

Aspectos sobre la germinación de *Myrtillocactus geometrizans*, *Stenocereus dumortieri* y *Echinocereus cinerascens*

Rojas-Aréchiga Mariana^{1*} & Mandujano María C¹

Resumen

En este trabajo se evaluó la capacidad germinativa y la respuesta fotoblástica de semillas de siete diferentes edades (20 días y hasta 13 meses de edad) de tres especies de cactáceas del estado de Hidalgo con el objetivo de determinar la longevidad de las semillas bajo condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente.

Los resultados indican que las semillas de las tres especies estudiadas son fotoblásticas positivas y el análisis de varianza realizado para cada una de las especies demuestra que no hay diferencias en la germinación de las semillas de diferentes edades para las tres especies estudiadas (*Stenocereus dumortieri*, *Echinocereus cinerascens* y *Myrtillocactus geometrizans*).

Este estudio demuestra que bajo condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente las semillas de las tres especies mantienen su longevidad potencial por al menos un año después de su colecta y que mantienen su comportamiento fotoblástico positivo ya que no se registró germinación en la oscuridad en semillas de diferentes edades para ninguna de las especies estudiadas.

Palabras clave: Cactaceae, fotoblastismo, longevidad, semilla.

Abstract

In this work we assessed the germination capacity and the photoblastic response of seeds of seven different ages (from 20 days to 13 months) of three species of cacti from the state of Hidalgo to determine seed longevity under room storage.

Results obtained demonstrate that seeds of the three studied species were positive photoblastic and that the analysis of variance done for each species demonstrated no significant differences in the germination of seeds of different ages for the three studied species (*Stenocereus dumortieri*, *Echinocereus cinerascens* and *Myrtillocactus geometrizans*).

This study demonstrates that under storage conditions at room temperature, seeds maintain their potential longevity for at least one year and seeds maintain their positive photoblastic behavior because no germination under darkness conditions was recorded for seeds of different ages.

Key words: Cactaceae, longevity, photoblastism, seed.

¹ Laboratorio Genética y Ecología, Depto. Ecología de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, 04510 México, D.F.

* Autor de correspondencia: mrojas@ecologia.unam.mx

Introducción

La germinación de semillas es una de las etapas más vulnerables del ciclo de vida de las plantas y está determinada por una combinación de factores abióticos, como la temperatura, luz y disponibilidad de agua, y también está regulada por factores genéticos. Entre los factores abióticos, la luz puede ser un requerimiento crucial para que ocurra la germinación y funciona como un indicador del tiempo y el espacio para el futuro establecimiento (Vázquez-Yanes *et al.* 1997).

De acuerdo con Côme (1970) las semillas se clasifican de acuerdo a su respuesta a la luz en tres tipos: 1) fotoblásticas positivas: cuando requieren de luz para germinar, 2) fotoblásticas negativas, cuando la luz inhibe la germinación y, 3) indiferentes, cuando las semillas germinan en la luz y en la oscuridad. El fotoblastismo positivo les confiere a las semillas la capacidad de formar bancos y les impide germinar cuando las condiciones no son propicias para su establecimiento. Particularmente para las cactáceas se ha demostrado que existen especies fotoblásticas positivas e indiferentes (Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes 2000) y esto ha sido demostrado por una gran cantidad de estudios con diversas especies de cactáceas con diferentes formas de crecimiento (Alcorn & Kurtz 1956; Mc Donough 1964; Rojas-Aréchiga *et al.* 1997, 2001, 2008; 2013; Benítez-Rodríguez *et al.* 2004; Flores *et al.* 2006; Ortega-Baes & Rojas-Aréchiga 2007; Guerrero *et al.* 2011).

En la última década el número de publicaciones concernientes a la germinación de semillas de cactáceas se ha incrementado considerablemente (p.e. Ramírez-Padilla & Valverde 2005; Hernández-Aguilar &

