

CONCENTRACIÓN DE CARBOHIDRATOS Y PESO FRESCO DURANTE LA GERMINACIÓN DE *Chamaedorea elegans* MART. Y FACTORES QUE LA AFECTAN

J. Alatorre-Cobos; D.A. Rodríguez-Trejo

Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible,
Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco,
Chapingo, Estado de México, C. P. 56230.
Correos-e: georgeirf7@hotmail.com, dantearturo@yahoo.com

RESUMEN

La información sobre los cambios en la concentración de carbohidratos y peso fresco durante la germinación es escasa y las interacciones de factores que inciden en la germinación de *Chamaedorea elegans* Mart. han sido poco estudiadas. Se condujeron dos experimentos en cámaras de ambiente controlado, uno para determinar el mejor régimen de temperaturas y otro para analizar el efecto del tiempo de almacenamiento (0 y 1 año), nivel de sombra (0%=124 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 70%=32 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ y 100%=2 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) y tamaño de semilla (pequeña <5.25 mm, mediana 5.25-5.75 mm y grande >5.75 mm) en la germinación. Se usó un diseño experimental en bloques completamente al azar y un procedimiento mixto para el análisis de varianza. Con 25/22 °C se logró 100 % de germinación, pero hubo diferencias entre lotes para germinar en tal régimen. En el segundo experimento, a 25/22 °C, los tres factores, la interacción doble tamaño de semilla y almacenamiento, además de la interacción triple tamaño, almacenamiento y nivel de sombra, resultaron significativas. En la triple interacción, con la semilla no almacenada recién colectada, los tres tamaños mostraron diferentes respuestas a los niveles de luz y la mayor germinación (59.3 %) con semilla mediana y sombra al 100 %. El consumo de almidones fue igual a 12 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{mes}^{-1}$.

PALABRAS CLAVE: almidones, azúcares, germinación, palma camedor.

CARBOHYDRATE CONCENTRATION AND FRESH WEIGHT DURING THE GERMINATION OF *Chamaedorea elegans* MART. AND FACTORS THAT AFFECT IT

SUMMARY

The information about changes in carbohydrate concentration and fresh weight during seed germination is scarce and the interactions of factors that affect germination of *Chamaedorea elegans* Mart. have been scarcely studied. Two experiments were conducted in controlled environment chambers, one to determine the best temperature regime and another to analyze the effect of factors: storage (0 and 1 y), shade level (0 %=124 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 70%=32 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ y 100 %=2 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) and seed size (small <5.25 mm, medium 5.25 a 5.75 mm and large >5.75 mm) on seed germination. A completely randomized blocks experimental design was employed, as well as a mixed procedure for the ANOVA. The temperature regime 25/22 °C yielded 100 % germination; however, there were differences among seed lots to germinate in such regime. In the second experiment (25/22 °C), the three factors and the interaction seed size and storage, and the triple interaction seed size, storage and shade were significant. In the triple interaction, with non storage seed just collected, the three seed sizes showed different responses to light, with the highest germination for medium size seed and 100 % shade (59.3 % germination). The rate of starch use was 12 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{month}^{-1}$.

KEY WORDS: camedor palm, germination, starches, sugars.

INTRODUCCIÓN

México cuenta con aproximadamente 100 especies de *Chamaedorea* (Hodel, 1992), la mayor parte de ellas son endémicas y varias se encuentran con estatus de especies raras, amenazadas o en peligro de extinción en la Norma Oficial Mexicana NOM 059 ECOL 1994, por lo que es importante realizar investigaciones sobre tales especies. La más cultivada de ellas es *Chamaedorea elegans* Mart. No obstante, en la actualidad la mayoría de las especies de *Chamaedorea* han visto restringidas sus poblaciones naturales por el deterioro de sus áreas de distribución. Oyama (1997) advierte que varias especies del género están en peligro de extinción local.

La palma camedor habita en áreas tropicales, tanto en la vertiente del Golfo como en la del Pacífico, pero especialmente en la primera. Las especies del género se emplean en alimentación y tienen uso medicinal. Cuentan con un alto valor ornamental, en adornos florales, coronas, en festividades, entre otros importantes usos (Oyama, 1997; Hernández, 2000).

Chamaedorea elegans es ampliamente cultivada en sistemas agroforestales, por ejemplo asociada con *Hevea brasiliensis* L., con *Coffea arabica* L., con *Citrus* spp., *Theobroma cacao* L., *Musa* sp., entre otros que incluyen especies de valor maderable, tales como *Swietenia macrophylla* (King) y *Cedrela odorata* L. Rzedowski (1978) destaca el uso de las hojas de las palmas *Chamaedorea* para la elaboración de arreglos florales, así como su fuerte exportación a los Estados Unidos.

