

RUPTURA DE LA LATENCIA FÍSICA Y GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *CHIRANTHODENDRON PENTADACTYLON* (MALVACEAE)

RUPTURE OF PHYSICAL DORMANCY AND SEED GERMINATION OF *CHIRANTHODENDRON PENTADACTYLON* (MALVACEAE)

MARIBEL APODACA-MARTÍNEZ¹, VÍCTOR MANUEL CETINA-ALCALÁ^{1,*}, JESÚS JASSO-MATA¹, MIGUEL ÁNGEL LÓPEZ-LÓPEZ¹, HÉCTOR GONZÁLEZ-ROSAS², EBANDRO USCANGA-MORTERA³ Y ANTONIO GARCÍA-ESTEVA³

¹Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.

²Postgrado en Fruticultura, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.

³Postgrado en Botánica, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.

*Autor de correspondencia: vicmac@colpos.mx

Resumen

Antecedentes: Los problemas para propagar *C. pentadactylon* por semilla se deben a su poca disponibilidad, bajo porcentaje de germinación, plagas y periodo juvenil mayor a 25 años.

Hipótesis: Existe variación morfofisiológica de la semilla entre árboles y los tratamientos pregerminativos incrementan el porcentaje y la velocidad de germinación en semillas con seis meses de almacenamiento a temperatura ambiente.

Especie en estudio: *Chiranthodendron pentadactylon* Larreat.

Sitio de estudio y fechas: Postgrado en Ciencias Forestales, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México, Méx. Junio, 2016.

Métodos: Se determinó el contenido de humedad, la viabilidad y el efecto de tratamientos pregerminativos en el porcentaje y velocidad de germinación de las semillas. Se utilizó un diseño de bloques al azar. Los bloques al azar con los tratamientos: 1 (escarificación mecánica + estratificación en frío a 5 °C durante 5 días), 2 (escarificación mecánica + imbibición durante 12 h), 3 (escarificación mecánica + corte en la base de la semilla) y 4 (testigo). Los tratamientos se aleatorizaron dentro de cada bloque.

Resultados: El contenido de humedad fue menor a 10 % y la viabilidad de 100 %. Se encontraron diferencias significativas en la germinación entre tratamientos. La prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) mostró diferencias entre los tratamientos pregerminativos 1, 2 y 3 con respecto al T4. La velocidad de germinación registró el mayor valor en el tratamiento 3.

Conclusiones: Con los tratamientos 1, 2 o 3 se obtuvo más de 77 % de germinación. El tratamiento 3 mostró mayor velocidad de germinación, lo que resulta importante en la producción de plántulas.

Palabras clave: Escarificación, macpalxochitl, velocidad de germinación.

Abstract

Background: The low availability, low percentage of germination, pests, and juvenile period higher than 25 years, are the problems to propagate *C. pentadactylon* by seed.

Hypothesis: There is morphophysiological variation of the seeds between trees and the pregerminative treatments increase the percentage and speed of germination in seeds with six months of storage at room temperature.

Species studied: *Chiranthodendron pentadactylon* Larreat.

Study site and year of study: Postgrado en Ciencias Forestales, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de Mexico, Mex. June, 2016

Methods: The moisture content, the viability and the effect of pregerminative treatments on the percentage and speed of germination of the seeds were determined. A randomized block design was used. The random blocks included the treatments: 1 (mechanical scarification + cold stratification at 5 °C for 5 days), 2 (mechanical scarification + imbibition for 12 h), 3 (mechanical scarification + cut at the base of the seed) and 4 (control). The treatments were randomized within each block.

Results: The moisture content was less than 10 % and the viability was 100 %. Significant differences between treatments were found for germination percent. The Tukey test ($\alpha = 0.05$) showed differences between pregerminative treatments 1, 2 and 3 with respect to T4. Germination speed recorded the highest value in treatment 3.

Conclusions: With treatments 1, 2 or 3 more than 77 % of germination was obtained. Treatment 3 showed the highest germination speed, which is important for seedling production.

Key words: Germination speed, macpalxochitl, scarification.

