

# RUPTURA DE LATENCIA FÍSICA EN SEMILLAS DE

## *Caesalpinia platyloba* S. WATSON

Bardo Heleodoro Sánchez-Soto, Elizabeth Pacheco-Aispuro, Álvaro Reyes-Olivas, Gabriel Antonio Lugo-García, Pedro Casillas-Álvarez y Carlos Patricio Saucedo-Acosta

### RESUMEN

Se informa el efecto de la escarificación en la ruptura de latencia física de semillas de *Caesalpinia platyloba* S. Watson cosechadas en setiembre 2011 en El Realito, El Fuerte, Sinaloa, México. Bajo un diseño completamente al azar se aplicaron ocho tratamientos pregerminativos con tres repeticiones: control ( $T_1$ ), lija ( $T_2$ ), inmersión en  $H_2SO_4$  por 1min ( $T_3$ ), 3min ( $T_4$ ), 5min ( $T_5$ ) y 10min ( $T_6$ ), imbibición en agua caliente a 60°C durante 5min ( $T_7$ ) y 10min ( $T_8$ ). El tiempo inicial de germinación (TIG), tiempo medio de germinación ( $t_{50}$ ), porcentaje inicial de germinación (PIG) y porcentaje final de germinación (PFG) se evaluaron con el análisis de varianza de una vía o Kruskal-Wallis, según la normalidad de datos, mientras que la separa-

ción de medias fue con Tukey al 5% o la prueba de Wilcoxon (5%), de manera respectiva. El TIG,  $t_{50}$  y PIG no mostraron diferencias significativas entre métodos de escarificación ( $P>0,05$ ), en contraste con el PFG que registró diferencias significativas ( $P<0,05$ ) entre tratamientos. La frotación de las semillas con lija induce el mayor porcentaje de germinación (98,9%), mientras que el menor porcentaje lo arroja la inmersión en  $H_2SO_4$  por 1min con 6,7%. Los hallazgos indican que la abrasión de la testa con lija es un eficiente método para obtener altas tasas de germinación de semillas de la especie, lo que tiene relevancia para la producción de plántulas que pudieran ser utilizadas en el repoblamiento del bosque tropical caducifolio sinaloense.

### Introducción

Las semillas de leguminosas posean latencia física ocasionada por la testa dura, lignificada e impermeable, condición que les permite permanecer viables en su medio natural (Janzen, 1981; Catalán y Balzarini, 1992). Una alternativa para la ruptura de este tipo de latencia es la escarificación de las semillas mediante tratamientos pregerminativos físicos o químicos (Baskin y Baskin, 1998), lo que incrementa las tasas de germinación de especies que habitan el bosque tropical caducifolio (Godínez-Álvarez y Flores-Martínez, 1999; Hernández-Vargas *et al.*, 2001), entre ellas, *Caesalpinia platyloba* S. Watson

(Godínez-Álvarez y Flores-Martínez, 1999; Soriano *et al.*, 2011, 2014).

La escarificación mecánica consiste en la fricción de cualquier material abrasivo sobre la semilla; por lo general, se emplea desde papel de lija hasta arena gruesa (Atencio *et al.*, 2003), siendo el método de mayor relevancia (Ngulube, 1989; Atencio *et al.*, 2003; Rossini-Oliva *et al.*, 2006; Sañudo-Torres *et al.*, 2009). El desgaste de la testa de las semillas de especies del género *Caesalpinia* mediante lijado ha sido evaluado por Ngulube (1989), quien registró 100% de germinación en *Caesalpinia velutina* Standl. Porcentaje semejante informan Rossini-Oliva

*et al.* (2006) en *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze, mientras que Ortega-Baes *et al.* (2001) obtuvieron 44,67% de semillas germinadas en *Caesalpinia paraguariensis* (D. Parodi) Burkart. Por su parte, Álvarez-Aquino *et al.* (2014) cortaron la testa de las semillas de *Caesalpinia cacalaco* Humb. & Bonpl. logrando un 98,5% de germinación.

La escarificación química se aplica por medio de la exposición de las semillas a líquidos corrosivos (p.ej. ácido sulfúrico o clorhídrico concentrados) como ha sido informado en distintas leguminosas (Ngulube, 1989; Rossini-Oliva *et al.*, 2006; Rodríguez-Espejo, 2008). En el caso del género *Caesalpinia*, la

aplicación de  $H_2SO_4$  en semillas de *C. velutina* estimulan la germinación hasta un 100% al ser inmersas por 10 o 20 min (Ngulube, 1989). Las semillas de *C. spinosa* y *C. barahonensis* Urb. Alcanzan el 100% de germinación si son tratadas por 15min (Rossini-Oliva *et al.*, 2006), y las semillas de *C. platyloba* sumergidas por 30min también incrementan su germinación (Soriano *et al.*, 2011).