Collazo-Ortega 2007; Ortega-Baes & Rojas-Aréchiga 2007; Castillo Campohermoso & Navarro Carbajal 2008; Rojas-Aréchiga *et al.* 2008; Almeida *et al.* 2009; Meiado *et al.* 2010; Flores *et al.* 2011; Cheib & García 2012; Rojas-Aréchiga *et al.* 2013), y en estos trabajos se abordan principalmente los efectos que la temperatura, luz, ácido giberélico y tipo de sustrato tienen sobre la germinación. Sin embargo, la información concerniente a la longevidad de las especies de cactáceas bajo condiciones controladas y condiciones ambientales ha sido poco reportada. Algunos trabajos como el de Flores-Martínez *et al.* (2008) reportan una disminución significativa en la capacidad germinativa de las semillas de *Mammillaria oteroi* después de un año de edad. Por otro lado, Pascacio-Villafán & Ortega (2009) reportan que semillas de *Melocactus curvispinus* presentan porcentajes de germinación por arriba del 90% aún después de 26 meses de edad. Asimismo, Fearn (1977) reporta que semillas de 7 años de edad de *Coryphantha odorata*, tuvieron 100% de germinación, y que las semillas de 10 años de edad de *Ferocactus herrerae* y *F. emoryi* tuvieron porcentajes de germinación por arriba del 80%. Del Castillo (1986) menciona que las semillas de *F. histrix* mantienen una alta viabilidad por dos años y Flores *et al.* (2005) reportan que *Turbincarpus knuthianus* no mostró diferencias significativas entre semillas recién colectadas y semillas de más edad.

La longevidad se define como el periodo de tiempo en el que las semillas mantienen su viabilidad y es muy importante su determinación para estudios de conservación *ex situ*. Particularmente, la longevidad potencial se refiere a la capacidad que tienen las semillas de permanecer viables bajo



Salvador Arias.

FOTO 1. Individuos adultos de *Stenocereus dumortieri* (izq.) y *Myrtillocactus geometrizans* (der.).

condiciones de almacenamiento artificial (Vázquez-Yanes *et al.* 1997). Debido a la infraestructura que se requiere para el almacenamiento de semillas en condiciones óptimas, en la mayoría de los casos las semillas no pueden ser almacenadas bajo estas condiciones. Sin embargo, las semillas pueden almacenarse de manera subóptima bajo condiciones medianamente controladas y así las semillas pueden mantener su viabilidad por un tiempo determinado y/o completar con su periodo de postmaduración durante el cual el embrión concluye con su madurez fisiológica.

La pérdida de viabilidad de las semillas con el tiempo se debe a características intrínsecas y extrínsecas a la semilla las cuales

son particulares para cada especie. Son factores intrínsecos muy importantes la impermeabilidad y naturaleza de la testa, la cantidad de humedad que tiene la semilla al momento de ser diseminada y la composición de la misma, entre otros (Vázquez-Yanes *et al.* 1997). Además de que existe un componente genético. Como características extrínsecas, ya sea bajo condiciones naturales o de almacenamiento artificial, son muy importantes la temperatura y la humedad relativa.

Debido a la carencia de información acerca de la longevidad para especies silvestres y particularmente por la importancia que tienen los estudios de germinación para la familia Cactaceae es necesaria la generación

FOTO 2. Plantas adultas de *Echinocereus cinerascens*.

de información concerniente a estos aspectos para estudios de conservación *ex situ* e *in situ*.

Los objetivos de este estudio para tres especies de cactáceas del estado de Hidalgo, México fueron: 1) determinar la capacidad germinativa y la respuesta fotoblástica de las semillas de diferentes edades y, 2) determinar la longevidad de las semillas almacenadas por 13 meses a temperatura ambiente.

Material y métodos

Especies de estudio

***Myrtillocactus geometrizans* (Mart.) Console**
Plantas arborescentes, hasta de 4 m de alto. Tronco bien definido, corto, ramificación

abundante, ramas numerosas, de 6 a 10 cm de diámetro, de color verde azulado. Costillas 5 o 6, redondeadas, de 2 a 3 cm de alto. Areolas distantes entre sí 1.5 a 3 cm, lanosas, prolíferas. Espinas radiales y centrales muy diferentes, Espinas radiales generalmente 5, rojizas cuando jóvenes. Espina central muy grande, de 1 a 7 cm de largo. Flores en la parte superior de las areolas, pequeñas, de 2.5 a 3.5 cm de ancho, color blanco verdoso (Foto 1). Fruto pequeño de 1 a 2 cm de diámetro, globoso a elipsoide, moreno purpúreo sin espinas, comestible (Bravo-Hollis 1978). Distribución: Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Zacatecas (Guzmán *et al.* 2003).