El manejo de la semilla de la especie ha tenido un nivel de éxito variado, en ocasiones con relativamente pocos problemas para lograr la germinación, pero muchas veces con dificultades para lograrla (Jiménez *et al.*, 2002; Mora *et al.*, 2003).

Parte de la variabilidad de resultados se relaciona con las condiciones ambientales a las que se somete la semilla para promover la germinación, en especial con el nivel de sombra. El tiempo de almacenamiento también es muy importante, pues la semilla es recalcitrante. En muchas especies, las características propias de la semilla, como el tamaño, también influye en la germinación (Baskin y Baskin, 2001). Sin embargo, aún bajo condiciones óptimas, conforme aumenta el tiempo de almacenamiento, la viabilidad de la semilla desciende paulatinamente (Hartmann y Kester, 1998).

Existen algunos estudios sobre la germinación de la especie, con resultados diversos, por la influencia de la procedencia, los tratamientos pregerminativos y el ambiente de germinación. Empleando inmersión en peróxido de hidrógeno o en ácido giberélico a 2,000 ppm se tuvieron 15 y 16 % de germinación, respectivamente, a 30 °C (Mora *et*

al., 2003). Jiménez *et al.* (2002) refieren 80 % de germinación luego de practicar escarificación mecánica a la semilla.

La palma bajo estudio es tolerante a la sombra (Rzedowski, 1978), se cultiva bajo sombra y se reporta dormición morfológica en su semilla (Red Mexicana de Germoplasma Forestal, 2000). Por otra parte, el polimorfismo o variación en tamaño y forma de la semilla en una especie o individuo, se relaciona con el ambiente en que la planta madre se encuentra cuando las semillas se desarrollan, incluyendo factores como nutrición mineral, posición en el fruto, remoción de partes de las plantas, época del año, humedad del suelo, irradiación y longitud del día, así como temperatura, entre otros (Baskin y Baskin, 2001). El estudio de la germinación a diferentes niveles de luz y el efecto del tamaño de la semilla en esta especie no han recibido ninguna atención.

Está bien establecido que en la etapa de digestión y traslocación se reducen las reservas de carbohidratos en la semilla durante el proceso de germinación. Hay falta de información sobre qué tantos carbohidratos contiene la semilla y a qué velocidad los utiliza, lo cual es de relevancia para tener éxito en distintos ambientes de germinación, particularmente en aquellos en los que la plántula puede depender durante más tiempo de sus reservas en lo que logra establecerse (Copeland y McDonald, 1995). Tales faltas de información son particularmente importantes en la palma camedor.

Es bien conocida la respuesta típica de la ganancia de humedad durante la germinación, con una tasa muy elevada de absorción en la etapa I, luego una meseta sin aumento en la etapa II y finalmente de nueva cuenta el incremento en la III, indicando la transición entre las etapas II y III la emisión de la radícula (Copeland y McDonald, 1995). Generalmente los estudios de la respuesta de la humedad durante la germinación se han practicado principalmente en especies de germinación rápida, pero no en las especies de lenta germinación, como la que nos ocupa.

Con base en lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivos: a) Realizar el análisis de la semilla; b) determinar los niveles adecuados de sombra para la germinación; c) estudiar el efecto de los diferentes tamaños de las semillas; d) analizar el efecto del tiempo de almacenamiento de la semilla en la germinación y f) estudiar la respuesta de la concentración de azúcares totales y almidones, así como del contenido de humedad durante el proceso de germinación.

MATERIALES Y MÉTODOS

La colecta de las semillas se realizó en diciembre de 2002 y en febrero de 2004. El sitio de colecta fue un bosque mesófilo de montaña, enclavado en la Huasteca Hidalguense, cerca del poblado Coatlimax, municipio Tlanchinol, Hidalgo. Se obtuvo un total de 2 kg de fruto de cada lote.

Los frutos fueron procesados en el Laboratorio de Semillas Forestales de la División de Ciencias Forestales (DICIFO), Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Se realizó el análisis de semillas, con base en las normas de International Seed Testing Association (ISTA) (Bonner *et al.*, 1994). Asimismo, se clasificó a la semilla en tres tamaños, con el uso de cribas en el Laboratorio de Semillas del Colegio de Posgraduados (COLPOS).