La escarificación física no mecánica, el ablandamiento de la testa de la semilla por medio de la inmersión en agua caliente, también influye en la ruptura de latencia física de las semillas de las Fabaceae (Atencio *et al.*, 2003; Razz y Clavero, 2003; Sánchez-Paz y

**PALABRAS CLAVE / Bosque Tropical Caducifolio / *Caesalpinia platyloba* / Noroeste de Sinaloa / Palo Colorado / Semilla Dura / Tratamientos Pregerminativos /**

Recibido: 02/06/2015. Modificado: 22/08/2016. Aceptado: 23/08/2016.

**Bardo Heleodoro Sánchez-Soto.** Biólogo, Universidad de Occidente (UdeO), México. M.C. y Doctor en Botánica, Colegio de Postgraduados (COLPOS), México. Profesor, Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), México. Dirección: Facultad de Agricultura

del Valle del Fuerte, UAS. Calle 16 y Avenida Japariqui. C.P. 81110. Juan José Ríos, Ahome, Sinaloa, México. e-mail: bardo-sanchez@hotmail.com  
**Elizabeth Pacheco-Aispuro.** Bióloga, UdeO, México.  
**Álvaro Reyes-Olivas.** Doctor en Ciencias en Botánica, COLPOS,

México. Profesor-Investigador, UAS, México.  
**Gabriel Antonio Lugo-García.** Doctor en Ciencias en Entomología y Acarología, COLPOS, México. Profesor-Investigador, UAS, México.  
**Pedro Casillas-Álvarez.** Maestro en Ciencias en Tecnología de

Semillas, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México. Profesor-Investigador, UAS, México.  
**Carlos Patricio Saucedo-Acosta.** Maestro en Ciencias en Fisiología Vegetal, COLPOS, México. Profesor UAS, México.

## BREAKING PHYSICAL DORMANCY OF *Caesalpinia platyloba* S. WATSON SEEDS

Bardo Heleodoro Sánchez-Soto, Elizabeth Pacheco-Aispuro, Álvaro Reyes-Olivas, Gabriel Antonio Lugo-García, Pedro Casillas-Álvarez and Carlos Patricio Saucedo-Acosta

### SUMMARY

The effect of scarification in ending physical dormancy of *Caesalpinia platyloba* S. Watson seeds, harvested in September 2011 in El Realito, El Fuerte, Sinaloa, Mexico, is informed. Eight pre-germination treatments were arranged in a randomized complete design with three replicates: control ( $T_1$ ), sandpaper ( $T_2$ ), immersion in  $H_2SO_4$  for 1min ( $T_3$ ), 3min ( $T_4$ ), 5min ( $T_5$ ) and 10min ( $T_6$ ), soaking in hot water at 60°C during 5min ( $T_7$ ) and 10min ( $T_8$ ). Initial germination time (IGT), mean germination time ( $t_{50}$ ), initial germination percentage (IGP) and final germination percentage (FGP) were evaluated with one-way ANOVA or Kruskal-Wallis. Mean comparison was carried

out with the Tukey or the Wilcoxon test at 5%. The IGT,  $t_{50}$  and IGP did not show significant difference between scarification methods ( $P > 0.05$ ), while FGP registered significant differences ( $P < 0.05$ ) between treatments. Seed friction with sandpaper induces the highest germination percentage (98.9%), while the lowest percentage (6.7%) corresponds to immersion in  $H_2SO_4$  for 1min. Results indicate that abrasion of the seed coat with sandpaper is an efficient method to obtain high rates of germination of seeds of this species, which has relevance for the production of seedlings that could be used in the reforestation of the tropical deciduous forest of Sinaloa.