***Stenocereus dumortieri* (Scheidw.) Buxb.**

Planta arborescente, candelabroforme, como de 5 a 6 cm de alto. Tronco bien definido, leñoso. Ramas erectas y ligeramente encorvadas hacia adentro, a veces angostándose hacia el ápice, de color verde azulado claro, con constricciones. Costillas 5 a 7. Areolas muy próximas, a veces confluentes. Espinas radiales, 9 a 11 o más, de 1 cm de largo. Espinas centrales, 1 a 4, hasta de 4 cm de largo. Flores en corona de 5 cm de largo y 3 cm de ancho, tubular infundibuliformes, abren de noche pero permanecen abiertas hasta el mediodía (Foto 1). Fruto oblongo, de 3 a 3.5 cm de largo, color anaranjado rojizo cuando maduro, carnosos, comestibles. Semillas pequeñas de 1.5 mm de largo, negras (Bravo-Hollis 1978).

Distribución: Aguascalientes, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Veracruz, Zacatecas (Guzmán *et al.* 2003).

***Echinocereus cinerascens* (DC) Lem.**

Plantas ramificadas, que comúnmente forman montículos de tallos postrados a erectos. Tallos cilíndricos, de color verde brillante, de hasta 30 cm de longitud y de 1.5 a 12 cm de diámetro. Costillas 5-12, espinas centrales 1-6, rosadas o naranjas y después café o blancas, de 4.5 cm de longitud. Espinas radiales 6-10, amarillentas a blanquecinas, de 1 a 3.5 cm de longitud (Foto 2). Flores funeliformes, de color magenta rosáceo, de 7-10 cm de longitud y de 6-12 cm de diámetro. Frutos espinosos, verdes, de sabor a fresa (Anderson 2001). Este autor reconoce tres subespecies: *cinerascens*, *septentrionalis* y *tulensis*.

Distribución: Distrito Federal, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas (Guzmán *et al.* 2003).

Experimentos de germinación

Se colectaron frutos de al menos 10 individuos

diferentes de cada una de las tres especies en mayo del 2011 en la misma localidad en el estado de Hidalgo. Se extrajeron las semillas de los frutos y se contó el número de semillas por fruto. Posteriormente, las semillas extraídas de cada fruto se revolviaron y se guardaron en bolsas de papel a temperatura ambiente (± 20 °C) de donde se fueron tomando al azar para realizar los experimentos de germinación para cada periodo de siembra (20 días, 3, 5, 7, 9, 11 y 13 meses de edad), y para cada tratamiento.

Para los experimentos de germinación las semillas se sembraron en cajas de petri con agar al 1%. Se sembraron cinco repeticiones con 25 semillas cada una. Las semillas se sembraron en cajas de petri con agar al 1% y se introdujeron en una cámara de germinación (Lab-Line 844L) a una temperatura constante de 25 °C y con un fotoperiodo de 12 h.

Se consideró una semilla germinada al emerger la radícula. Se registró la germinación cada dos días durante 30 días para los experimentos de luz y para los de oscuridad estos se registraron al final del experimento.

Se obtuvo el porcentaje final de germinación para cada tratamiento y para determinar si existen diferencias significativas en la germinación entre cada tratamiento, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para cada especie, previa transformación arcoseno de los datos obtenidos como porcentaje.

Resultados

El número de semillas por fruto se muestra en el cuadro 1.

Las especies *M. geometrizans* y *S. dumortieri* obtuvieron porcentajes de germinación por arriba del 60%, para todas las edades de las semillas (Fig.1).

Para la especie *E. cinerascens* no se obtuvo germinación en las semillas de 20 días de

edad y para todas las demás edades se obtuvo una germinación por debajo del 40% (Fig. 1).

Debido a que para *Echinocereus cinerascens* no se obtuvo germinación en las semillas de 20 días de edad, estos datos se eliminaron para realizar el ANOVA para esta especie.

El análisis de una vía realizado para cada una de las especies muestra que no existen diferencias significativas en la capacidad germinativa de semillas de diferentes edades para *S. dumortieri*, *E. cinerascens* y *M. geometrizans* ($F_{(6,21)} = 0.975$, $P = 0.465$; $F_{(5,18)} = 0.706$, $P = 0.627$, $F_{(6,21)} = 5.16$; $P = 0.002$, respectivamente).

Discusión

El promedio de semillas por fruto obtenido para cada especie es muy variable lo que concuerda con lo reportado por Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes (2000) para la familia Cactaceae. Inclusive, dentro del mismo género puede existir una gran variación en el número de semillas por fruto, por ejemplo, para *Stenocereus beneckeii* tenemos un promedio de 116.6 ± 146.5 ; $N = 26$, mientras que para *S. chrysocarpus* 1058.9 ± 293.4 ; $N = 10$ (Rojas-Aréchiga, datos no publicados).

