2, 4, 12 hours and thereafter every 48 hours, totaling 576 hours. The germination tests were evaluated by 1) seeds scarified and soaked in distilled water; 2) non-scarified and soaked in distilled water, and; 3) non-scarified and soaked in natural water (not distilled). The seedlings were planted and made measurements of survival, growth rate, height and diameter monthly. The water absorption curve showed slow intervals between 0 and 12 h (9% compared to fresh weight) and higher rates of water absorption (38.8% after 336 h). There was positive effect of scarification, and the type of water has no effect on germination rates. The experimental planting indicated satisfactory results. However, there was a reduction in the rate of growth in height due to the dryness of the leaves, thus showing a reduction in the rate of growth in height. The survival rate was of 100%.

**KEYWORDS:** Carnauba wax, propagation, seedlings establishment

## INTRODUÇÃO

A inovação e o estabelecimento de metodologias para análise de sementes florestais desempenham fundamental importância na pesquisa científica e extensão dos resultados em diversos setores. O conhecimento dos principais processos envolvidos na germinação de sementes de espécies nativas é de vital para a preservação e multiplicação das espécies e em programas de reflorestamento (VIEIRA & GUSMÃO, 2006). A propagação de espécies, nativas ou exóticas, depende muitas vezes da quebra de dormência das sementes, que pode ser um processo simples ou complexo (ANDREANI JUNIOR et al., 2011).

Informações básicas sobre a germinação, cultivo e a potencialidade das espécies nativas, visando sua utilização para vários fins são rotineiramente demandadas. Assim, considerando a diversidade de espécies florestais nos trópicos e as peculiaridades de cada região, métodos práticos que auxiliem em um manejo racional e econômico se tornam necessários (SANTANA et al., 2011). Neste sentido, aspectos básicos porém desconhecidos fazem parte de qualquer pesquisa científica e não podem ser negligenciados. Como exemplo, tem-se o teor de água como fator preponderante para a propagação florestal, já que a umidade está associada à deterioração das sementes, pois determinações periódicas do grau de umidade, entre a colheita e a utilização nos plantios, possibilitam melhor aproveitamento das sementes no processo de germinação (VIEIRA & GUSMÃO, 2008).

Entre os diversos fatores ambientais que influenciam o processo germinativo, a qualidade inicial das sementes e a disponibilidade de água são essenciais, com influência direta ou indireta no metabolismo, ativação do ciclo celular e consequentemente crescimento (TAIZ & ZEIGER, 2006). Segundo Silva et al. (2009) as sementes da *Copernicia prunifera* (carnaúba) devem permanecer imersas em água até a protrusão do pecíolo cotiledonar. Reis et al. (2010) observaram 85% de protrusão cotiledonar de sementes da carnaúba embebidas em água na temperatura de 25 °C, entre 12 e 18 dias do início do experimento. Entretanto, ainda são inexistentes as pesquisas que relatam o estabelecimento de mudas da carnaúba em campo. O estabelecimento de mudas é determinado pelas condições encontradas em campo após o plantio, onde o desenvolvimento e a resistência a condições adversas do meio determinam a qualidade das mudas (ORTEGA-PIECK et al., 2011; DOUST et al., 2008).

A palmeira carnaúba é nativa do semiárido brasileiro, predominando nos Estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, com grande importância econômica e social para as comunidades extrativistas. A cadeia produtiva e exploração da carnaúba consistem no conjunto de atividades econômicas que utilizam o estipe, as folhas, o pecíolo, o fruto, as raízes e principalmente a cera de carnaúba (SILVA et al., 2011). Este trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar biometricamente os frutos da palmeira carnaúba; determinar o grau de umidade das sementes; a curva de embebição; o efeito da pré-embebição no percentual de germinação das sementes e o estabelecimento de mudas em campo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Amostragem dos frutos**

O estudo foi realizado no laboratório de genética e melhoramento florestal (LABGEM) da unidade acadêmica especializada em ciências agrárias (UAECA), Macaíba, RN. Foram coletadas amostras de frutos de *Copernicia prunifera* oriundos de uma população plantada na orla costeira da Praia de Cotovelo, no município de Parnamirim, RN, coordenadas 5°57'59,14"S e 35°08'34 "W.