## RUPTURA DE LATÊNCIA FÍSICA EM SEMENTES DE *Caesalpinia platyloba* S. WATSON

Bardo Heleodoro Sánchez-Soto, Elizabeth Pacheco-Aispuro, Álvaro Reyes-Olivas, Gabriel Antonio Lugo-García, Pedro Casillas-Álvarez e Carlos Patricio Saucedo-Acosta

### RESUMO

Informa-se o efeito da escarificação na ruptura de latência física de sementes de *Caesalpinia platyloba* S. Watson plantadas em setembro de 2011 no El Realito, El Fuerte, Sinaloa, México. Sob um desenho completamente aleatório se aplicaram oito tratamentos pré-germinativos com três repetições: controle ( $T_1$ ), lixa ( $T_2$ ), imersão em  $H_2SO_4$  por 1min ( $T_3$ ), 3min ( $T_4$ ), 5min ( $T_5$ ) e 10min ( $T_6$ ), embebição em água quente a 60°C durante 5min ( $T_7$ ) e 10min ( $T_8$ ). O tempo inicial de germinação (TIG), tempo médio de germinação ( $t_{50}$ ), porcentagem inicial de germinação (PIG) e porcentagem final de germinação (PFG) foram avaliados utilizando a análise de variância de uma via ou Kruskal-Wallis, segundo a normalidade de dados, enquanto que a separação de médias

foi com Tukey ao 5% ou a prova de Wilcoxon (5%), de maneira respectiva. O TIG,  $t_{50}$  e PIG não mostraram diferenças significativas entre métodos de escarificação ( $P > 0,05$ ), em contraste com o PFG que registrou diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre tratamentos. A abração das sementes com lixa induz à maior porcentagem de germinação (98,9%), enquanto que a menor porcentagem corresponde à imersão em  $H_2SO_4$  por 1 min com 6,7%. As descobertas indicam que a abrasão da testa com lixa é um eficiente método para obter altas taxas de germinação de sementes da espécie, o qual tem relevância para a produção de plântulas que puderam ser utilizadas no repovoamento da floresta tropical caducifolia de Sinaloa, México.

Ramírez-Villalobos, 2006). Las semillas de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. y *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnston. sometidas a tratamientos pregerminativos con agua caliente (86-90°C) alcanzan hasta 72% de germinación (Hernández-Vargas *et al.*, 2001). Las semillas de *Peltophorum pterocarpum* inmersas en agua a 80°C durante 10min germinan en un 82% (Atencio *et al.*, 2003) y las semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit bajo iguales condiciones germinan en un 91,5% e inician su germinación al cuarto día después de la siembra (Sánchez-Paz y Ramírez-Villalobos, 2006).

*Caesalpinia platyloba*, denominada 'palo colorado', 'coral' o

'frijolillo', es una especie representativa del bosque tropical caducifolio de México. Ha sido utilizada para distintos fines, entre ellos como madera, forraje, cerca viva, postes, varas, sombrero, purga para animales y almacenamiento de carbono (Bautista-Hernández y Torres-Pérez, 2003; Sosa-Rubio *et al.*, 2004; Nava-Cruz *et al.*, 2007; Román-Miranda *et al.*, 2007; Díaz-Gustavo, 2011; Rendón-Carmona *et al.*, 2013). Su aprovechamiento ha ocasionado su tala inmoderada y con ello la pérdida de poblaciones que difícilmente se restablecerán. Esta investigación informa los tratamientos pregerminativos más efectivos para romper la latencia física de las semillas como una alternativa para contribuir a la conservación y manejo de la especie.

## Materiales y Métodos

### Descripción de la especie

El palo colorado es un árbol o arbusto de 4 a 8m de alto con hojas bipinnadas, flores amarillas y fruto de 6-13cm de largo. Las semillas de color café verdoso tienen forma suborbicular-lenticular y miden de 7-8mm de diámetro. La especie habita principalmente en la costa del Pacífico de México, desde Sonora hasta Oaxaca (Shreve y Wiggins, 1964; Martínez, 1979).

### Material biológico

Las semillas se obtuvieron de frutos maduros cosechados, en setiembre 2011, de poblaciones silvestres en El Realito, municipio El Fuerte, Sinaloa, México. Las

semillas se extrajeron de los frutos y se almacenaron en bolsas de papel estraza en el Herbario FAVF de la Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte, Universidad Autónoma de Sinaloa, bajo temperatura ambiente (~25°C) y humedad relativa <50%, hasta dar inicio con los ensayos de germinación.

### Localización del sitio de cosecha de frutos

El municipio El Fuerte se localiza al noroeste del estado de Sinaloa, entre 108°16'47" y 109°04'42"O y entre 25°53'29" y 26°38'47"N. La altitud varía de 80m en valles hasta 1000msnm en la serranía. Las condiciones climáticas son variables, desde sitios con clima cálido subhúmedo hasta zonas secas-semicálidas.

El período de lluvias es de julio a octubre y la precipitación media anual es de 564mm; la temperatura promedio es de 25°C, con máximas de 46°C en verano y mínimas de 4°C. El tipo de vegetación es bosque tropical caducifolio al noroeste y suroeste y matorral sarco-crasicaule al oeste (Castillo-Osuna, 2005).

