

# Efecto de la escarificación de semillas en la germinación de dos especies de *mammillaria*

MARÍA DEL CARMEN NAVARRO CARBAJAL\*, GABRIELA CERVANTES OLIVERA Y JESÚS OMAR LÁZARO CASTELLANOS

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.

(\*)Email: mcnavarr@siu.buap.mx

## RESUMEN

*Mammillaria hamata* y *Mammillaria sphaelata* son dos especies de cactáceas de forma globosa que se distribuyen en Puebla, México. La extracción de plantas y la ganadería han disminuido sus poblaciones. Es necesaria la obtención de información sobre su reproducción para su conservación. Se comparó el porcentaje y la velocidad de germinación al aplicar tratamientos de escarificación: 1) ácido sulfúrico por 1,5 y 2 min, 2) agua a 50°C por 2 y 4 min, 3) Tween al 5% por 3 min, 4) ácido giberélico 0,240gr/100 ml y 5) temperatura de 4°C por una semana. No se observaron diferencias en la germinación de semillas al aplicar los tratamientos; sin embargo, entre especies resultó distinta. La mayor velocidad de germinación se observó con escarificación en ácido sulfúrico en *M. hamata* y con agua a 50°C en *M. sphaelata*. Palabras clave: cactus, escarificación, germinación, semillas, velocidad de germinación.

## ABSTRACT

*Mammillaria hamata* and *Mammillaria sphaelata* are two species of globular cacti that are distributed in Puebla and Oaxaca, Mexico. The extraction of plants and cattle rising has diminished their populations. Knowledge about their reproduction is thus necessary the obtaining for their conservation. Germination percentage and speed were compared when applying the following scarification treatments: 1) sulphuric acid for 1,5 and 2 min, 2) water at 50°C for 2 and 4 min, 3) Tween at 5% for 3 min, 4) giberelic acid 0,240gr/100 ml and 5) temperature at 4°C for one week. No differences were seen in the germination of each of the two species when applying the treatments. Germination between the species however was different. The highest germination speed was obtained when applying the sulphuric acid treatment to *M. hamata* and water to *M. sphaelata*.

Key words: cacti, germination, germination speed, scarification, seeds.

Las Cactáceas constituyen una de las familias más interesantes que habitan las regiones áridas y semiáridas de América debido a su gran número de adaptaciones para la escasez de agua que les permiten ser perennes en las condiciones extremas de su ambiente (Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes, 2000).

México es considerado el principal centro de diversificación y endemismo de cactáceas ya que el 27% de todos los géneros presentes en este país son endémicos y se reconocen por lo menos 570 especies nativas, de las cuales 430 son exclusivas (Oldfield, 1997).

El género *Mammillaria*, considerado como un grupo de plantas “raras” con rangos de distribución restringidos y poblaciones poco numerosas (Peters & Martorell, 2001), es el más rico en especies y formas dentro de la familia Cactaceae (Butterworth & Wallace, 2004). Está integrado por 166 especies y es catalogado como género casi endémico de México ya que el 96% de las especies están presentes en el país y 90% son endémicas (Hernández & Godínez, 1994). Sin embargo, la sobreexplotación de este género ha ocasionado la disminución de sus poblaciones naturales. Por lo tanto es una prioridad la generación de conocimiento que permita la reproducción más eficiente de estas plantas para garantizar su conservación. Dichos estudios deberán estar enfocados en las etapas más críticas para la supervivencia de los individuos como son la germinación de semillas y el establecimiento de plántulas (Castillo, 2004).

Estudios de escarificación química de las semillas han mostrado que el uso de ácido giberélico puede incrementar el porcentaje de germinación en algunas cactáceas (Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes, 2000).