Os frutos da carnaúba que apresentavam coloração escura, indicando o estágio final de maturação, foram coletados de 14 diferentes matrizes, acondicionados em sacos plásticos e conduzidos para o laboratório.

### **Determinação do grau de umidade**

Logo após a coleta, os frutos foram despolpados manualmente com o auxílio de estilete até promover a fissura do endocarpo e retirada das sementes. A determinação do grau de umidade foi realizada em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições de 15 sementes. Inicialmente as sementes foram colocadas em placas de Petri, mensurando a massa fresca em balança analítica e, em seguida, colocadas em estufa de secagem a 105 °C por 24 h, método oficial de determinação da umidade (BRASIL, 2009). Após as 24 h, as sementes foram retiradas, e novamente pesadas, obtendo os resultados do teor de água.

### **Curva de embebição das sementes**

Foram selecionadas visualmente 100 sementes, obtendo-se o comprimento e diâmetro da semente antes e depois da embebição, além das taxas de germinação (emissão da radícula). Utilizou-se o delineamento DIC, com cinco repetições e 20 sementes por parcela em Becker de 200 mL, contendo água destilada. As sementes ficaram totalmente submersas ao longo do experimento. Foram realizadas as pesagens das sementes nos intervalos de 0, 2, 4, 12 horas e posteriormente a cada 48 h, totalizando 576 h.

### **Biometria dos frutos**

Os frutos da carnaúba que apresentavam coloração escura, indicando o estágio final de maturação, foram coletados de 14 diferentes matrizes e conduzidos para o Laboratório de Genética e Melhoramento Florestal (LABGEM) da UFRN. Para cada matriz, foram avaliados o comprimento, diâmetro e a massa fresca de 195 frutos (n = 12 a 15 frutos por matriz), com auxílio de um paquímetro digital e balança analítica. Considerou como comprimento a porção compreendida entre as extremidades apical e basal da semente e o diâmetro como sendo a parte intermediária da semente.

### **Experimento de germinação**

O experimento foi conduzido em condições de laboratório ( $25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $65 \pm 3\%$  de UR do ar). As sementes foram desinfetadas com hipoclorito de sódio (NaClO) a 2%, por dez minutos, seguida de lavagem com água destilada. Após seleção e beneficiamento das sementes no LABGEM, instalou-se o experimento em delineamento DIC, com cinco repetições de dez sementes. Testaram-se os seguintes tratamentos: 1) sementes escarificadas e embebidas em água destilada, 2) não-escarificadas e embebidas em água destilada, e 3) não-escarificadas e embebidas em água natural (não destilada). As sementes foram embebidas em Becker de vidro contendo 200 mL de água.

### **Produção e plantio das mudas**

Após os testes de germinação, as sementes foram utilizadas para a produção de mudas em casa de vegetação e, posteriormente, instalação do plantio experimental de 51 mudas de *Copernicia prunifera*, na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, localizada em Macaíba - RN. Durante o mês de maio de 2013, foram abertas covas com dimensões mínimas de  $30 \text{ cm}^3$  e adubadas com aproximadamente 2 L de esterco caprino, onde as mudas de *C. prunifera* foram plantadas a um espaçamento de 3,5 m x 3,5 m. Ao redor das covas foi realizado o coroamento para aumentar a capacidade de armazenamento de água.

### **Variáveis dendrométricas**

O estabelecimento das mudas foi acompanhado mensalmente por meio de quatro medições dendrométricas, sendo a primeira realizada em junho/2013 (data do plantio) e a última em setembro/2013. Como parâmetro de crescimento, foi mensurado o diâmetro do colo, a altura total das mudas (entre o colo e a última folha do ramo principal) com o auxílio de um paquímetro digital e trena métrica, respectivamente, e observados o número de folhas e o comprimento do maior folíolo. Recorreu-se à determinação da taxa de crescimento (TC), que corresponde ao incremento obtido entre as avaliações, conforme a equação:

$$TC = \frac{(A_f - A_i)}{A_f} * 100$$

Em que,

TC = Taxa de crescimento (%)

Af = Avaliação final

Ai = Avaliação Inicial

### **Taxa de sobrevivência**

Por fim, a taxa de sobrevivência do plantio foi avaliada pela percentagem remanescente de mudas da última avaliação em relação ao número inicial de mudas plantadas.