#### Ensayos de germinación y métodos de escarificación

Bajo un diseño completamente al azar se evaluó el efecto de la escarificación en la ruptura de la latencia física de las semillas de palo colorado mediante el registro de la germinación en tres repeticiones por tratamiento. Se aplicaron ocho tratamientos pregerminativos: control (T<sub>1</sub>), lija (T<sub>2</sub>), inmersión en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 1min (T<sub>3</sub>), 3min (T<sub>4</sub>), 5min (T<sub>5</sub>) y 10min (T<sub>6</sub>), imbibición en agua caliente a 60°C durante 5min (T<sub>7</sub>) y 10min (T<sub>8</sub>). La unidad experimental estuvo representada por 30 semillas que se sembraron en cajas Petri de 8cm de diámetro, sobre toallas absorbentes (marca FAPSA) humedecidas con 5ml de agua destilada. Antes de efectuar los ensayos de germinación, las semillas se desinfectaron de manera superficial por 1min en solución fungicida Captan 50, marca BRAVOAG. Los ensayos de germinación y ruptura de latencia se realizaron en el Laboratorio de Química, Universidad de Occidente, Unidad Los Mochis, Sinaloa, a temperatura constante de 27 ±1°C y con fotoperiodo de 12h provisto por una lámpara de luz fluorescente de 22W.

#### Análisis de los datos

A diario se llevó al cabo el recuento de semillas germinadas por un periodo de ocho días después de la siembra, tiempo en que se estabilizó el número de semillas germinadas. El criterio para considerar una semilla germinada es la emergencia de la radícula, esto es, cuando alcanza 1-2mm de largo. En cada unidad experimental se estimó el porcentaje final de germinación (PFG) en relación al número de semillas colocadas en cada repetición. Además se calculó el

tiempo inicial de germinación (TIG), día en que germinó la primera o primeras semillas, porcentaje inicial de germinación (PIG) como la proporción de semillas germinadas en el TIG y tiempo medio de germinación (t<sub>50</sub>) de acuerdo con Ellis y Roberts (1978), periodo en que se alcanza el 50% de las semillas germinadas.

Las variables TIG, t<sub>50</sub>, PIG y PFG se sometieron a pruebas de normalidad con el estadístico de Shapiro y Wilk (1965). Las variables que mostraron normalidad en sus datos se sometieron al análisis de varianza de una vía y la separación de medias se realizó con la prueba de intervalos studentizados de Tukey al 5%. En contraste, a las variables no ajustadas a la distribución normal, aun transformando los datos, se le aplicó ANOVA no paramétrico de Kruskal-Wallis; el estadístico de prueba es una aproximación a la  $\chi^2$  de Pearson, con un nivel de significancia de 5%, mientras que para demostrar diferencias significativas entre métodos de escarificación se utilizó la prueba de Wilcoxon para todos los pares posibles de tratamientos. El análisis estadístico de la información se efectuó con ayuda de los procedimientos UNIVARIATE, GLM y NPARIWAY del programa SAS v. 9.2 (SAS, 2009).

#### Resultados

##### Tiempo inicial de germinación (TIG)

No hubo diferencias significativas (P<0,05, ANOVA Kruskal-Wallis) en el tiempo inicial de germinación. No obstante, se observa que los métodos de escarificación adelantan el TIG. Las semillas frotadas con lija inician su germinación después de 24h de ser sembradas, mientras que en el control ello ocurre a los 2,7 días (Tabla I).

##### Tiempo medio de germinación (t<sub>50</sub>)

El tiempo medio de germinación (t<sub>50</sub>) no mostró diferencias significativas entre los tratamientos de escarificación (F=

2,26, P>0,05; ANOVA de una vía). El menor valor se alcanza en semillas frotadas con lija a los 2,1 días, mientras que el mayor ocurre en semillas del control a los 4,1 días (Tabla II).

##### Porcentaje inicial de germinación (PIG)

Esta variable no difiere de manera significativa entre métodos de escarificación (P>0,05, ANOVA Kruskal-Wallis); el mayor porcentaje es de 30,0% en semillas lijadas y el menor es de 3,3% para las semillas del control (Tabla III).

##### Porcentaje final de germinación (PFG)

Se tienen diferencias significativas entre los tratamientos de

escarificación ( $\chi^2= 17,0367$ , P<0,05); la frotación de las semillas con lija inducen el mayor porcentaje de germinación con 98,9% mientras que el menor porcentaje lo arroja la inmersión en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> durante 1min con 6,7% (Tabla IV).