En México se encuentra la especie arbórea *Chiranthodendron pentadactylon* Larreat. (Malvaceae), cargada de historia y de leyendas (Fernández-Pérez *et al.* 2008), apreciada desde tiempos prehispánicos por la belleza y propiedades medicinales de sus flores. Comúnmente se conoce como flor de manita o macpalxochitl y es útil para tratar úlceras crónicas, inflamación de los ojos, dolor de dientes, hemorroides, control de la presión, problemas del corazón, epilepsia, insomnio y como tranquilizante del sistema nervioso (Aleman 2010). Por tal motivo las flores otorgan un ingreso extra a los productores, por ejemplo, en la zona centro de Guerrero se recolectan en un año alrededor de 100 t de flores en aproximadamente 3,500 ha (Chanfón 2007). La especie se distribuye desde México hasta Guatemala, desde los 1,700 hasta los 2,500 m snm en bosque mesófilo de montaña. En México, se encuentra de forma silvestre en los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, y de forma cultivada en el Estado de México, Ciudad de México, Michoacán y llevada al extranjero (Europa y Estados Unidos) (Toledo 1975) también se cultiva en Puebla. En condiciones óptimas de crecimiento alcanza alturas de 40 m (Toledo 1975) y hasta 2 m de diámetro (observación visual en el Ejido Carrizal de Bravo, Guerrero). Actualmente, se encuentra enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010), en la categoría de amenazada debido a la disminución de poblaciones en sus zonas de distribución, principalmente por la tala de los bosques. Por lo anterior, es importante buscar métodos que permitan propagar y conservar la especie (Osuna-Fernández *et al.* 1997). Las semillas son importantes en la reproducción, dispersión dentro de algunas comunidades, expansión hacia nuevos territorios o hábitats y supervivencia del germoplasma en condiciones desfavorables para el crecimiento (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia 1993), lo que asegura la permanencia de las poblaciones. Las semillas tienen un potencial de variabilidad genética que es responsable de la adaptación ante factores bióticos y abióticos (Alía *et al.* 2003). Toledo (1975) describió la polinización de la especie por aves percheras y realizó observaciones de campo en la sierra del estado de Guerrero, donde se percató de lo atractivas que resultan las flores para las aves de ese lugar, incluso para algunos colibríes (*Hylocharis leucotis* Vieillot, *Colibri thalasinus* Swainson) y hasta para las ardillas (*Sciurus* sp.) que se acercaron a beber néctar de las flores. García-Franco & Perales-Rivera (1990) realizaron pruebas de germinación bajo condiciones de almacenamiento, en el primer mes obtuvieron 39 % de germinación en suelo y 74 % en vermiculita estéril. Osuna-Fernández *et al.* (1997) estudiaron el efecto de

la escarificación, temperatura y luz en la germinación de la semilla y encontraron diferencias en la germinación por el efecto de la temperatura fluctuante y no con respecto a la luz. La germinación de las semillas depende de la latencia, la viabilidad y el tamaño del embrión (Bonner *et al.* 1994) y está regulada por factores ambientales como la temperatura, agua, gases y luz (Hartmann *et al.* 2011, Bewley *et al.* 2013) y se puede medir por tres parámetros: el porcentaje, la velocidad y la uniformidad. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar el contenido de humedad inicial de la semilla, la viabilidad, y el efecto de tratamientos pregerminativos en el porcentaje y velocidad de germinación de semillas de *C. pentadactylon*.

Materiales y métodos

Sitio de estudio. El estudio se realizó en condiciones de invernadero en el Postgrado en Ciencias Forestales, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México; ubicado en las coordenadas 19° 29' N y 98° 54' O, a 2,250 m snm. Durante el tiempo que duró el experimento, dentro del invernadero, se encontró un promedio de temperatura mínima de 12.0 y máxima de 36.7 °C y el promedio de la humedad mínima fue de 21.2 y la máxima de 84.4 %.

Germoplasma. Las semillas fueron donadas por el ejido Carrizal de Bravo, municipio de Leonardo Bravo, Guerrero, ubicado entre 17° 33' 17" N y 99° 50' 17" O. El clima, de acuerdo con el sistema de clasificación climática de Köppen, modificado por García (2004) es templado subhúmedo C(w) con 15 °C de temperatura media anual y 1,253 mm de precipitación. Durante la recolecta se observó que la población de la especie estaba constituida principalmente por árboles adultos en etapa reproductiva; las características de los árboles y las zonas de recolecta se presentan en la Tabla 1.