### **Análise dos dados**

Utilizou-se o programa BioEstat 5.3 (AYRES et al., 2007). Na análise dos dados biométricos foi realizada a estatística descritiva, teste de normalidade de Lilliefors (para K amostras), correlação de Spearman entre as variáveis, análise de variância Kruskal-Wallis e o teste de média de Dunn ( $\alpha = 0,05$ ), para dados não-

paramétricos (ZAR, 2010).

Para os ensaios de germinação a variável dependente avaliada foi à protrusão da raiz primária, durante 18 dias de experimento. Utilizou-se o programa estatístico BioEstat, sendo realizado o teste de normalidade Shapiro-Wilk (para  $K \leq 50$ ), a análise de variância Kruskal-Wallis e o teste de média de Dunn ( $\alpha = 0,05$ ) (ZAR, 2010).

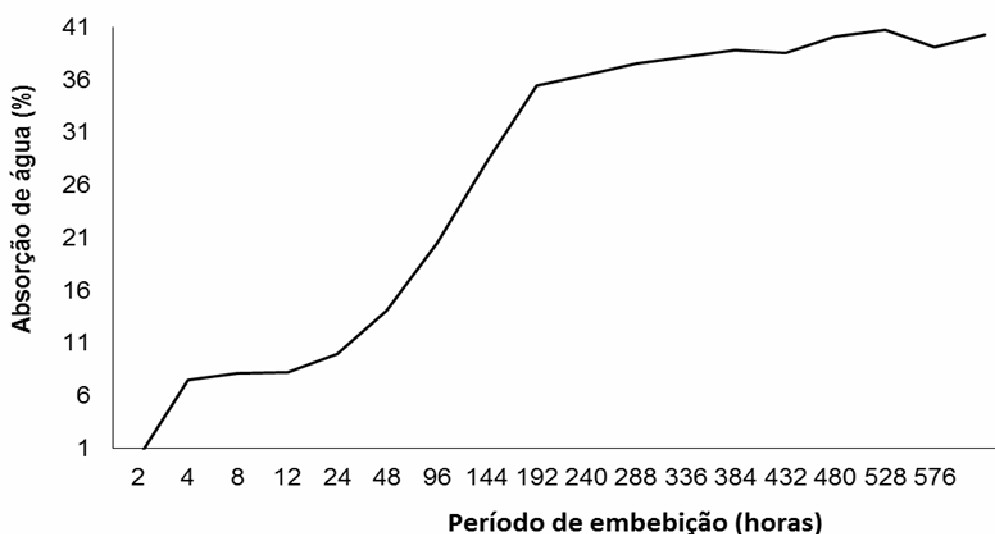
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Grau de umidade das sementes

As sementes de carnaúba tem grau de umidade médio de 35,93%, indicando que permanecem com alta umidade após serem liberadas da planta-mãe. As espécies com sementes recalcitrantes tem, em geral, origem em locais mais úmidos e, portanto, adequados ao processo germinativo (VIEIRA & GUSMÃO, 2006). Portanto, sugere-se que as sementes da *Copernicia prunifera* devem ser semeadas logo em seguida à dispersão dos frutos. Entretanto, há necessidades de estudos sobre a capacidade de armazenamento das sementes da carnaúba, que possam determinar os procedimentos adequados para preservar sua qualidade física, fisiológica e sanitária. Esses fatores são relevantes para reduzir, ao máximo, a velocidade e a intensidade do processo de deterioração das sementes (VIEIRA & GUSMÃO, 2008).