El porcentaje acumulado de germinación de semillas de *Caesalpinia platyloba* que se alcanzó por día después de aplicar un método de escarificación se representa en la Figura 1. En la Figura la se observa que las semillas de los tratamientos de lija y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 10min dan inicio en su germinación al primer día después de su siembra y alcanzan su máximo porcentaje de germinación al día 4. La Figura 1b muestra el resto de métodos de escarificación: las semillas empiezan a germinar al día 1 o 2,

TABLA I  
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA KRUSKAL-WALLIS DEL TIEMPO INICIAL DE GERMINACIÓN (TIG) DE *C. platyloba* Y SEPARACIÓN DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS CON LA PRUEBA DE WILCOXON

Variable/ Modelo de ANOVA	P	Tratamientos	Media (días) ±ES
TIG/ Kruskal-Wallis $\chi^2= 12,2951$	>0.05	Control	2,7 ±0,33 a
		Lija	1,0 ±0,00 a
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1min	2,3 ±0,33 a
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 3min	2,3 ±0,33 a
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 5min	2,0 ±0,58 a
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 10min	1,7 ±0,33 a
		Agua caliente (60°C) 5min	2,0 ±0,00 a
		Agua caliente (60°C) 10min	2,7 ±0,33 a

Las diferencias entre medias son estadísticamente significativas cuando tienen letras diferentes.

TABLA II  
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA DEL TIEMPO MEDIO DE GERMINACIÓN (t<sub>50</sub>) DE *C. platyloba* Y SEPARACIÓN DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS CON LA PRUEBA DE TUKEY PARA INTERVALOS STUDENTIZADOS AL 5%

Variable/ Modelo de ANOVA	P	Tratamientos	Media (días) ±ES
t <sub>50</sub> / Modelo lineal F= 2,26	>0.05	Control	4,1 ±0,86 a
		Lija	2,1 ±0,23 a
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1min	2,8 ±0,17 a
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 3min	3,8 ±0,49 a
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 5min	2,8 ±0,46 a
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 10min	2,5 ±0,15 a
		Agua caliente (60°C) 5min	3,3 ±0,50 a
		Agua caliente (60°C) 10min	3,7 ±0,44 a

Las diferencias entre medias son estadísticamente significativas cuando tienen letras diferentes.



**TABLA III**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA**  
**KRUSKAL-WALLIS DEL PORCENTAJE**  
**INICIAL DE GERMINACIÓN (PIG) DE *C. platyloba***  
**Y SEPARACIÓN DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS**  
**CON LA PRUEBA DE WILCOXON**

Variable/ Modelo de ANOVA	P	Tratamientos	Media (%) ±ES
PIG/ Kruskal-Wallis $\chi^2=11,9020$	>0,05	Control	3,3 ±0,00
		Lija	30,0 ±6,67
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1min	4,4 ±1,13
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 3min	5,6 ±1,13
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 5min	6,7 ±1,93
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 10min	21,1 ±9,10
		Agua caliente (60°C) 5min	7,8 ±2,94
Agua caliente (60°C) 10min	7,8 ±2,94		

Las diferencias entre medias son estadísticamente significativas cuando tienen letras diferentes.

**TABLA IV**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA**  
**KRUSKAL-WALLIS DEL PORCENTAJE FINAL DE**  
**GERMINACIÓN (PFG) DE *C. platyloba* Y SEPARACIÓN**  
**DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS CON**  
**LA PRUEBA DE WILCOXON**

Variable / Modelo de ANOVA	P	Tratamientos	Media (%) ±ES
PFG/ Kruskal-Wallis $\chi^2=17,0367$	<0,05	Control	7,8 ±2,94 a
		Lija	98,9 ±1,10 b
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1min	6,7 ±1,93 a
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 3min	12,2 ±4,00 a
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 5min	11,1 ±2,94 a
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 10min	52,2 ±4,00 c
		Agua caliente (60°C) 5min	13,3 ±1,93 a
Agua caliente (60°C) 10min	14,4 ±1,13 a		

Las diferencias entre medias son estadísticamente significativas cuando tienen letras diferentes.

mientras que se logra su máximo por ciento de germinación hasta el día 7, excepto en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 5min que es a los cuatro días y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 1min que ocurre a los cinco días.