Contenido de humedad. El contenido de humedad se determinó en cuatro repeticiones de 25 semillas cada una (100 semillas por árbol). A las semillas se les determinó su peso fresco y su peso seco en una balanza digital marca Sartorius con aproximación a 0.0001 de g. Para obtener el peso seco las semillas se colocaron en cajas de aluminio, y fueron secadas en una estufa a 103 °C durante 72 h (ISTA 2019). El contenido de humedad con base en el peso de cada muestra se determinó con la fórmula: Por ciento de humedad = [(Peso fresco-Peso seco)/(Peso fresco)] × 100.

Tabla 1. Características de los árboles muestra y zonas de recolecta en el ejido Carrizal de Bravo, Guerrero, México, utilizados para la prueba de germinación. D: diámetro a 1.30 m de altura.

	D (cm)	Altura (m)	Zona de recolecta	Altitud (m snm)
Árbol 1	60	25	Parejo-Pastilla	2,520
Árbol 2	80	30	Pastilla-Río Pedro	2,420
Árbol 3	50	25	Pastilla-parcela escolar	2,415
Árbol 4	100	35	Agua escondida	2,760

Peso de mil semillas. En una balanza analítica (Sartorius) se determinó el peso de mil semillas, para lo cual, se usaron 10 muestras de 100 semillas por árbol. Se determinó la media o promedio (Tabla 2).

La viabilidad de la semilla. Se emplearon cuatro repeticiones de veinticinco semillas por árbol. A las semillas se les aplicó una escarificación mecánica con lija, luego se remojaron en agua destilada a temperatura ambiente durante 12 h, se cortaron longitudinalmente y se colocaron en una solución de 2, 3, 5-trifenil-tetrazolio al 1 % (Bonner *et al.* 1994) en condiciones de luz normal durante 2 h a temperatura ambiente.

Tratamientos. A la semilla (Figura 1A) se le realizó la escarificación mecánica alrededor, excepto en el ápice y la base, con la finalidad de desgastar parcialmente su testa (Figura 1B) después se realizó estratificación, imbibición o muesca para completar cada tratamiento. En la Figura 1C y D se muestra la semilla totalmente expuesta sin testa solo para conocimiento. Los tratamientos quedaron de la siguiente manera: T1, escarificación mecánica + estratificación a 5 °C durante 120 h; T2, escarificación mecánica + imbibición durante 12 h; T3, escarificación mecánica + un corte en la base de la semilla (se consideró como base de la semilla al extremo del eje embrional de donde emerge la radícula (Figura 1E) y T4, testigo sin tratamiento (Figura 1A).

Diseño experimental: Se utilizó un diseño de bloques al azar, cuyo modelo estadístico es $Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$: μ media general, t_i efecto del i-ésimo tratamiento, β_j efecto del j-ésimo bloque, ε_{ij} error experimental en la unidad experimental del i-ésimo tratamiento del j-ésimo bloque. Los bloques consistieron en cuatro árboles: bloque 1 (árbol 1), bloque 2

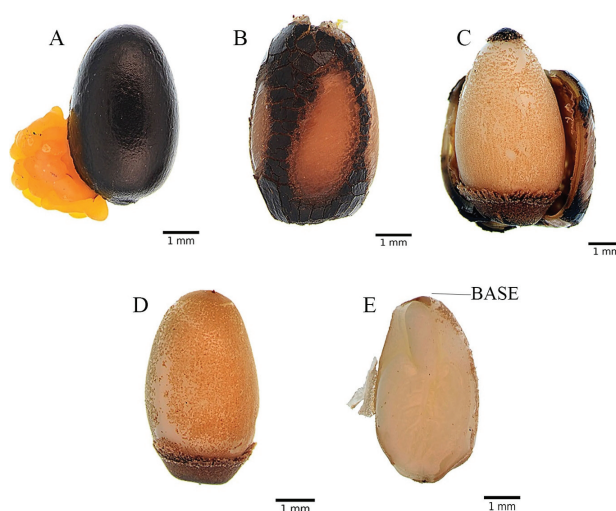


Figura 1. A. Semilla con carúncula amarillo-anaranjada. B. Escarificación mecánica con lija en la testa. C. Escarificación mecánica con lija y fracturación de la testa después de la imbibición. D. Exposición de la semilla sin testa. E. Embrión y hojas cotiledonares de *C. pentadactylon*.