### Curva de embebição das sementes

Inicialmente a curva de embebição das sementes (Figura 1) apresentou um crescimento lento entre os intervalos de 0 e 12 h (9% em relação à massa fresca). A partir deste momento foram observadas maiores taxas de absorção de água (38,8% após 336 h), e em seguida estabilizada até o final do experimento, com absorção máxima de água após 480 h (40,7%). As sementes embebidas tiveram um incremento de diâmetro e comprimento, respectivamente, de 9,6% (1,5 mm) e 6,8% (1,3 mm). Observou-se uma relação direta entre a embebição de água pelas sementes e a emergência da raiz primária, com taxa média de germinação de 91%, provavelmente associada a mudanças metabólicas do processo de germinação.



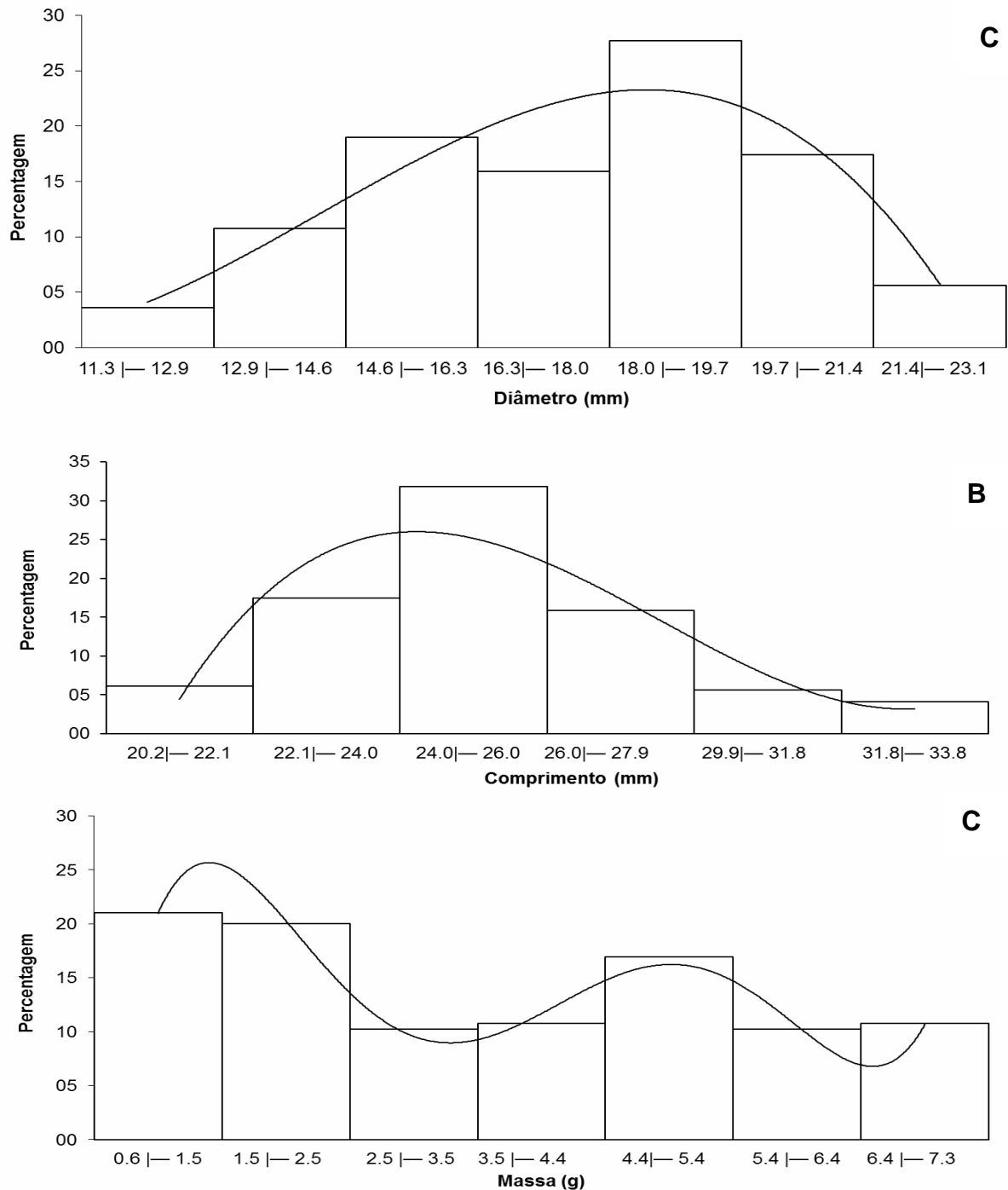
**FIGURA 1.** Curva de embebição em sementes de *Copernicia prunifera* durante 576 horas.