Los resultados obtenidos de germinación demuestran que las especies *Myrtillocactus geometrizans* y *Stenocereus dumortieri* tienen semillas quiescentes, mientras que las semillas de *Echinocereus cinerascens* tienen

una latencia fisiológica no profunda que se “rompe” al poco tiempo de mantener las semillas en almacenamiento en seco a temperatura ambiente. La latencia fisiológica se caracteriza por un bloqueo en la extensión o crecimiento del embrión de la semilla y tiene tres niveles reconocidos por Nikolaeva (1969): no-profunda, intermedia y profunda. La latencia fisiológica no profunda puede romperse al agregarse ácido giberélico, nitrato de potasio, etileno o tiourea, con una exposición a altas temperaturas, con estratificación fría o tibia o por un periodo corto de almacenamiento en seco (Baskin & Baskin 1998). Este último ha sido reportado efectivo para el rompimiento de la latencia de muchas especies, entre ellas, *Achyranthes*, *Cerastium*, *Hymenoxys*, *Striga* y *Begonia* (Bewley & Black 1994; Baskin & Baskin 2001; Hu *et al.* 2012), y en cactáceas esto ha sido reportado para *Eriocereus bonplandii*, *Mammillaria zeilmanniana*, *Ferocactus latispinus* var. *spiralis* cuyas semillas aumentaron su porcentaje de germinación con la edad (Zimmer 1967, 1969b, 1980). Asimismo, en otros trabajos se menciona que la germinación aumenta con la edad de las semillas de *Sclerocactus polyancistrus* (May 1994), *Ferocactus wislizenii* (Bowers 2000), *Notocactus submammulosus* (Shimomura *et al.* 2000), *Stenocereus stellatus* (Rojas-Aréchiga *et al.* 2001), *S. queretaroensis* (De la Barrera & Nobel 2003), *Turbincarpus lophophoroides*, *T. pseudopectinatus* (Flores *et al.* 2005) y

CUADRO 1. Número de semillas por fruto de las especies estudiadas. Media \pm D.E.

Especie	Número de semillas $n =$ número de frutos
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	87.2 ± 41.4 $n = 25$
<i>Stenocereus dumortieri</i>	62.3 ± 106.3 $n = 20$
<i>Echinocereus cinerascens</i>	716.1 ± 139.5 $n = 10$

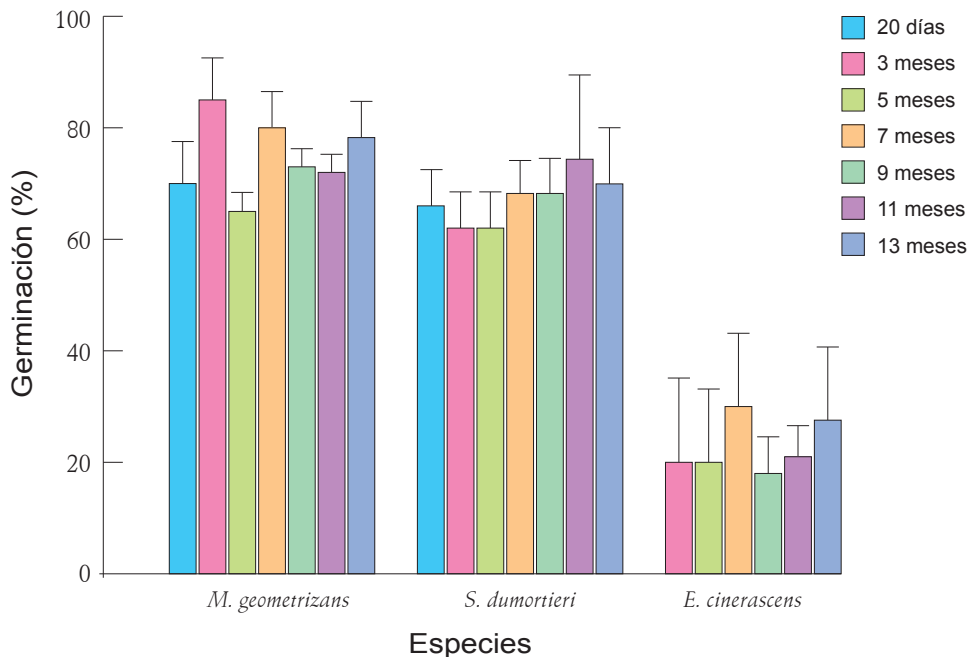


FIGURA 1. Porcentaje de germinación de semillas de diferentes edades de *Myrtillocactus geometrizans*, *Stenocereus dumortieri* y *Echinocereus cinerascens* obtenido bajo luz a 25 °C y con fotoperiodo de 12h. Media \pm D.E.