(árbol 2), bloque 3 (árbol 3), bloque 4 (árbol 4) con cuatro tratamientos (T1, T2, T3, T4) aleatorizados dentro de cada bloque. Se utilizaron charolas germinadoras hasta completar 800 cavidades, divididas en 4 bloques de 200 semillas, cada bloque se dividió en 4 lotes de 50 semillas para separar los tratamientos. La unidad experimental consistió en 50 semillas por tratamiento.

Siembra. La siembra se realizó en junio de 2016 a 1 cm de profundidad en charolas de germinación, se sembró una se-

Tabla 2. Peso promedio de cien semillas (g), por árbol, recolectadas en el ejido Carrizal de Bravo, Guerrero, México. DE desviación estándar, CV coeficiente de variación.

Repeticiones	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
1	3.3938	2.9932	2.9143	2.8631
2	3.4088	2.8939	2.8827	2.948
3	3.3824	2.8411	2.8861	2.9043
4	3.3681	2.9723	2.9332	2.9105
5	3.4421	2.8766	2.9441	2.9305
6	3.4246	2.8341	2.9271	2.9550
7	3.4358	2.9185	2.9043	2.9436
8	3.4209	2.8562	2.9669	2.9142
9	3.363	2.8655	2.8388	2.9527
10	3.4448	2.8068	2.9837	2.9799
Promedio	3.40843	2.88582	2.91812	2.93018
Varianza	0.00091163	0.00360409	0.0018267	0.00110058
DE	0.03019319	0.06003404	0.04273996	0.03317492
CV	0.00885839	0.02080311	0.0146464	0.0113218

milla por cavidad, en una mezcla de sustrato comercial: turba (60 %), agrolita (20 %) y vermiculita (20 %), se aplicó un riego con Captán (1 g L⁻¹) para prevenir el ataque de hongos. Se aplicó riego con una piseta cada tercer día. Se cuantificó el número de semillas germinadas cada 24 h durante 44 días. La velocidad de germinación se calculó de la siguiente manera:

Valor de germinación (VG).- Una expresión de la velocidad y totalidad de la germinación. $VG = VP \times GMD$. VP (valor pico) es el valor máximo, es decir, el punto donde la germinación acumulada dividida por el número de días de la prueba es mayor. La GMD es el “número promedio de semillas que germinan por día del periodo de prueba real” (Czabator 1962, González-Zertuche & Orozco-Segovia, 1996).

Análisis estadísticos. Se realizó el análisis de normalidad para el porcentaje de germinación mediante la prueba de Shapiro-Wilk, se verificó la homogeneidad de varianza con la gráfica de residuales vs. predichos. Se hizo el análisis de varianza (ANAVA) con el procedimiento GLM (SAS, 2004). Se utilizó la prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) en un diseño de bloques completamente al azar.

Resultados

Contenido de humedad y peso de mil semillas. En general, el contenido de humedad fue menor a 10 %, las semillas del bloque 1 presentaron el mayor porcentaje de contenido de humedad (9.91 %), seguido del bloque 2 (8.81 %), bloque 4 (7.91 %) y finalmente el bloque 3 (7.66 %), para los cuatro bloques (árboles) el promedio del contenido de humedad fue de 8.57 %. El promedio de número de semillas por kilogramo es de 33,097. Las semillas del bloque 1 presentaron el mayor peso de semilla (Tabla 3).

Viabilidad. En los cuatro árboles la viabilidad fue del 100 %. En las semillas se observó que el embrión presentó un color rojo.