A absorção de água pelas sementes obedece a um padrão trifásico. A fase I, denominada embebição, é consequência do potencial matricial e, portanto, trata-se de um processo físico, ocorrendo independentemente da viabilidade ou dormência das sementes, desde que não seja uma dormência tegumentar causando impedimento de entrada de água. Já a fase II, denominada de estacionária, ocorre em função do balanço entre o potencial osmótico e o potencial de pressão. Nessa fase, a semente absorve água lentamente e o eixo embrionário ainda não consegue crescer. Por último, a fase III caracteriza-se pela retomada de absorção de água, culminando com a emissão da raiz primária (BEWLEY et al., 2013).

Assim, para as sementes da carnaúba, identifica-se (Figura 1) como sendo a fase I as primeiras 4 horas de embebição, a fase II entre 4 e 24 horas de embebição, e a fase III a partir das 48 horas de embebição. Portanto, recomenda-se a embebição das sementes por pelo menos 12 dias, já que as sementes apresentam embebição estabilizada a partir das 288 horas (12 dias), e porcentagem elevada de protrusão da raiz primária. Reis et al (2011), analisando a emergência das plântulas de *Copernicia prunifera*, verificaram acréscimo de 10% na emergência de sementes com embebição na água por 17 dias em relação às não embebidas, sendo significativo o tratamento com embebição.

### **Biometria dos frutos**

Os frutos apresentaram médias de 26,06 mm de comprimento, 17,70 mm de diâmetro e massa de 3,65 g; e variação no comprimento entre 20,2 e 33,8 mm, diâmetro entre 11,30 e 23,10 mm e massa fresca entre 0,613 e 7,383 g. Observou-se que 31,79% dos frutos de *C. prunifera* mensurados apresentam comprimento entre 24,04 e 26,02 mm; 27,69% obtiveram diâmetro entre 18,04 e 19,72 mm e 21,02% apresentaram variação da massa de 0,61 a 1,58 g (Figura 2).



**FIGURA 2.** Diâmetro (A), comprimento (B) e massa de matéria fresca (C) de frutos de *C. prunifera*, distribuídas em classe de frequência.

O teste de normalidade de Lilliefors evidenciou distribuição diferente da curva normal dos dados. Assim, foi utilizada a correlação não paramétrica de Spearman, que indicou correlação positiva e significativa entre as variáveis comprimento e diâmetro ( $r_s = 0,484$ ;  $P = 0,001$ ), diâmetro e massa ( $r_s = 0,941$ ;  $P = 0,001$ ) e massa e comprimento ( $r_s = 0,540$ ;  $P = 0,001$ ).

O comprimento e a massa dos frutos apresentaram coeficientes de assimetria positivos (distribuição assimétrica à direita), indicando que frutos com menor comprimento e massa predominam na amostra analisada. Já a variável do diâmetro,

apresentou um coeficiente de assimetria negativo (distribuição assimétrica à esquerda), indicando há predominância de frutos com maior diâmetro (Tabela 1).

Todas as variáveis biométricas analisadas apresentaram coeficiente de curtose menor que zero ( $K < 0$ ), evidenciando distribuição platicúrtica dos dados, indicando que a curva da distribuição de frequência das variáveis analisadas é mais achatada do que a curva da distribuição normal ( $K = 0$ ), ou seja, há maior amplitude na distribuição dos dados em relação a distribuição teórica esperada (Tabela 1).