## Discusión

En este estudio se demostró que los métodos de escarificación mecánica y química influyen en la ruptura de la latencia de las semillas de *Caesalpinia platyloba*, probablemente por propiciar el ablandamiento de la testa de las semillas, lo que permitiría la entrada de agua e intercambio de gases, factores requeridos para el inicio del proceso germinativo. Los resultados aquí consignados concuerdan con los obtenidos por Godínez-Álvarez y Flores-Martínez (1999), Hernández-Vargas *et al.* (2001), Ortega-Baes

*et al.* (2001), Sánchez-Paz y Ramírez-Villalobos (2006) y Soriano *et al.* (2011).

El mejor tratamiento pregerminativo resultó ser la escarificación mecánica por medio de la abrasión de la testa de las semillas con lija, con un porcentaje final de germinación de 98,9%, como también se ha demostrado en otras leguminosas, entre ellas *Enterolobium cyclocarpum*, *Pithecellobium dulce* y *Prosopis laevigata*, especies del bosque tropical caducifolio de la Sierra de Manantlán, que alcanzan hasta el 98% de germinación cuando sus semillas son sometidas a este método de escarificación (Hernández-Vargas *et al.*, 2001). Un efecto similar se registra en semillas de *Peltophorum pterocarpum* (DC.) Backer ex K. Heyne, que alcanzan 92% de germinación (Atencio *et al.*,

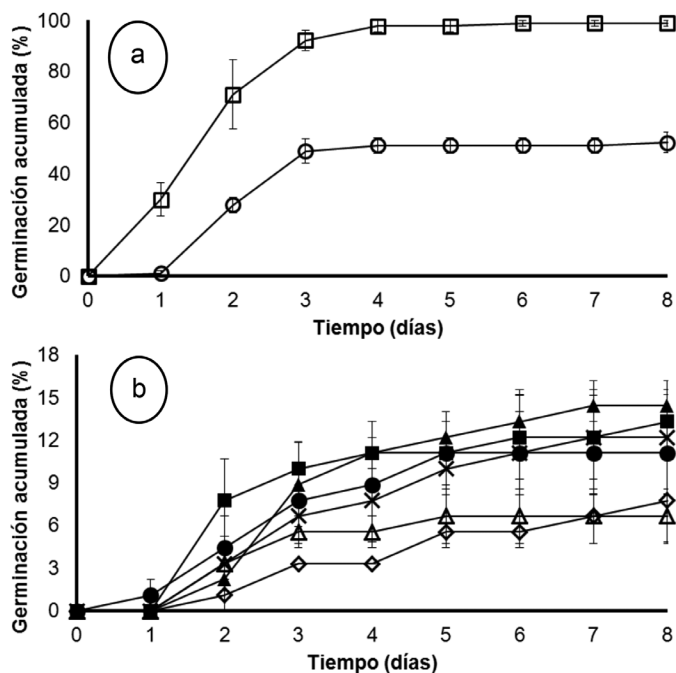


Figura 1. Porcentaje acumulado de semillas de *Caesalpinia platyloba* S. Watson que germinó por día después de aplicar escarificación; a: tratamientos con mayor porcentaje de semillas germinadas, lija (□) y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 10min (○), b: porcentaje de germinación en el resto de métodos, control (◇), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 1min (Δ), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 3 min (x), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 5min (●), agua caliente (60°C) durante 5min (■) y agua caliente (60°C) durante 10min (▲).

2003), mientras que en las semillas de *Olneya tesota* A. Gray, la abrasión de la testa acelera la velocidad de germinación (se inicia a los seis días) e incrementa el porcentaje de germinación (70%) a los ocho días después de la siembra (Sañudo-Torres *et al.*, 2009). El lijado de la testa de las semillas en especies del género *Caesalpinia* ha sido evaluado por Ngulube (1989), quien registró 100% de germinación en *C. velutina*, porcentaje semejante al obtenido en *C. spinosa* por Rossini-Oliva *et al.* (2006) y contrario a lo informado por Ortega-Baes *et al.* (2001), quienes obtuvieron 44,67% de semillas germinadas en *C. paraguariensis* con este tratamiento pregerminativo.