Germinación, velocidad de germinación y germinación media diaria. Se graficó el porcentaje final de germinación en

cada tratamiento, en la Figura 2 se muestra el efecto de los tratamientos pregerminativos (T1, T2, T3 y T4). Se puede observar que el bloque 1 y el bloque 3 tuvieron altos porcentajes de germinación con los tratamientos 1, 2 y 3. En los bloques 1 y 2 los tratamientos tuvieron un comportamiento similar: el T1 tuvo mayor porcentaje de germinación, seguido del T2, luego el T3 y al final el testigo (T4). En el bloque 3 el T2 superó al T1 y al T3. El bloque 3 y el bloque 4 se comportaron de manera más uniforme, sin embargo, el bloque 4 tuvo menor porcentaje de germinación con los tratamientos, respecto a los otros bloques. Las gráficas de germinación acumulada por intervalos de tiempo se muestran en la Figura 3, donde se observa la máxima capacidad de germinación y el tiempo en que se alcanza (días) y además el momento en que germinó la primera semilla. En la Tabla 4 se detalla la germinación media diaria GMD, velocidad de germinación VG, valor máximo en que ocurre la germinación VM y el día en que ocurre el valor máximo de germinación DVM. Se puede observar que la germinación inició 8 días después de la siembra y a los 44 días después de la siembra se mantuvo constante.

Análisis estadísticos. De acuerdo con el análisis de varianza ($p < 0.0001$), se encontraron diferencias significativas entre

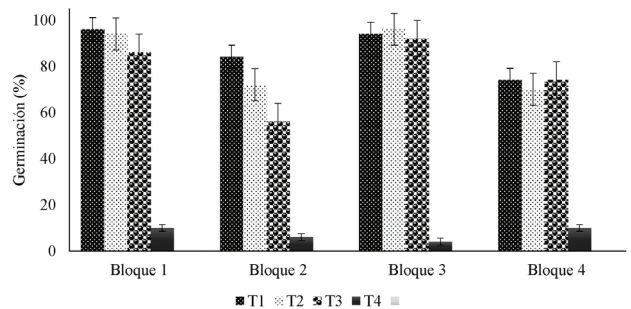


Figura 2. Capacidad germinativa o porcentaje de germinación de *C. pentadactylon*. Escarificación mecánica + estratificación en frío a 5 °C durante 5 días (T1), escarificación mecánica + imbibición durante 12 h (T2), escarificación + corte en la base de la semilla (T3), testigo (T4).

Tabla 3. Contenido de humedad, peso de mil semillas y número de semillas por kg. C.H. contenido de humedad. DE desviación estándar, CV coeficiente de variación.

Bloque	C. H. (%)	Peso de mil semillas (g)	Número de semillas por kg
1	9.91	34.08	29,339
2	8.81	28.85	34,652
3	7.66	29.18	34,269
4	7.91	29.3	34,128
Promedio	8.5725	30.3525	33,097
Varianza	1.03895833	6.211425	6,325,711.333
DE	1.01929306	2.492273059	2,515.096685
CV	0.11890266	0.082110965	0.075991682

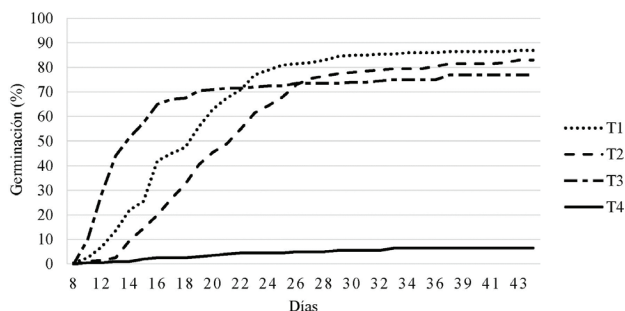


Figura 3. Curvas de la germinación acumulada, T1 escarificación mecánica seguida de estratificación en frío a 5 °C durante 5 días, T2 escarificación mecánica + imbibición durante 12 h. T3 escarificación mecánica + corte en la base de la semilla, T4 testigo.

los tratamientos utilizados, el T1 tuvo el mayor valor de germinación (87 %), en segundo lugar, el T2 (83 %), en tercer lugar el T3 (77 %). El testigo (T4) obtuvo el valor más bajo con 7.5 % de germinación (Tabla 5), el promedio de germinación para los 4 bloques es de 63.62 %. Posteriormente se realizó una prueba de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para conocer al mejor tratamiento, sin embargo, con los resultados obtenidos de la prueba de medias se puede utilizar cualquiera de los tratamientos pregerminativos T1, T2 o T3 para conseguir un porcentaje de germinación superior a 77 %, que fue el porcentaje de germinación del tratamiento 3 (Figura 4).