**TABELA 1.** Médias de comprimento, diâmetro e massa de matéria fresca de frutos de *C. prunifera*. *n*: tamanho amostral, CV: coeficiente de variação, S: assimetria, K: curtose

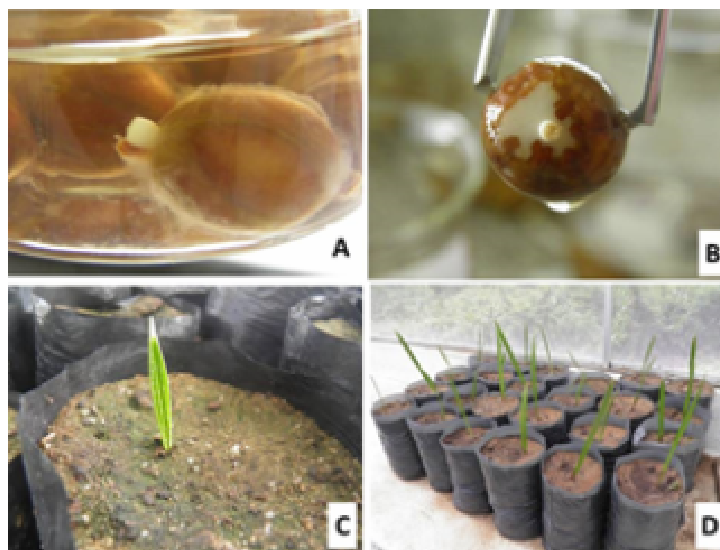
Características biométricas	<i>n</i>	Máximo	Média ± erro padrão	Mínimo	CV%	S	K
Comprimento (mm)	195	33,8	26,06 ± 0,20	20,2	10,84%	0,4518	-0,2118
Diâmetro (mm)	195	23,1	17,69 ± 0,18	11,3	14,33%	-0,2496	-0,6628
Massa (g)	195	7,38	3,56 ± 0,14	0,61	54,81%	0,2475	-1,2673

Conforme a análise de variância Kruskal-Wallis para dados não paramétricos, observou-se diferença significativa entre as matrizes para as variáveis comprimento ( $H = 111,86$ ;  $P = 0,0001$ ), diâmetro ( $H = 156,45$ ;  $P = 0,0001$ ) e massa ( $H = 165,58$ ;  $P = 0,0001$ ). O teste de média de Dunn evidenciou que as matrizes M7, M11 e M12 apresentaram médias significativamente maiores para o diâmetro do fruto (M7 = 21,7 mm), massa fresca do fruto (M7 = 6,574 g) e comprimento dos frutos (M12 = 29,96 mm).

### Germinação das sementes

O percentual de germinação nos tratamentos 1, 2 e 3 foram de 96%, 64% e 80%, respectivamente. A análise de variância foi significativa ( $H = 10,001$ ;  $P = 0,007$ ), com diferença detectada pelo teste de média de Dunn entre os tratamentos 1 e 2 ( $P = 0,02$ ) e entre os tratamentos 1 e 3 ( $P = 0,05$ ), indicando efeito positivo da escarificação das sementes na germinação. Não houve diferença significativa entre os tratamentos 2 e 3 ( $P = 0,22$ ), sugerindo que o tipo de água (destilada ou não destilada) não influencia nas taxas de germinação. Esse resultado é importante para subsidiar os projetos de recuperação e produção de mudas da carnaúba em comunidades extrativistas, que não dispõem de equipamento para destilar água. Os resultados irão contribuir para a consolidação das metodologias de germinação da espécie, otimizando a porcentagem, velocidade e uniformidade na obtenção das mudas (Figura 3).





**FIGURA 3.** Emergência da radícula das sementes de *Copernicia prunifera*, após oito dias de experimento (A), semente de carnaúba escarificada (B) e mudas em casa de vegetação (C e D).

#### Variáveis dendrométricas

Para as características avaliadas em questão, observou-se que a média aritmética dos diâmetros das mudas no nível do coleto na primeira medição foi de 7,79 mm, com variações entre 1,50 e 19,10 mm nas mudas. A altura apresentou média de 26,79 cm e variação entre 13,50 e 40 cm nas mudas (Tabela 2).