Las semillas de *Mammillaria zephyranthoides* requieren de un efecto de escarificación ácida para iniciar el proceso de germinación; el tratamiento con ácido sulfúrico aplicado por 1,5min es con el que se obtiene el mayor porcentaje de germinación (52%), en comparación con los tratamientos de agua a 50°C por 5min, agua a 50°C por 10min y temperaturas de 4 a 6°C por una semana cuyos porcentajes de germinación oscilaron entre 2-19%. Estos sugiere que las semillas posiblemente requieran pasar por el tracto digestivo de algún herbívoro para poder generar nuevas plántulas (Navarro & Juárez, 2006). No obstante, en especies como *Mammillaria pectinifera* y *Ferocactus robustus* los tratamientos de escarificación (ácido sulfúrico por 1, 1,5 y 3 min, agua a 50°C por 5 y 10 min), estimuladores de germinación (ácido giberélico) e inhibidores de letargo (temperatura baja 4°C por una semana) no favorecen la germinación. Por el contrario la mejor germinación se registro en las semillas que no fueron escarificadas (Navarro & Deméneghi, 2007; Navarro & González, 2007). En lo que respecta a la velocidad de germinación, se ha registrado que semillas de *Ferocactus histrix* germinan entre el cuarto, quinto y sexto día posteriores al sembrado (Del Castillo, 1986). En *Mammillaria magnimamma* la germinación comienza a al octavo día y su porcentaje es del 50% en 6 días (Quijas, 1999).

*Mammillaria hamata* (Figura 1a) es una especie endémica de Puebla y en una población localizada en Los Ángeles Tetela se registró una densidad de 0.0055 individuos/m<sup>2</sup> debido a factores como la extracción de plantas en floración y al pisoteo por el ganado, lo que dificulta el reclutamiento de nuevas plantas (Castillo, 2004). *Mammillaria sphacelata* (Figura 1b)

presenta una distribución restringida a la reserva de Tehuacan-Cuicatlan, en los estados de Puebla y Oaxaca (Guzmán *et. al.*, 2007), es una especie poco estudiada y con un tradicional uso ornamental (Arias *et. al.*, 2001).

El presente trabajo tiene como propósito comparar el porcentaje y la velocidad de germinación de *M. hamata* y *M. sphacelata* al someterlas a diferentes tratamientos de escarificación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó de Febrero a Julio de 2008. Las semillas de *M. hamata* y *M. sphacelata* empleadas en las pruebas de germinación se obtuvieron del banco de semillas del Laboratorio de Ecología Vegetal de la Escuela de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Las semillas fueron colectadas originalmente en el 2006 de las plantas de la Colección de Cactáceas y Suculentas de Puebla “Helia Bravo-Hollis” perteneciente a la misma institución.

Las semillas de ambas especies se sometieron a los siguientes tratamientos: I.- Testigo II.- Ácido sulfúrico por 1,5 min, III.- Ácido sulfúrico por 2 min, IV.- Agua a 50°C por 2 min, V.- Agua a 50°C por 4 min, VI.- Tween al 5% por 3 min, VII.- Ácido giberélico (0,240gr/100 ml de “Biogib” por 2 min) y VIII.- Temperatura (4°C por una semana).