Mammillaria heyderi (Trejo-Hernández & Garza-Castillo 1993).

Los resultados obtenidos con *M. geometrizans*, *S. dumortieri* y *E. cinerascens* demuestran que las semillas pueden permanecer viables hasta poco más de un año ya que mantienen su capacidad germinativa por arriba del 60% para las dos primeras especies y por debajo del 40% para *E. cinerascens*. Esto coincide con lo obtenido para *Mammillaria huitzilopochtli* (Flores-Martínez *et al.* 2008), donde las semillas retienen su viabilidad con porcentajes de casi 50% por al menos dos años, con *M. magnimamma* (Ruedas *et al.* 2000), *M. supertexta*, *M. mystax*, *M. carnea* y *M. haageana* (Rojas-Aréchiga, datos no publicados) y *Coryphantha werdermannii* que mantiene altos porcentajes de germinación durante más de dos años (Portilla-Alonso,

Rojas-Aréchiga & Mandujano, datos no publicados). Por lo contrario, se ha reportado una disminución en la germinación con un aumento en la edad de la semilla para dos especies de *Brasilicactus* (Fearn 1977), para el género *Frailea* (Jolly & Lockert 1996), para algunas especies de *Gymnocalycium* (Fearn 1981), *Turbincarpus swobodae* y *T. valdezianus* (Flores *et al.* 2005), lo que significa que esas especies pierden su viabilidad rápidamente bajo condiciones subóptimas.

Las tres especies estudiadas son fotoblásticas positivas, esto es, requieren de luz para germinar y esta respuesta, no difiere con la edad de las semillas, lo cual coincide con lo obtenido por Rojas-Aréchiga *et al.* (2001) para *Stenocereus stellatus* y con *Coryphantha werdermannii* (Portilla-Alonso,

Rojas-Aréchiga & Mandujano, datos no publicados). Asimismo, Flores *et al.* (2006) reportan que semillas mayores a 10 meses de edad de *Mammillaria crinita*, *M. orcutti*, *Ariocarpus retusus* y *Turbincarpus jauernigii* mantienen su requerimiento de luz para germinar. Esto apoya lo propuesto para la tribu Cactaceae (Rojas-Aréchiga *et al.* 2013) donde se plantea que el fotoblastismo positivo es un carácter fijo.

La habilidad que tienen las semillas ortodoxas, como las especies estudiadas, de permanecer viables por muchos años bajo condiciones de almacenamiento en seco, es muy importante para la conservación *ex situ* a largo plazo del germoplasma vegetal. El entendimiento de la diferencias entre especies de la longevidad de las semillas es crucial para un manejo efectivo de la conservación de semillas, particularmente de especies silvestres.

Agradecimientos

Proyecto Conacyt-Semarnat 0350 y proyecto UNAM-PAPIIT IN 207411 MMS. Un revisor anónimo por sus sugerencias.

Literatura citada

Alcorn SM & Kurtz EB. 1959. Some factors affecting the germination of the saguaro cactus (*Carnegiea gigantea*). *Am J Bot* **46**:526-529.

De Almeida TMH, Andrade ACS & Lopes HM. 2009. Brazilian cacti seed germination under different temperature and substrate conditions. *Seed Sci & Technol* **37**:474-479.

Anderson E.F. 2001. *The Cactus Family*. Timber Press Inc, Portland, USA.

Baskin CC & Baskin J. 2001. *Seeds-Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, San Diego, Cal.

Bewley JD & Black M. 1994. *Seeds-Physiology of Development and Germination*. 2ª edición, Plenum Press, Nueva York.

Bravo-Hollis H. 1978. *Las Cactáceas de México*. Vol. I. México, D.F.

Castillo Campohermoso AD & Navarro Carbajal MC. 2008. Germinación de *Mammillaria hamata* en Los Angeles Tetela, Puebla, México. *Cact Suc Mex* **53**:18-28.

Cheib AL & García QS. 2012. Longevity and germination ecology of seeds of endemic Cactaceae species from high-altitude sites in south-eastern Brazil. *Seed Sci Res* **22**:45-53.

De la Barrera E & Nobel PS. 2003. Physiological ecology of seed germination for the columnar cactus *Stenocereus queretaroensis*. *J Arid Environ* **53**:297-306.