**TABELA 2.** Taxa de crescimento médio total (TC) das mudas em diâmetro e altura durante o experimento.

Período de avaliação (dias)	TC	
	Diâmetro (%)	Altura (%)
0	0	0
30	14,62	5,92
60	18,47	6,59
90	21,47	-0,25

Na segunda avaliação, a média dos diâmetros foi de 9,13 mm, variando de 2,30 a 20,00 mm, com taxa de crescimento de 14,62% em relação ao período inicial do plantio. A altura apresentou variação entre 18 e 44 cm e a média das alturas foi de 28,48 cm, que corresponde a uma taxa de crescimento de 5,92% em relação à primeira avaliação (Tabela 2).

Na terceira observação, a média encontrada para os diâmetros foi de 9,56 mm, com variação entre 3,10 e 20,00 mm, que corresponde a uma taxa de 18,57% em relação ao plantio inicial e 3,85% em relação à avaliação anterior. Quanto à altura, a média foi de 28,68 cm, com variação entre 18 e 43 cm e taxa de crescimento de 6,59% em relação à data do plantio e 0,67% em relação à segunda avaliação (Tabela 2).

Na última avaliação, a média dos diâmetros das mudas mensuradas no nível do coleto foi de 9,92 mm, apresentando variação diamétrica entre 3,5 e 20,3 mm e taxa de crescimento de 21,47% em relação à data do plantio e 3% em relação à avaliação anterior. A altura por sua vez, apresentou média de 26,72 mm, variando de 19 a 40 cm entre os indivíduos. A taxa de crescimento encontrada foi de -0,25% em relação à data de avaliação do plantio (Tabela 2).

Observou-se maior incremento em diâmetro e altura no primeiro mês de avaliação. Isso pode ter sido ocasionado pela grande quantidade de chuvas ocorridas nesse período, acarretando no aumento da disponibilidade de água presente no solo para as plantas, facilitando o estabelecimento e o desenvolvimento delas em campo. Segundo Paiva & Poggiani (2000), a baixa umidade do solo é um dos fatores mais limitantes ao desenvolvimento das mudas.

O incremento negativo em altura na última avaliação do plantio pode ter ocorrido devido a condições edafo-climáticas da região. Isso se deve especialmente ao solo com baixos níveis de nutrientes, em função do amarelecimento das folhas, seguida da senescência foliar. Somasse a isso, a baixa capacidade de retenção de água (solo arenoso) no local e forte insolação ocorrida no último mês avaliado foram as possíveis causas para a redução da altura nas medições posteriores. Sugerem-se novos trabalhos que avaliem qualitativamente diferentes métodos de adubação, visando superar as deficiências edáficas.

Em relação ao número de folhas e comprimento do maior folíolo, as plantas apresentaram em média de 4,0 folhas na primeira medição, 3,4 folhas na segunda e terceira e 3,3 folhas na última medição. O maior folíolo de cada planta apresentou comprimento médio de 28 cm para a primeira medição e 29,0 cm para as demais.

### **Taxa de sobrevivência**

A taxa de sobrevivência do plantio foi de 100%, podendo ser considerado elevado, mesmo o período de avaliação sendo relativamente curto (quatro meses). Esse resultado pode estar associado à alta pluviosidade durante o período avaliado, minimizando o estresse sofrido pelas mudas nas primeiras semanas devido à baixa capacidade de retenção de água do solo arenoso do local. Silva & Barbosa (2000), avaliando o crescimento e sobrevivência de *Anadenanthera macrocarpa* no final da estação chuvosa (julho/1996) até o início da estação chuvosa seguinte (junho/1997), em uma área de caatinga, obteve uma alta taxa de sobrevivência (73,3%). Os autores destacam que este resultado foi em função da alta pluviosidade anual para a região, presença de um riacho temporário, topografia do terreno fortemente ondulada e com muitos afloramentos rochosos, auxiliando na retenção de água.

## **CONCLUSÕES**

As sementes de *Copernicia prunifera* possuem alto teor de água (35,93%) após a liberação da planta mãe. A curva de embebição das sementes indica um comportamento trifásico, com embebição estabilizada após 12 dias (288 horas). Há efeito positivo da escarificação das sementes na germinação. O estabelecimento das mudas no campo é satisfatório.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro concedido, processo de nº 562828/2010-9.