Aun cuando no se registran diferencias significativas entre los métodos de escarificación mecánica o química ( $P>0,05$ ) en el tiempo inicial de germinación (TIG), el tiempo medio de germinación ( $t_{50}$ ) y el porcentaje inicial de germinación (PIG) de las semillas de palo colorado, la fricción con lija estimula que el

proceso germinativo de inicio al primer día después de la siembra con un 30% y acelera el  $t_{50}$  a los 2,1 días. Los resultados para el TIG son semejantes a los obtenidos por Soriano *et al.* (2011) quienes aplicaron la escarificación con ácido sulfúrico al 98% por 30min, encontrando que las semillas de palo colorado inician a germinar a los 1,97 ±0,15 días y alcanzan alrededor del 48% de germinación en un periodo de 14 días. En contraste, se ha registrado que las semillas de *C. spinosa* pretratadas con ácido sulfúrico concentrado por 20min germinan a partir de los 15 días después de la siembra cuando son incubadas a 10°C, pero si se colocan a 20 o 30°C ocurre a los cuatro días (Rodríguez-Espejo, 2008). El PIG de 30% y el  $t_{50}$  a los 2,1 días pueden explicar la capacidad de las semillas de *C. platyloba*, una vez que es rota la latencia física, para iniciar al mismo tiempo el proceso germinativo y alcanzar el 50% de semillas germinadas en un periodo corto de tiempo que asegure la supervivencia de un mayor

número de plántulas durante la estación de lluvias, cómo se ha valorado en cactáceas que habitan ambientes secos y muy secos (Dubrovsky, 1996; Sánchez-Soto *et al.*, 2005, 2010).

## Conclusión

Los métodos de escarificación aplicados a las semillas de *Caesalpinia platyloba* resultaron ser efectivos en la ruptura de la latencia física; en particular, la abrasión con lija y la aplicación de ácido sulfúrico concentrado por 10min, debido a que probablemente reducen el grosor de las testas de las semillas de la especie. La escarificación mecánica (lijado de semillas) es el mejor tratamiento pregerminativo debido a que incrementa el porcentaje inicial de semillas germinadas y el porcentaje final de germinación, y al mismo tiempo reduce el tiempo de inicio de germinación y acelera el tiempo medio de germinación, lo que tiene relevancia para la producción de plántulas que pudieran ser utilizadas en el repoblamiento del bosque tropical caducifolio sinaloense.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad de Occidente, Unidad Los Mochis, por facilitar el Laboratorio de Química, donde se realizó los ensayos de germinación y la aplicación de los métodos de escarificación.