En un primer experimento se probó el efecto de diferentes regímenes de temperatura día/noche en la germinación (30/27, 27/24 y 25/22 °C), utilizando tres repeticiones por cámara, cada repetición con 20 semillas. Esta primera etapa sirvió para determinar la temperatura a utilizar en el segundo experimento.

Para este último, se usó un diseño experimental de bloques completos al azar, con siete repeticiones. Los factores considerados fueron: tiempo de almacenamiento de la semilla en una bodega a temperatura ambiente (con dos niveles: un año y cero años); tamaño de la semilla (con tres niveles: >5.75 mm, 5.25 a 5.75 mm, y < 5.25 mm); y nivel de sombra (0 % = 124 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 70% = 32 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, y 100 % de sombra = 2 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). La iluminación se proporcionó mediante luz fluorescente e incandescente, con un fotoperiodo de 12 h. La sombra se produjo con malla sombra plástica de 70 % (sin malla, con malla y con malla doble). Las unidades experimentales (cajas de Petri), constaron de 20 semillas, para un total de 2,520 semillas.

Las pruebas de germinación se realizaron en tres cámaras de ambiente controlado marca Conviron, con un régimen de temperatura igual a 25 °C de día y 22 °C de noche. Las siembras se llevaron a cabo en cajas de Petri, se empleó como sustrato agrolita. Se regó con agua destilada y fungicida Captán (3 g·l⁻¹).

Se empleó un modelo mixto para el análisis estadístico:

$$y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \delta_l + (\alpha_i\gamma_k) + (\alpha_i\delta_l) + (\gamma_k\delta_l) + (\alpha_i\gamma_k\delta_l) + \varepsilon_{ijkl} \quad (1)$$

Donde: μ = media general, α_i = efecto del i -ésimo nivel del factor sombra, con efectos fijos, β_j = efecto del j -ésimo bloque, con efectos aleatorios, γ_k = efecto del k -ésimo nivel del factor tamaño de semillas, con efectos fijos, δ_l = efecto del l -ésimo nivel del factor tiempo de almacenamiento, con efectos fijos, ε_{ijkl} = error experimental. Las combinaciones de letras representan interacciones.

Para el análisis estadístico, se utilizó el procedimiento mixto (Proc Mixed) del programa SAS, v. 8.0 (SAS Institute, 1999).

El análisis de carbohidratos se realizó en el Laboratorio de Usos Múltiples del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo. Para ello se usó el método

Antrona, incluyendo entre otros pasos: deshidratación y molido de las muestras, digestión en ácido sulfúrico, ajuste de pH, y lectura de absorbancia de extractos muestra en un espectrofotómetro. Cada ocho días se obtuvieron y procesaron muestras de semillas en proceso de germinación, durante 160 días.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de semillas

La pureza del primer lote fue igual a 85 %, el contenido de humedad, base anhidra, de 12 %, la viabilidad fue igual a 100 %, y el peso medio de 1,000 semillas fue igual a 140 g, o 7,143 semillas·kg⁻¹. Respecto a la proporción de semillas por categoría de tamaño, 10 % fue grande (>5.75 mm), 30 % mediana (5.25 a 5.75 mm) y 60 % pequeña (<5.25 mm). En otros trabajos se han hallado valores muy semejantes o cercanos para varias de las pruebas realizadas en la especie de estudio, como el de Jiménez *et al.* (2002), quienes señalan 99.8 % de pureza y 99.8 % de viabilidad.

Germinación

En la prueba de germinación con el primer lote de semillas a diferentes temperaturas, se alcanzó 100 % de germinación con el régimen 25/22 °C y no se obtuvo germinación en las demás temperaturas. No obstante, al llevar a cabo el experimento con el segundo lote, con otros factores y con un régimen de temperaturas de 25/22 °C, se obtuvo una germinación menor, lo que puede denotar diferencias importantes entre lotes de semilla sometidos a las mismas temperaturas. Estas últimas diferencias entre lotes han sido referidas para *Sesbania sesban* (L.) Merrill. por Wang y Hanson (2008).

En cuanto al segundo experimento, resultaron significativos los tres factores probados: sombra, tamaño de semilla y tiempo de almacenamiento; además de la interacción entre el tamaño de la semilla y el tiempo de almacenamiento; y la triple interacción sombra x tamaño de semilla x tiempo de almacenamiento (Cuadro 1).

CUADRO 1. Significancia de factores individuales e interacciones.