Se utilizó un diseño factorial de bloques al azar con tres réplicas por tratamiento, se usaron cinco semillas por réplica (120 semillas por especie). Las semillas se sumergieron en una solución de hipoclorito de sodio (Cloralex) al 70% durante 3 min, después se enjuagaron en agua destilada por 1 min y se les aplicó el tratamiento correspondiente. Se enjuagaron nuevamente en agua destilada y se introdujeron en una solución de 1 gr/20 ml de fungicida (Captan) durante 2 min para evitar la proliferación de hongos. Se sembraron con ayuda de pinzas en charolas de plástico de 28x17 cm, las cuales contenían 500 gr de sustrato constituido por tierra de hoja, cacahuatillo y peat moss en proporción 2:1:1. El sustrato fue esterilizado previamente en horno de microondas durante 10 min. Las charolas fueron cubiertas con un plástico transparente para permitir la creación de un microambiente húmedo. El experimento se desarrolló en el invernadero de la Colección de Cactáceas y Suculentas de Puebla “Helia Bravo-Hollis” de la Escuela de Biología BUAP. Durante 19 semanas las charolas se revisaron diariamente y se registró el número de semillas que germinaron. El sustrato se regó a capacidad de campo cada tercer día. A los datos de germinación obtenidos como porcentajes, se les realizó una transformación angular (Arcosen) para cubrir los supuestos de normalidad y se llevó a cabo un análisis de varianza con el paquete estadístico *Statistica ver. 6*. Se calculó el índice de velocidad de germinación de Scott mediante la fórmula:  $IG = \sum (n_i t_i) / N$ , donde  $n_i$  es el número de semillas germinadas al día  $i$ ,  $t_i$  son los días transcurridos desde el inicio del experimento hasta el día  $i$ , y  $N$  es el número total de semillas germinadas. De acuerdo con el índice, cuanto mayor sea el valor calculado, mayor habrá sido la velocidad a la que ocurrió la germinación de semillas (González-Zertuche & Orozco-Segovia, 1996; Álvarez, *et al.*, 2004).

## RESULTADOS

Los porcentajes de germinación variaron sólo entre especies. En *M. hamata* las semillas escarificadas con ácido sulfúrico/2 min y sumergidas en Tween/3 min registraron el valor más alto (100 %) que excede a los obtenidos para el Testigo y agua 50°C/4 min (90 %), el menor porcentaje de germinación (68%) se observó al someter las semillas a 4°C/1 semana (Figura 2).

Para *M. sphaelata* los mayores porcentajes se obtuvieron al escarificar las semillas en agua 50°C/2 y 4 min (92%) y en ácido sulfúrico/1,5 min (83%); estos fueron superiores a los registrados en el testigo (78%); mientras que en las semillas a las que se les aplicó ácido giberélico sólo se observó un 55% de germinación (Figura 3).

El análisis de datos mostró que los tratamientos de escarificación no afectaron la germinación de las semillas en *M. hamata* y *M. sphaelata* ( $F=1.7863$ ,  $p=.12449$ ), sin embargo, si existe variación entre especies ( $F=3.8563$ ,  $p=.05830$ ). La escarificación resultó más eficiente en *M. hamata* (figura 4) para todos los tratamientos a excepción de los de ácido sulfúrico por 1,5 min y agua a 50°C por 2 min.

Los valores más altos en la velocidad de germinación de *M. hamata* se presentaron en los tratamientos de ácido sulfúrico por 1,5 y 2 min (32,2) y el menor en agua a 50°C por 4 min (23,5). Para *M. sphaelata* la mayor velocidad se registró en agua a 50°C por 4 min (32,4) y la menor (18,6) en ácido giberélico (Figura 5).

## DISCUSIÓN

La germinación de todos los tratamientos a los que fueron sometidas las semillas de *M. hamata* se presentó a la segunda y tercera semana de la siembra, mientras que en *M. sphaelata* se registró a la cuarta semana. Estos resultados difieren de los encontrados en *M. hamata* (Castillo, 2004), *F. robustus* (Navarro & González, 2007) y *F. histrix* (Del Castillo, 1986) donde la germinación comienza al terminar la primera semana. El mayor porcentaje de simientes germinadas de *M. hamata* se obtuvo al sumergir las semillas en ácido sulfúrico y Tween. Esto es consistente con los porcentajes registrados de *M. haageana* y *M. ruestii* con tratamientos de escarificación en ácido sulfúrico y ácido sulfúrico + nitrato de potasio, respectivamente (Genis, 2002). Mientras que en *M. sphaelata* se obtuvo al escarificar las semillas en agua 50°C. En contraste, *F. robustus* y *M. zephyranthoides* registran menor porcentaje de germinación en agua 50°C (Navarro & González, 2007; Navarro & Juárez, 2006).

La interrupción del letargo de la semilla puede inducirse si es sometida a condiciones desfavorables o abrasivas como escarificación mecánica, química (a través del tracto digestivo de vertebrados), frío o calor intenso, entre otras. Cuando ocurren las condiciones propicias la germinación se lleva a cabo si se aplica agua (Bidwell, 1979).