Discusión

Contenido de humedad y peso de mil semillas. En los cuatro bloques el contenido de humedad fue menor a 10 % lo que sugiere que la latencia estaba totalmente establecida, es decir, la cubierta seminal o testa endurecida se vuelve impermeable al agua o intercambio de gases, esta cubierta además de proteger al embrión puede preservar las semillas con bajo contenido de humedad durante largo tiempo (Varela & Arana 2011). Baskin & Baskin (2014) reportan que cuando

Tabla 4. Porcentaje de germinación (PG), valor máximo (VM), día en que ocurre el valor máximo (DVM), germinación media diaria (GMD) y velocidad de germinación (VG) de semillas de *C. pentadactylon* por tratamiento (T).

T	PG	VM	DVM	GMD	VG
1	87	3.34	23	1.97	6.57
2	83	2.8	26	1.88	5.2
3	77	3.94	17	1.75	6.8
4	7.5	0.2	22	0.17	> 0.03
Promedio	63.625	2.57	22	1.4425	6.19
Var	1,416.89583	2.7132	14	0.7278	0.7483
DE	37.6416768	1.647179	3.74166	0.8531	0.865
CV	0.59161771	0.640926	0.17008	0.5914	0.1397

Tabla 5. Análisis de varianza para el porcentaje de germinación de árboles y tratamientos. Blo: bloques, Trat: tratamientos, GL: Grados de libertad.

Fuente	GL	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > F
Blo	3	334.9	4.52	0.0339
Trat	3	5,667.6	76.56	< 0.001

el contenido de humedad se encuentra arriba de 14 % la cubierta puede llegar a ser permeable en semillas con latencia física. Aunque lo anterior no es una regla general, existe una relación estrecha entre la impermeabilidad de la testa y el bajo contenido de humedad de la semilla.

Los inhibidores de la germinación en las testas imponen la latencia fisiológica de las semillas, ya que las deja en un estado de baja actividad metabólica disminuyendo su deterioro (Baskin *et al.* 2008), lo cual resulta conveniente para las semillas de la manita, ya que éstas se encuentran en un ambiente expuesto a bajas temperaturas (bosque mesófilo de montaña) durante el invierno, lo que resultaría perjudicial para la germinación de las semillas en caso de que no tuvieran este tipo de latencia, de esta forma se asegura la viabilidad de la semilla aún después del invierno. El bloque 1 mostró el mayor contenido de humedad, esto pudo deberse a las condiciones ecológico-ambientales presentes en el lugar de recolecta o a las características del árbol, con aspectos fenotípicos diferentes, por ejemplo, las semillas del bloque 4 (árbol 4) provienen de un individuo sobremaduro (100 cm de diámetro y 35 m de altura). Las semillas de *C. pentadactylon* son ortodoxas y el promedio del contenido de humedad de los 4 bloques fue de 8.57 %, menor al reportado (9.38 ± 0.9) por Osuna-Fernández *et al.* (1997).

Viabilidad de la semilla. En este estudio se observó que después de seis meses de almacenamiento a temperatura ambiente, las semillas del árbol de las manitas permanecieron viables. De acuerdo con Osuna-Fernández *et al.* (1997), las semillas son ortodoxas y mantienen su viabilidad a través del tiempo. Este trabajo difiere de la investigación de García & Perales (1990) quienes reportaron que la pérdida de

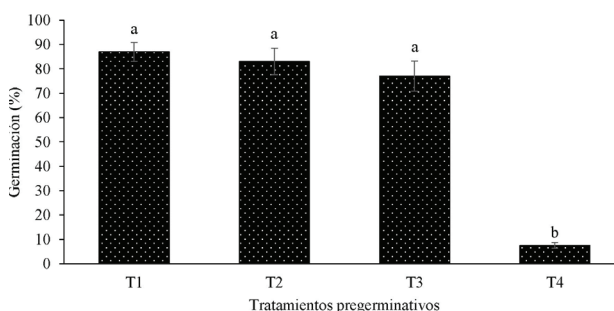


Figura 4. Germinación de semillas de *C. pentadactylon*. Escarificación mecánica seguida de estratificación en frío a 5 °C durante 5 días (T1), escarificación mecánica + imbibición durante 12 h (T2), escarificación mecánica + corte en la base de la semilla (T3), testigo (T4).