Factor o interacción de factores	G.L.	F	p
Sombra	2	3.30	0.0410
Tamaño	2	4.06	0.0202
Almacenamiento	1	49.41	<0.0001
Sombra*tamaño	4	0.75	0.5572
Sombra*almacenamiento	2	0.96	0.3876
Tamaño*almacenamiento	2	8.83	0.0003
Sombra*tamaño*almacenamiento	4	3.83	0.0062

Análisis de factores individuales

Sombra

Las semillas con sombra plena o a 70 %, germinaron mejor que las semillas sin sombra (Figura 1), denotando la tolerancia a la sombra del género señalada por Rzedowski (1978).

Tamaño de la semilla

Las semillas pequeñas y medianas exhibieron, en general, la mayor germinación (Figura 2). En muchas especies se ha determinado que a mayor tamaño de semilla, mayor germinación y supervivencia de la plántula, incluyendo ambientes sombreados (Leishman *et al.*, 2000), pero éste no fue el caso.

Almacenamiento

Claramente se trata de una semilla recalcitrante, pues la germinación fue más de 10 veces mayor en la semilla reciente (cero años de almacenamiento) que en aquella que estuvo almacenada durante un año (Figura 3). Diversas

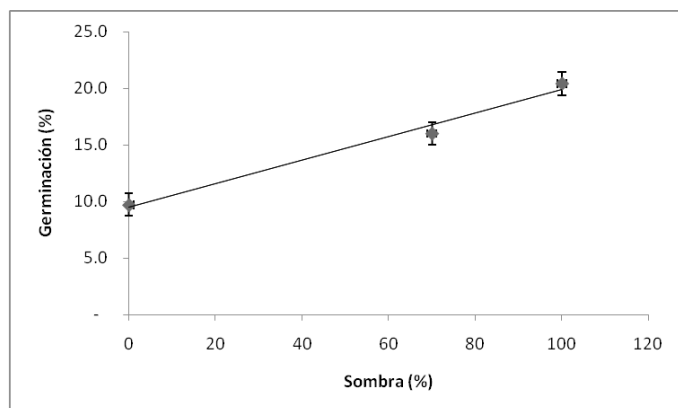


FIGURA 1. Germinación de la palma camedor a distintos niveles de sombra. Las barras verticales representan el error estándar.

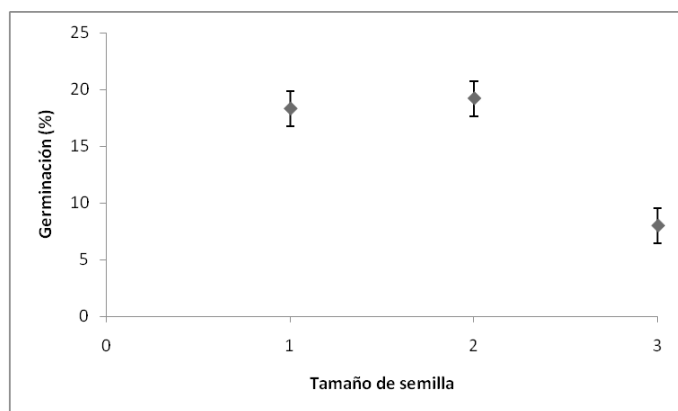


FIGURA 2. Tamaño de la semilla y germinación en *Chamaedorea elegans*. 1 = pequeña; 2 = mediana; 3 = grande. Las barras verticales representan el error estándar.

fuentes corroboran el efecto negativo del tiempo de almacenamiento particularmente en semillas recalcitrantes, tal como señalan Hernández (2000), Rojas *et al.* (2000), Mora *et al.* (2003) para el género y la especie bajo estudio. Dicha declinación en germinación obedece a la reducción del contenido de humedad en la semilla de la especie, y de otras especies del género, conforme pasan más tiempo en almacenamiento (Carpenter y Ostmark, 1994; Vázquez *et al.*, 1998; Rodríguez *et al.*, 2000).

Interacción tamaño y tiempo de almacenamiento

Las semillas pequeña y mediana no almacenadas, germinaron mejor que las semillas de los mismos tamaños pero almacenadas, si bien la semilla grande almacenada no mostró diferencia en germinación con la semilla grande no almacenada (Figura 4).