En *M. hamata* el menor porcentaje de germinación se registró al someter las semillas a Temperatura 4°C/1 semana, esto sugiere que no son capaces de tolerar temperaturas extremas sin perder su capacidad de germinación. En contraste, las semillas de *F. robustus* no pierden su potencial de germinación en condiciones adversas (Navarro & González, 2007). Aunque el uso de ácido giberélico incrementa el porcentaje de germinación en cactáceas

(Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes, 2000), la aplicación de éste en *M. sphaclata* provocó un efecto negativo en el porcentaje de germinación. El uso de los diferentes tratamientos de escarificación no influye de manera significativa en los porcentajes de germinación y esta variación depende de la especie. Estos resultados son consistentes con los obtenidos en *M. haageana*, *M. ruestii* (Genis, 2002), *M. pectinifera* (Navarro & Deméneghi, 2007), *F. robustus* (Navarro & González, 2007), *Ferocactus latispinus*, *Cephalocereus chrysacanthus*, *Cephalocereus hoppenstedtii*, *Stenocereus stellatus* y *Wilcoxia viperina* (Álvarez & Montaña, 1997), donde no se aprecia diferencia en la germinación de semillas y sugiere que éstas no requieren del paso por el tracto digestivo de los herbívoros para germinar. Sin embargo, las diferencias observadas entre especies, sugiere que las semillas de *M. hamata* tienen mayor capacidad de germinación. Este resultado es consistente con lo registrado por Castillo (2002); por lo que son una buena opción para obtención de nuevos individuos.

La velocidad de germinación en *M. hamata* fue mayor en el tratamiento de escarificación con ácido sulfúrico; para *M. haageana* y *M. ruestii* el tratamiento de escarificación que presenta la mayor velocidad de germinación es el ácido sulfúrico + nitrato de potasio (Genis, 2002).

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

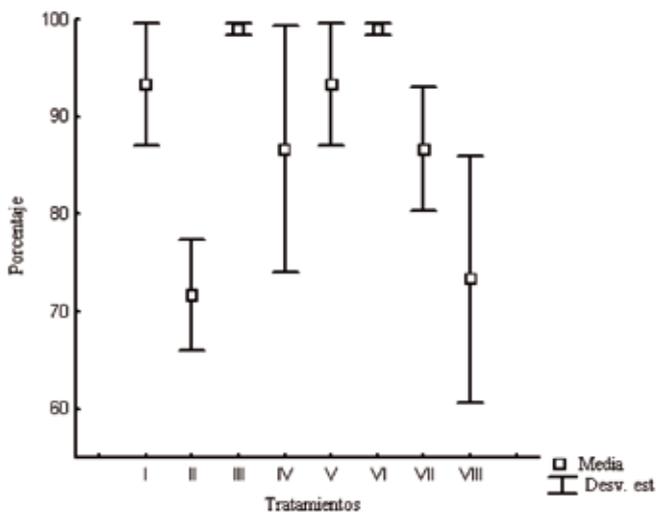
- Álvarez, M.G & C. Montaña. 1997. Germinación y supervivencia de cinco especies de cactáceas del Valle de Tehuacán: implicaciones para su conservación. *Act. Bot. Mex.*, 40: 43-58.
- Álvarez, R., H. Godínez – Álvarez., U. Guzmán & P. Dávila. 2004. Aspectos ecológicos de dos cactáceas mexicanas amenazadas: implicaciones para su conservación. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 75: 7-16.
- Arias A., M. T. Valverde & J. Reyes. 2001. Las plantas de la región de Zapotitlán Salinas, Puebla. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT, UNAM. 78 pp.
- Bidwell R.G.S. 1979. Fisiología vegetal. Edit. AGT 2a edición. México D.F.
- Butterworth, C.A & R.S. Wallace. 2004. Phylogenetic studies of *Mammillaria* (Cactaceae) insights from chloroplast sequence variation and hypothesis testing using the parametric bootstrap. *Am. Jour. Bot.* 91:1086-1098.
- Castillo, A.D. 2004. Estado actual de la población y fenología reproductiva de *Mammillaria hamata*, en la localidad de los Ángeles Tetela, Puebla. Tesis de Licenciatura. BUAP.
- Del Castillo, R. 1986. Semillas, germinación y establecimiento de *Ferocactus histrix*. *Cact. Suc. Mex XXXI* 3:5-23.
- Genis, M.F. 2002. Estudios sobre germinación y crecimiento de plántulas en *Mammillaria haageana* y *Melocactus ruestii*. Tesis de licenciatura. BUAP.
- González-Zertuche L. & Orozco- Segovia A. 1996. Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda brachystachya*. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 58:15-30.
- Guzmán U., S. Arias & P. Dávila. 2007. Catalogo de Cactáceas Mexicanas. UNAM-CONABIO. 315 pp.
- Hernández, M & H. Godínez. 1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. *Act. Bot. Mex.*, 26:33-52.