la viabilidad en las semillas almacenadas se comportó de la siguiente manera: al primer mes de almacenamiento germinaron 10 % de las semillas que estuvieron almacenadas en frío y 12 % de las que se almacenaron a temperatura ambiente; a los dos meses, sólo germinó 2 % de las que fueron almacenadas en frío y 4% de las semillas que se almacenaron a temperatura ambiente, y a partir del tercer mes, no germinaron las semillas, por lo que dichos autores sugieren que éstas pierden rápidamente su viabilidad. En el trabajo de García & Perales (1990) las semillas fueron recolectadas en San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México, sin embargo, están subestimando la respuesta germinativa puesto que no realizaron tratamientos pregerminativos; en su primera siembra con semillas recién recolectadas obtuvieron un alto porcentaje de germinación en vermiculita (74 %) y en suelo de vivero (39 %). Otro factor importante para mantener la viabilidad de la semilla es tener una cantidad aceptable de árboles padres, por lo cual, cuando se comercializan las flores es difícil conseguir semilla, afortunadamente no es el caso del ejido Carrizal de Bravo, Guerrero, ya que existe una cantidad aceptable de árboles que favorecen la reproducción natural de la especie por semillas; así como la presencia de fauna silvestre que realiza la polinización cruzada (Toledo 1975).

Germinación, velocidad de germinación y germinación media diaria. El incremento en el porcentaje de germinación después de la aplicación de los tratamientos confirma la presencia de latencia física en las semillas de *C. pentadactylon*. De acuerdo con la descripción de Hartmann *et al.* (2011) la semilla tiene latencia primaria exógena, causada por una modificación de la cubierta de la semilla, donde la capa exterior se vuelve impermeable al agua. El porcentaje de germinación obtenido, en los cuatro bloques fue menor a la viabilidad, es importante recordar que no siempre coincide la germinación con la viabilidad de la semilla ya que la germinación, además de la viabilidad, está influenciada por la latencia de la semilla y el tamaño del embrión (Bonner *et al.* 1994), así como por factores bioclimáticos: temperatura, luz, gases y la humedad del suelo (Hartmann *et al.* 2011). En esta especie es necesario realizar la escarificación mecánica antes de realizar la siembra ya que el tipo de latencia no permite la entrada de compuestos químicos. Por otro lado, para la variable velocidad de germinación se observó que en los cuatro árboles, el T3 (escarificación + corte en la base de la semilla) fue más eficiente.

Osuna-Fernández *et al.* (1997) mencionan que el incremento en la capacidad germinativa (porcentaje de germinación) conforme transcurre el tiempo indica que las semillas de *C. pentadactylon* presentan también una latencia endógena para evitar la germinación hasta después del invierno. Generalmente, el rompimiento de la latencia en semillas con latencia física en condiciones naturales y artificiales (excepto mecanismos de escarificación) se ha asumido que implica la formación de una grieta en una estructura anatómica de la semilla o fruto a través de la cual el agua se desplaza hacia el embrión. La escarificación seguida de un corte en la base de la semilla (T3) aceleró la entrada de agua en la

semilla para iniciar el proceso de germinación, permitiendo que dicho tratamiento tenga mayor velocidad de germinación (VG). De acuerdo con Taylor *et al.* (1999) la velocidad de germinación aumenta en forma directa con la temperatura, respondiendo a fluctuaciones estacionales y cotidianas, por lo que en este estudio la velocidad de germinación se favoreció con la temperatura del invernadero mayor a 30 °C durante el día y menor a 16 °C durante la noche.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada y al ejido Carrizal de Bravo, Guerrero, por donar el germoplasma utilizado.