Interacción almacenamiento, tamaño de semilla y sombra

La semilla con un año de almacenamiento prácticamente no mostró germinación, excepto la semilla

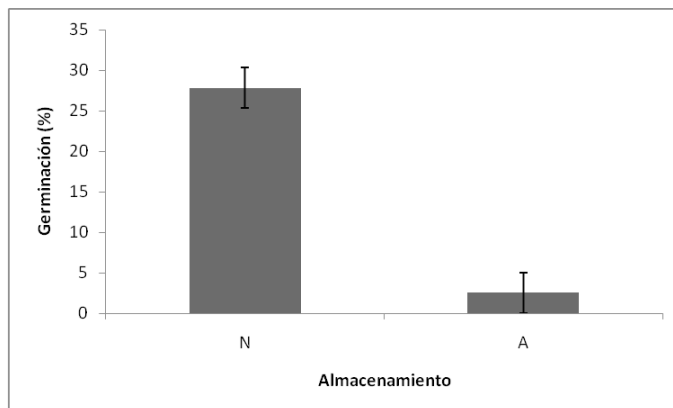


FIGURA 3. Efecto del tiempo de almacenamiento en la germinación. N = semilla del año; A = semilla con un año de almacenamiento. Las barras verticales representan el error estándar.

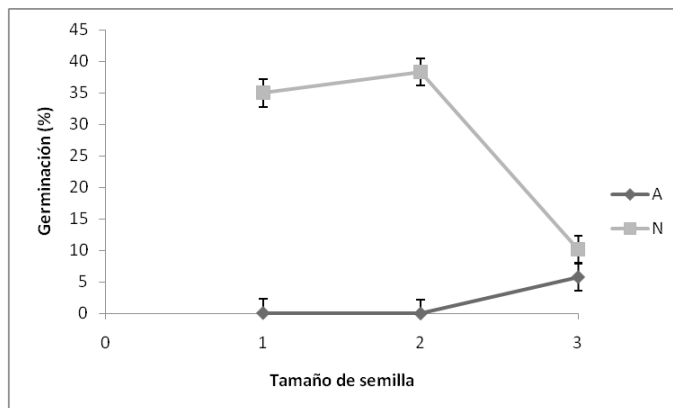


FIGURA 4. Interacción tamaño de semilla (1 = pequeña, 2 = mediana; 3 = grande) con tiempo de almacenamiento (A = almacenada por 1 año; N = no almacenada). Las barras verticales representan el error estándar.

grande en el mayor nivel de sombra (17.6 %). La semilla no almacenada y recién colectada germinó mejor: Las semillas que tuvieron la mayor germinación fueron las medianas, seguidas de las pequeñas y las grandes, cada una de ellas con distinta respuesta ante los diferentes niveles de sombra (Figura 5).

Existen dos enfoques contrastantes relativos al efecto del tamaño de la semilla en la germinación, en función del nivel de sombra del ambiente. En uno, se asume que las semillas grandes germinan mejor bajo sombra porque sus mayores reservas les ayudan a producir plántulas con hojas con mayor superficie foliar y más delgadas, para aprovechar la escasa luz que pasa por el dosel (Buckley *et al.*, 1988). Bajo otro enfoque, las semillas grandes serían mejores para ambientes más abiertos, con relativa sequedad, pues la semilla cuenta con mayor reserva de humedad. Este último es el caso de los encinos del subgénero *Leucobalanus* (Zavala, 2004). La palma camedor parece ajustarse a la primera opción, pues aunque predomina la semilla pequeña que germina mejor sin sombra, la semilla mediana tuvo mayor germinación en los niveles más altos de sombra, y la semilla grande exhibió su mayor germinación en la condición de sombra del 70 %.