## REFERENCIAS

- Álvarez-Aquino C, Barradas-Sánchez L, Ponce-González O, Williams-Linera G (2014) Soil seed bank, seed removal, and germination in a seasonally dry tropical forest in Veracruz, Mexico. *Bot. Sci.* 92: 111-121.
- Atencio L, Colmenares R, Ramírez-Villalobos M, Marcano D (2003) Tratamientos pregerminativos en acacia San Francisco (*Peltophorum pteracarpum*) Fabaceae. *Rev. Fac. Agron.* 20: 63-71.
- Baskin JM, Baskin CC (1998) *Seeds, Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press. San Diego, CA, EEUU. 666 pp.
- Bautista-Hernández J, Torres-Pérez JA (2003) Valoración económica del almacenamiento de carbono del bosque tropical del ejido Noh Bec, Quintana Roo, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 9: 69-75.
- Castillo-Osuna M (2005) *Enciclopedia de los municipios de México*. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Sinaloa. <http://www.mexicotenoch.com/gobernadores/sinaloa/ELFUERTE.htm>
- Catalán L, Balzarini M (1992) Improved laboratory germination condition for several arboreal *Prosopis* species: *P. chilensis*, *P. flexuosa*, *P. nigra*, *P. alba*, *P. caldenia* and *P. affinis*. *Seed Sci. Technol.* 29: 293-298.
- Díaz-Gustavo N (2011) *Factibilidad técnica y económica mediante modelos de predicción de la plantación extensiva de Palo colorado (Caesalpinia platyloba), para el mercado de bonos de carbono en el Norte de Sinaloa*. Tesis. Instituto Politécnico Nacional. Guasave, México. 86 pp.
- Dubrovsky JG (1996) Seed hydration memory in Sonoran Desert cacti and its ecological implication. *Am. J. Bot.* 83: 624-632.
- Ellis RH, Roberts EH (1978) Towards a rational basis for testing seed quality. En Hebblethwaite PD (Ed.) *Seed Production*. Butterworth. London, RU. pp. 605-636.
- Godínez-Álvarez H, Flores-Martínez A (1999) Germinación de semillas de 32 especies de plantas de la costa de Guerrero: su utilidad para restauración ecológica. *Polibotánica* 11: 1-19.
- Hernández-Vargas G, Sánchez-Velásquez LR, Aragón F (2001) Tratamientos pregerminativos en cuatro especies arbóreas de uso forrajero de la sierra baja caducifolia en la sierra de Manantlán. *Foresta Veracruzana* 3: 9-15.
- Janzen DH (1981) *Enterolobium cyclocarpum* seed passage rate and survival in horses, Costa Rican Pleistocene seed dispersal agents. *Ecology* 62: 593-601.
- Martínez M (1979) *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas*. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 1247 pp.
- Nava-Cruz Y, Maass-Moreno M, Briones-Villareal O, Méndez-Ramírez I (2007) Evaluación del efecto de borde sobre dos especies del bosque tropical caducifolio de Jalisco, México. *Agrociencia* 41: 111-120.
- Ngulube MR (1989) Seed germination, seedling growth and biomass production of eight central-conditions in Zomba, Malawi. *For. Ecol. Manage.* 27: 21-27.
- Ortega-Baés P, De Viana ML, Larenas G, Saravia M (2001) Germinación de semillas de *Caesalpinia paraguariensis* (Fabaceae) agentes escarificadores y efecto del ganado. *Rev. Biol. Trop.* 1: 301-304.
- Razz R, Clavero T (2003) Efecto de la escarificación, remojo y tiempos de almacenamientos sobre la germinación de *Pithecellobium dulce*. *Rev. Fac. Agron.* 20: 180-187.
- Rendón-Carmona H, Martínez-Yrizar A, Maass JM, Pérez-Salicrup DR, Búrquez A (2013) La extracción selectiva de vara para uso hortícola en México: Implicaciones para la conservación del bosque tropical caducifolio y sus recursos. *Botanical Sciences* 91: 493-503.
- Rodríguez-Espejo MR (2008) Influencia de la temperatura en la germinación de semillas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze "taya" de cuatro localidades del Departamento La Libertad, Perú. *Arnaldia* 15: 87-100.
- Román-Miranda ML, Mora-Santacruz A, Carvajal-Hernández S, Ochoa-Ruiz H (2007) Especies forestales con diversidad de usos en un bosque tropical caducifolio de la comunidad indígena de Tomatlán, Jalisco, México. *Cienc. Inv. Forest.* (Nº extraord): 183-193.
- Rossini-Oliva S, Valdés B, Andrés MC, Márquez-Campona F, Bueso-López M (2006) Germinación de las semillas en algunas especies americanas de Fabaceae y Bignoniaceae cultivadas en Sevilla (SO España). *Lagascalia* 26: 119-129.
- Sánchez-Paz Y, Ramírez-Villalobos M (2006) Tratamientos pregerminativos en semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. *Rev. Fac. Agron.* 23: 257-272.
- Sánchez-Soto BH, García-Moya E, Terrazas T, Reyes-Olivas A (2005) Efecto de la hidratación discontinua sobre la germinación de tres cactáceas del desierto costero de Topolobampo, Ahome Sinaloa. *Cact. Sucul. Mex.* 50: 4-10.
- Sánchez-Soto BH, Reyes-Olivas A, García-Moya E, Terrazas T (2010) Germinación de tres cactáceas que habitan la región costera del Noroeste de México. *Interciencia* 35: 299-305.
- Sañudo-Torres RR, Vázquez-Peñate P, Armenta-López C, Azpiroz-Rivero HS, Campos-Beltrán C, Ibarra-Ceceña M, Félix-Herrán JA (2009) Tratamientos pregerminativos en semillas de palo fierro (*Olneya tesota* A. Gray) y propagación en sustrato en sustrato de composta de lirio acuático (*Eichhornia crassipes*). *Raximhai* 5: 329-333.
- SAS (2009) *SAS/STAT User's Guide Release 9.2*. SAS Institute, Inc., Cary, NC, EEUU. 7869 pp.
- Shapiro SS, Wilk MB (1965) An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika* 52: 591-611.
- Shreve F, Wiggins IL (1964) *Vegetation and Flora of the Sonoran Desert*. Vol. I y II. Stanford University Press. Stanford, California. EEUU. 1740 pp.
- Soriano D, Orozco-Segovia A, Márquez-Guzmán J, Kitajima K, Gamboa-de Buen A, Huante P (2011) Seed reserve composition in 19 tree species of a tropical deciduous forest in Mexico and its relationship to seed germination and seedling growth. *Ann. Bot.* 107: 939-951.
- Soriano D, Huante P, Gamboa-deBuen A, Orozco-Segovia A (2014) Effects of burial and storage on germination and seed reserves of 18 tree species in a tropical deciduous forest in Mexico. *Oecologia* 174: 33-44.
- Sosa-Rubio EE, Pérez-Rodríguez D, Ortega-Reyes L, Zapata-Buenfil G (2004) Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Téc. Pecu. Méx.* 42: 129-144.