- Navarro, M.C & M.S. Juárez. 2006. Evaluación de algunos parámetros demográficos de *Mammillaria zephyranthoides* en Cuauhtinchán Puebla México. *Zon. Arid.* 10:74-83.
- Navarro, M.C & A.P. Deméneghi. 2007. Germinación de semillas y efecto de las hormonas en el crecimiento de *Mammillaria pectinifera*. *Zon. Arid.* 11:233-239.
- Navarro, M.C & E.M. González. 2007. Efecto de la Escarificación de Semillas en la Germinación y Crecimiento de *Ferocactus robustus* (Pfeiff.) Britton & Rose (Cactaceae). *Zon. Arid.* 11:95-105.
- Oldfield, S. 1997. *Cactus and other succulent plants: Status survey and conservation action plan*. IUCN/SSC Cactus and succulent Specialist Group. 214pp
- Peters, E & C. Martorell. 2001. Conocimiento y conservación de las Mammillarias endémicas del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. UNAM - Inst. Ecol. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. R166. México D. F.
- Quijas, S. 1999. Análisis demográfico por edades de *Mammillaria magnimamma* en el Pedregal de San Ángel. México. D.F. Tesis. UNAM. 87 pp
- Rojas-Aréchiga, M & C. Vázquez-Yanes. 2000. Cactus seed germination: a review. *Jour. of Arid Enviro.* 44: 85 – 104.

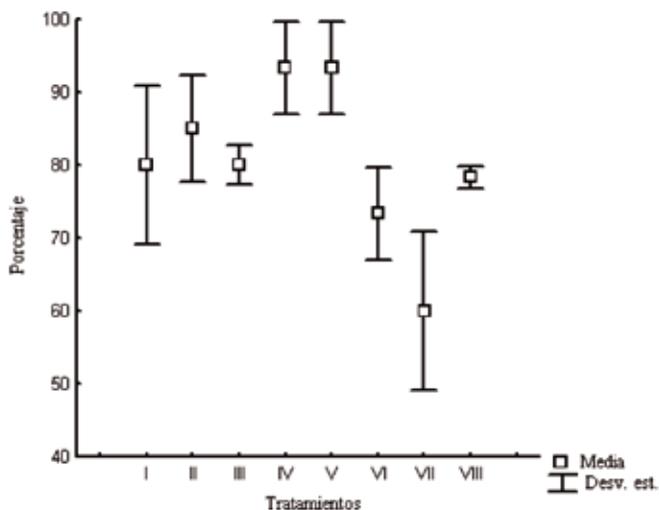


**Figura 1.** Ejemplar de *Mammillaria hamata* (a) y de *Mammillaria sphacelata* (b) en el invernadero de la Colección de Cactáceas y Suculentas de Puebla "Helia Bravo-Hollis" de la Escuela de Biología BUAP.