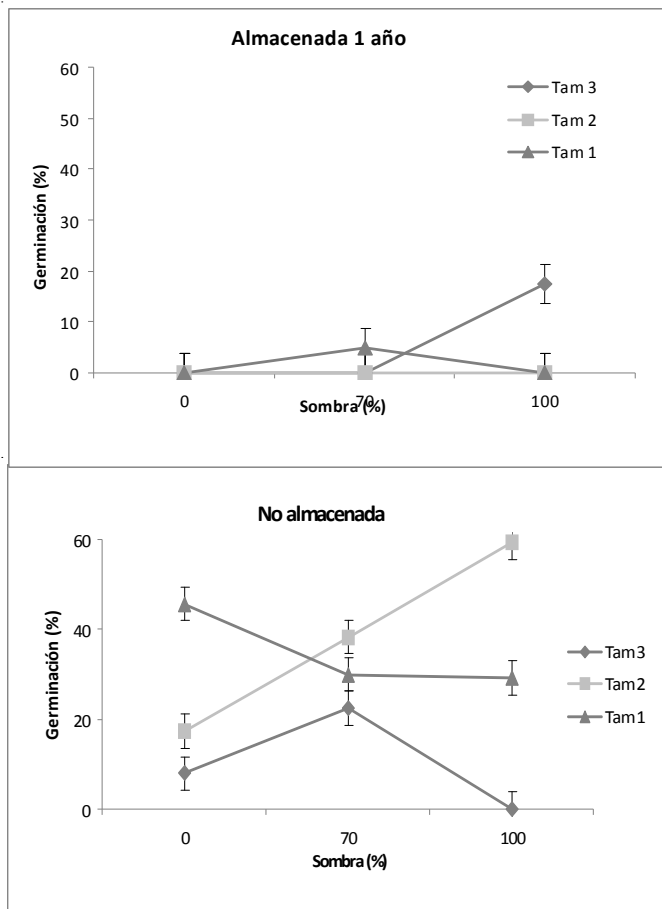


FIGURA 5. Interacción entre edad de la semilla, nivel de sombra y tamaño de la semilla en la germinación (Tamaños: 1 = pequeña; 2 = mediana; 3 = grande). Las barras verticales representan el error estándar.

En síntesis, cada tamaño de semilla tuvo su mayor germinación en un nivel distinto de luz. En la medida que las semillas son más pequeñas tienen mayor probabilidad de ser dispersadas más lejos y tienen mayor probabilidad de alcanzar claros (Buckley *et al.*, 1988). Por ello no es de sorprender que la semilla pequeña pueda germinar bien a plena luz (aunque no intensa). No obstante, salvo por la semilla grande, las semillas de cualquier tamaño muestran germinación aceptable en cualquier nivel de sombra, lo que se puede relacionar con la tolerancia a la sombra que tiene la especie.

De las simientes, 60 % son pequeñas y germinan bien sin sombra, pero también bajo ella. El 40 % restante (medianas y grandes) tienden a germinar mejor con 100 y 70 % de sombra. La variación en tamaño de semilla provee mayores probabilidades de germinación en diversidad de ambientes, desde luz plena (a baja intensidad) hasta sombra.

Análisis de carbohidratos y azúcares

La principal reserva de carbohidratos encontrada al inicio del estudio fueron los almidones ($70 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$). Los azúcares se registraron en concentraciones pequeñas ($8 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$). Lo anterior puede relacionarse con el desdoblamiento de los primeros en los segundos para su utilización (dada que son convertibles entre sí), ya que se observó una paulatina reducción en la concentración de almidones hasta alcanzar $10 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ al cabo de cinco meses. La tasa de consumo de almidones durante el proceso de germinación de la semilla estudiada es de $12 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{mes}^{-1}$. Los azúcares alcanzaron niveles cercanos a $0 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ después de los cinco meses (Figura 6). La degradación y la movilización de los carbohidratos durante la germinación ha sido investigada en especies como el sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) y el palo de rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) (Correia *et al.*, 2008; Souza *et al.*, 2008), con reducción de almidones y azúcares hasta la emisión de la radícula y luego un aumento conforme esta última crece (Souza *et al.*, 2008).

La plántula se alimenta de estas reservas durante la germinación, hasta que es autosuficiente y fotosintetiza. Du-

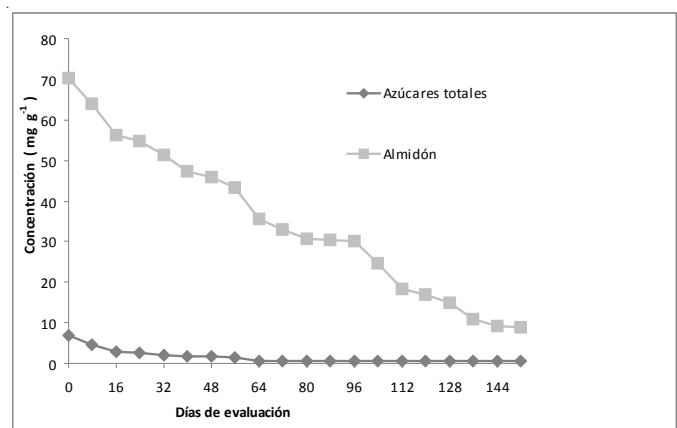


FIGURA 6. Concentración de azúcares y almidón en la germinación de *C. elegans*.

rante la mayor parte del período de análisis hubo pocos cambios en el peso fresco de la semilla, lo que denota una larga etapa de digestión y translocación, corroborada con la paulatina reducción de almidones. Cabe recordar que Hartmann y Kester (1998), refieren tres etapas en el proceso de germinación: activa, digestión-traslocación, y crecimiento rápido.