Literatura citada

- Alemán PJA. 2010. *Lecitinas de la flor de manita (Chiranthodendron pentadactylon) purificación y su función vaso relajadora*. M.C. Tesis, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Alía R, Agúndez D, Alba N, González SC, Soto A. 2003. Variabilidad genética y gestión forestal. *Ecosistemas* 3: 1-7.
- Baskin JM, Baskin CC, Xiaojie L. 2008. Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. *Plant Species Biology* 15: 139-152.
DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1442-1984.2000.00034.x>
- Baskin CC, Baskin JM. 2014. Germination ecology of seeds with physical dormancy. *En: Baskin CC, Baskin JM, eds. Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of dormancy and germination*. San Diego: Elsevier Sciences, 145-185. ISBN: 0124166830, 9780124166837
- Bewley JD, Bradford KJ, Hilhorst HWM, Nonogaki H. 2013. *Seeds Physiology of development, germination and dormancy*. New York: Springer. ISBN: 978-1-4614-4692-7; DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4693-4>
- Bonner FT, Vozzo JA, Elam WW, Land SB Jr. 1994. *Tree seed technology training course*. General Technical Report SO-107. New Orleans, Louisiana: United States Department of Agriculture, Forest Service.
- Chanfón KS. 2007. Flor de manita: una manita para el corazón y los nervios. *Biodiversitas* 74: 13-15.
- Czabator FJ. 1962. Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science* 8: 386-96. DOI: <https://doi.org/10.1093/forestscience/8.4.386>
- Fernández-Pérez J, Jiménez-Artacho C, Fonfría-Díaz J. 2008. El árbol de las manitas ¿ejemplar único? *Fuentes Humanísticas* 20: 21-35.
- García E. 2004. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. México DF: Serie libros. Instituto de Geografía-UNAM. ISBN: 970-32-1010-4
- García-Franco JG, Perales-Rivera H. 1990. Nota sobre la propagación y pérdida de viabilidad de las semillas de *Chiranthodendron pentadactylon* Larr. (Sterculiaceae). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 50: 157-159.
DOI: <https://doi.org/10.17129/botsoci.1387>
- González-Zertuche L, Orozco-Segovia A. 1996. Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo:

- Manfreda Brachystachya. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **58**: 15-30.
DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1484>
- Hartmann HT, Kester DE, Davies FT, Geneve RL. 2011. Hartmann & Kester's *Plant propagation: principles and practices*. Prentice Hall.
- ISTA [International Seed Testing Association]. 2019. *International Rules for Seed Testing*. Zurich, Switzerland: Seed Science & Technology. ISBN: 3906549275
DOI: <https://doi.org/10.15258/istarules.2019.F>
- Osuna-Fernández R, Laguna-Hernández G, Brechú-Framcp A, Orozco-Segovia A. 1997. Germinación de *Chiranthodendron pentadactylon* Larr. (Sterculiaceae), en respuesta a la escarificación, temperatura y luz. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **60**: 5-14.
DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1515>
- SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059- 2010. Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio –Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, Segunda sección, 30 de diciembre de 2010.
- Taylor JP, Wester DB, Smith LM. 1999. Soil disturbance, flood management, and riparian Woody plant establishment in the Rio Grande floodplain. *Wetlands* **19**: 372-382.
DOI: <https://doi.org/10.1007/BF03161769>
- Toledo VM. 1975. *Chiranthodendron pentadactylon* Larreategui (Sterculiaceae): una especie polinizada por aves percheras. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **35**: 59-67. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1153>
- Varela SA, Arana V. 2011. Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. *Sistemas Forestales Integrados*. **3**: 1-10.
- Vázquez-Yanes C, Orozco-Segovia A. 1993. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. *Annual Review of Ecology and Systematics* **24**: 69-87.
DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.24.110193.000441>

Editor de sección: Salvador Arias.

Contribución de los autores: MAM realizó el experimento en invernadero, registró y analizó los datos de germinación. VMCA consiguió los recursos y apoyó en el análisis de los datos del artículo. JJM apoyó en la obtención del germoplasma y revisión del escrito. MÁLL aportó ideas para mejorar el proyecto y revisión del escrito. HGR apoyó en la prueba de viabilidad y revisión del documento. EUM apoyó para realización de tratamientos pregerminativos y revisión del escrito. AGE apoyó en la selección de tratamientos de escarificación y estratificación y revisión del artículo.