## REFERÊNCIAS

- ANDREANI JUNIOR, R.; CARDOSO, R. D.; SANTOS, N. S. S.; SANTOS, S. R. G.; KOZUSNY-ANDREANI, D. I. Superação da dormência de sementes de três Essências Florestais. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo: v. 23, n. 2, p. 255-264, 2011.
- AYRES, M. et al. **BioEstat 5.3**. Sociedade Civil Mamirauá, 2007. 324 p.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Regras para análise de sementes. Brasília, 2009. 399 p.
- BEWLEY, J.D., BRADFORD, K., HILHORST, H., NONOGAKI, H. **Physiology of Development, Germination and Dormancy**. 3rd ed. New York: Springer, 2013, XIII, 392p.
- DOUST, S. J.; ERSKINE, P. D.; LAMB, D. Restoring rainforest species by direct seeding: Tree seedling establishment and growth performance on degraded land in the wet tropics of Australia. **Forest Ecology and Management**, v.256, 5 ed., 2008, p.1178-1188.
- ORTEGA-PIECK, A.; LÓPEZ-BARRERA, F.; RAMÍREZ-MARCIAL, N.; GARCÍA-FRANCO, J. G. Early seedling establishment of two tropical montane cloud forest tree species: The role of native and exotic grasses. **Forest Ecology and Management**, v.261, 7 ed., 2011, p.1336-1343.
- PAIVA, A. V.; POGGIANI, F. Crescimento de mudas de espécies arbóreas plantadas no sub-bosque de um fragmento florestal. **Scientia Forestalis (IPEF)**, Piracicaba, v. 57, p.141-151, 2000.
- REIS, R.G.E. et al. Biometria e efeito da temperatura e tamanho das sementes na protrusão do pecíolo cotiledonar de carnaúba. **Revista Ciência Agronômica**, v.4, n.1, p.81-86, 2010.
- REIS, R.G.E.; PEREIRA, M.S.; GONÇALVES, N.R.; PEREIRA, D.S.; BEZERRA, A.M.E. Emergência e qualidade de mudas de *Copernicia prunifera* em função da embebição das sementes e sombreamento. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n.4, p.43-49, 2011.
- SILVA, R. A. R.; ROCHA, T. G. F.; MARINHO, A. A.; FAJARDO, C. G.; VIEIRA, F. A. Etnoecologia e etnobotânica da palmeira carnaúba (*Copernicia prunifera* (Mill) H. E. Moore) no semiárido do vale do Rio Açu, RN. **Resumos**. In: X Congresso de Ecologia do Brasil, São Lourenço, MG. p.1-2, 2011.
- SANTANA, J. A. S.; FERREIRA, L.S.; COELHO, R.R.P.; VIEIRA, F. A.; PACHECO, M. V. Tecnologias de baixo custo para superação de dormência em sementes de *Caesalpinia ferrea* var. *ferrea* Mart. ex. Tul. (Pau Ferro). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, p.225-229, 2011.

SILVA, F.D.B. et al. Pré-embebição e profundidade de semeadura na emergência de *Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore. **Revista Ciência Agronômica**, v.40, n.2, p.272-278, 2009.

SILVA, L.M.B.; BARBOSA, D.C.A. Crescimento e sobrevivência de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (Leguminosae), em uma área de caatinga, Alagoinha, PE. **Acta Botânica Brasilica**. v.14, n.3, p.251-261, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**, 4 ed., Massachusetts: Sinauer Associates, 2006, 764p.

VIEIRA, F.A.; GUSMÃO, E. Biometria, armazenamento de sementes e emergência de plântulas de *Talisia esculenta* Radlk. (Sapindaceae). **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.1073-1079, 2008.

VIEIRA, F.A.; GUSMÃO, E. Efeito de giberelinas, fungicidas e do armazenamento na germinação de sementes de *Genipa americana* L. **Cerne**, v.12, n.2, p.137-144, 2006.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 5 ed., Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2010. XIII, 944p.