Peso fresco

Típicamente, la respuesta del peso fresco de la semilla durante la germinación involucra inicialmente una rápida ganancia de humedad (imbibición), seguida por una larga meseta y finalmente una rápida ganancia de peso (Mei y Song, 2008). En la especie estudiada, se aprecia la rápida ganancia inicial de peso, seguida por un progresivo aumento de peso hasta el final de la evaluación (160 días) (Figura 7).

CONCLUSIONES

Existe diferencia en la germinación entre los lotes de semilla de palma camedor estudiados en el presente trabajo.

Después de un año de almacenamiento, la capacidad germinativa de la semilla se reduce.

Las semillas pequeñas y las medianas germinaron más que las grandes y también fueron las más abundantes.

El nivel de sombra mostró relación directa con la capacidad germinativa, lo cual corresponde con la característica de tolerancia a la sombra de *Chamaedorea elegans*.

Se halló una doble interacción en la cual la semilla almacenada por un año casi no germinó, escasa germina-

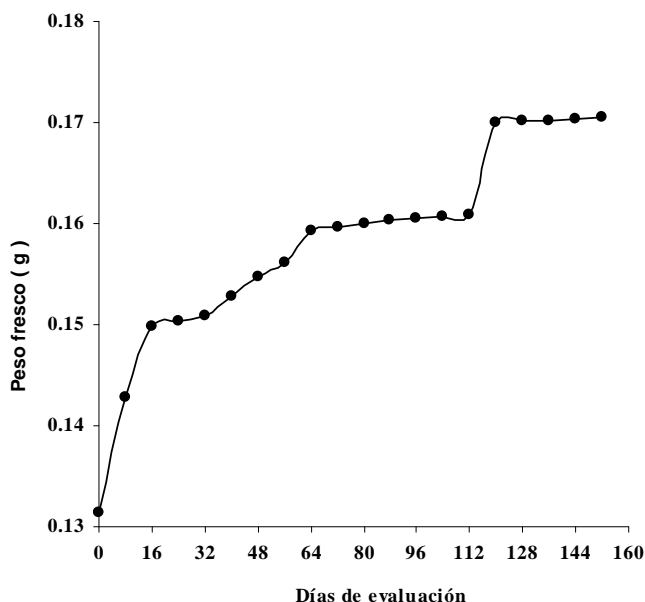


FIGURA 7. Comportamiento del peso fresco medio por semilla de las muestras.

ción de la semilla grande, los otros tamaños sin germinación, implicando la importancia de las reservas y humedad en las semillas al ser almacenadas. En la semilla no almacenada, las semillas pequeñas y medianas germinaron más que la semilla grande.

También se halló una triple interacción, la semilla grande en ambiente de 100 % de sombra tuvo la mayor germinación en la semilla almacenada. En el caso de la semilla no almacenada, las semillas pequeñas germinaron más sin sombra, las medianas mostraron relación directa en su germinación con respecto a los niveles de sombra (a mayor sombra mayor germinación) y la semilla grande germinó mejor con 70 % de sombra.

De entre los carbohidratos, los almidones son los más abundantes y son consumidos a una tasa de $12 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{mes}^{-1}$ bajo el régimen $25/22 \text{ }^\circ\text{C}$. Este estudio no incluyó la etapa de acumulación de carbohidratos, posterior a la anterior.

AGRADECIMIENTOS

Al personal de los laboratorios de Semillas de la División de Ciencias Forestales, Usos Múltiples del Departamento de Fitotecnia, ambos de la Universidad Autónoma Chapingo y al Área de Semillas del Colegio de Posgraduados, por su valioso apoyo. A los tres árbitros del presente trabajo, por sus valiosas observaciones.