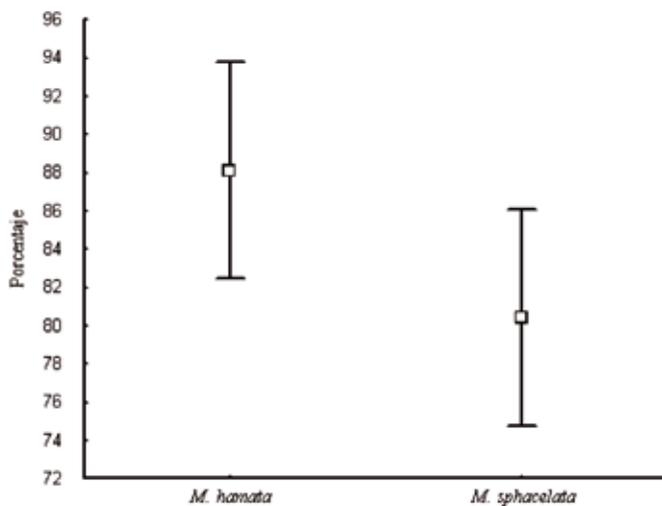




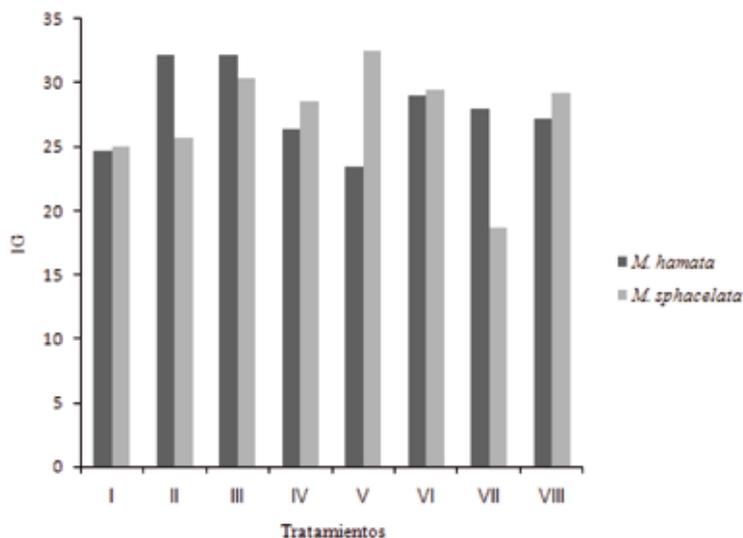
**Figura 2.** Porcentajes de germinación observados en *M. hamata* al aplicar los tratamientos de escarificación: I. Testigo, II. Ácido sulfúrico/1,5 min, III. Ácido sulfúrico/2 min, IV. Agua a 50°C/2 min, V. Agua a 50°C/4 min, VI. Tween, VII. Ácido giberélico y VIII. Temperatura 4°C/1 semana.



**Figura 3.** Porcentajes de germinación observados en *M. sphaelata* al aplicar los tratamientos de escarificación: I. Testigo, II. Ácido sulfúrico/1,5 min, III. Ácido sulfúrico/2 min, IV. Agua a 50°C/2 min, V. Agua a 50°C/4 min, VI. Tween, VII. Ácido giberélico y VIII. Temperatura 4°C/1 semana.



**Figura 4.** Porcentaje de germinación promedio registrados para las semillas de *M. hamata* y *M. sphacelata* con diferentes tratamientos de escarificación ( $F=3.85$   $p=.05$ )



**Figura 5.** Velocidad de germinación observada para las semillas de *M. hamata* y *M. sphacelata* al aplicar los tratamientos de escarificación: I. Testigo, II. Ácido sulfúrico/1,5 min, III. Ácido sulfúrico/2 min, IV. Agua a 50°C/2 min, V. Agua a 50°C/4 min, VI. Tween, VII. Ácido giberélico y VIII. Temperatura 4°C/1 semana.