LITERATURA CITADA

- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. 2001. Seeds. Ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. Academic Press. San Diego, U.S.A. 666 p.
- BONNER, F. T.; VOZZO, J. A.; ELAM, W. W.; LAND JR., S. F. 1994. Tree seed technology. Training course. Instructor's manual. USDA For. Serv., Gen. Tech. Rep. SO-106. New Orleans, U.S.A. 160 p.
- BUCKLEY, D. S.; SHARIK, T. L.; ISEBRANDS, J. G. 1998. Regeneration of northern red oak: positive and negative effects of competition removal. Ecology 79(1): 65-78.
- CARPENTER, W. J.; OSTMARK, E. R. 1994. Temperature and desiccation after the germination of *Chamaedorea* palm seed. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 107. Orlando, Florida, U.S.A. 30 October-1 November 1994. pp. 183-186.
- COPELAND, L. O.; McDONALD, M. B. 1995. Seed science and technology. 3rd ed. Chapman and Hall. New York, U.S.A. 409 p.
- CORREIA, I.; NUNES, A.; BARROS, A. S.; DELGADILLO, I. 2008. Protein profile and malt activity during sorghum germination. Journal of the Science of Food and Agriculture 88(15): 2598-2605.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. 1998. Propagación de plantas. CECSA. México, D. F. 759 p.
- HERNÁNDEZ, P. L. 2000. Manual para producción de palma camedor. INIFAP. Folleto Técnico. 26. Centro de Investigación Regional Golfo Centro Campo Experimental el Palmar, Veracruz. México. 23 p.

- HODEL, D. R. 1992. *Chamaedorea* palms. The species and their cultivation. The International Palm Society. Allen Press. Lawrence, Kansas, U.S.A. 338 p.
- JIMÉNEZ V., R.; VELÁZQUEZ M., A.; JASSO M., J.; MUSÁLEM S., M. A. 2002. Efecto de tratamientos en la germinación de palma camedor (*Chamaedorea elegans* Mart.). *Ciencia Forestal en México* 27(92): 95-103.
- LEISHMAN, M. R.; WRIGHT, I. J.; MOLES, A. T.; WESTOBY, M. 2000. The evolutionary ecology of seed size. *In*: Fenner, M. (ed.). *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. 2nd. ed. CAB International. Wallingford, U. K. pp. 31-57.
- MEI, Y.; SONG, S. 2008. Early morphological and physiological events occurring during germination of maize seeds. *Agricultural Sciences in China* 7(8): 950-957.
- MORAA, R.; RODRÍGUEZ P., J. E.; PEÑA L., A.; RAMÍREZ L., V. 2003. Respuesta de *Chamaedorea elegans* Mart. a tratamientos pregerminativos. *Revista Chapingo. Serie Horticultura* 9(1): 135-141.
- OYAMA, K. 1997. *Chamaedorea tepejilote*. *In*: GONZÁLEZ S., E.; DIRZO, R.; VOGT, R. C. (eds.). *Historia natural de los Tuxtles*. UNAM, Instituto de Biología, Instituto de Ecología, CONABIO. México, D. F. pp. 107-109.
- RED MEXICANA DE GERMOPLASMA FORESTAL. 2000. Períodos de recolección de semillas, almacenamiento y tratamientos pregerminativos de las principales especies que se utilizan en PRONARE. *Gaceta de la Red. Red Mexicana de Germoplasma Forestal* 4: 39-53.
- RODRÍGUEZ, M. DEL C.; OROZCO S., A.; SÁNCHEZ C., M. E.; VÁZQUEZ Y., C. 2000. Seed germination of six mature neotropical rain forest species in response to dehydration. *Tree Physiology* 20(10): 693-699.
- ROJAS A., M.; JURADO, E.; SÁNCHEZ R., G.; TREJO H., L.; LEAL R., F. 2000. Rapid viability loss in seeds of palmilla (*Chamaedorea radicalis* Mart.) from El Cielo Biosphere Reserve. *The Southwestern Naturalist* 45(3): 373-375.
- RZEDOWSKI, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México. 432 p.
- SAS INSTITUTE. 1999. *Statistical Analysis System*. SAS Institute Inc. Cary, NC., U.S.A.
- SOUZAL., R. B.; DE CARVALHO G., J. F.; PANDO, S. C.; VARMES F., A. V.; WENDT DOS S., A. L. 2008. Primary metabolite mobilization during germination in rosewood (*Aniba rosaeodora* Ducke) seeds. *Revista Árvore* 32(1): 19-25.
- VÁZQUEZ Y., C.; OROZCO S., A.; SÁNCHEZ C., M. E. 1999. Recalcitrance among the seeds of the woody plants growing at the Northern limit of the tropical rain forest in the American continent. *Proceedings of the IUFRO Seed Symposium*. Kuala Lumpur, Malasya, 12-15 October 1998. pp. 329-335.
- WANG, Y. R.; HANSON, J. 2008. An improved method for breaking dormancy in seeds of *Sesbania sesban*. *Experimental Agriculture* 44(2): 185-195.
- ZAVALA CH., F. 2004. Desecación de bellotas y su relación con la viabilidad en nueve especies de encinos mexicanos. *Ciencia Ergo Sum* 11(2): 177-185.