Del Castillo RF. 1986. Semillas, germinación y establecimiento de *Ferocactus histrix*. *Cact Suc Mex* **31**:5-11.

Fearn B. 1977. An investigation into the effect of age on the germination potential of seeds of 600 species of cacti, together with a note on the viability of *Lithops* seeds. *Excelsa* **7**:103-108.

Fearn B. 1981. Seed germination: the modern approach. *Cact Succ J (G.B.)* **43**:13-16.

Flores J, Arredondo A & Jurado E. 2005. Comparative seed germination in species of *Turbincarpus*: an endangered cacti genus. *Nat Areas J* **25**:183-187.

Flores J, Jurado E, Chapa-Vargas L, Ceroni-Stuva A, Dávila-Aranda P, Galíndez G, Gurvich D, León-Lobos P, Ordóñez C, Ortega-Baes P, Ramírez-Bullón N, Sandoval A, Seal CE, Ullian T & Pritchard HW. 2011. Seeds photoblastism and its relationship with some plant traits in 136 cacti taxa. *Environ Exp Bot* **71**:79-88.

Flores-Martínez A, Manzanero GI, Rojas-Aréchiga M, Mandujano MC & Golubov J. 2008. Importancia de la latencia de las

- semillas para la conservación de una cactácea endémica de Oaxaca, México. *Cact Suc Mex* **53**:115-122.
- Guerrero PC, Alves-Burgos L, Peña-Gómez FT & Bustamante RO. 2011. Positive photoblastic response of seed germination in *Eriosyce* subgen. *Neoporteria* (Britton & Rose) Helmut Walter (Cactaceae). *Gayana Bot* **68**:110-113.
- Guzmán U, Arias S & Dávila P. 2003. *Catálogo de Cactáceas Mexicanas*. UNAM, CONABIO, México.
- Hernández-Aguilar A & Collazo-Ortega M. 2007. Respuesta germinativa a la luz y temperatura de plantas de *Astrophytum myrtilloides* Lemaire (Cactaceae) mantenidas en invernadero. *Cact Suc Mex* **52**:109-121.
- Hu XJ, Yang LH & Guan KY. 2012. Physiological dormancy in seeds of two endemic species of *Begonia* from Yunnan Province, China: diagnosis and classification. *Pl Spec Biol* **27**:201-209.
- Jolly J & Lockert X. 1996. Sowing: germination and substrates. *Cact-Avent Intern* **31**:22-25.
- Meiádo MV, Correa de Albuquerque LS, Rocha EA, Rojas-Aréchiga M. & Leal IR. 2010. Seed responses of *Cereus jamacaru* DC. ssp. *jamacaru* (Cactaceae) to environmental factors. *Pl Spec Biol* **25**:120-128.
- Ortega-Baes P & Rojas-Aréchiga M. 2007. Seed germination of *Trichocereus terscheckii* (Cactaceae): light, temperature and gibberellic acid effects. *J Arid Environ* **69**:169-176.
- Pascacio-Villafán C & Ortega Ortiz R. 2009. Influencia de la edad de la semilla y la oscuridad en la germinación de *Melocactus curvispinus* Pfeiff. subsp. *curvispinus*. *Cact Suc Mex* **54**:17-27.
- Ramírez-Padilla CA & Valverde T. 2005. Germination responses of three congeneric cactus species (*Neobuxbaumia*) with differing degrees of rarity. *J Arid Environ* **61**:333-343.
- Rojas-Aréchiga M, Vázquez-Yanes C. 2000. Cactus seed germination: a review. *J Arid Environ* **44**:85-104.
- Rojas-Aréchiga M, Casas A & Vázquez-Yanes C. 2001. Seed germination of wild and cultivated *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) from the Tehuacan-Cuicatlán Valley, Central Mexico. *J Arid Environ* **49**:279-287.
- Rojas-Aréchiga M, Golubov J, Romero O & Mandujano MC. 2008. Efecto de la luz y la temperatura en la germinación de dos especies de cactáceas en CITES I. *Cact Suc Mex* **53**:51-57.
- Rojas-Aréchiga M, Mandujano MC & Golubov J. 2013. Seed size and photoblastism in species of tribe Cactaeae (Cactaceae). *J Plant Res* **126**:376-386.
- Ruedas M, Valverde T & Castillo AD. 2000. Respuesta germinativa y crecimiento de plántulas de *Mammillaria magnimamma* (Cactaceae) bajo diferentes condiciones ambientales. *Bol Soc Bot Méx* **66**:22-35.
- Shimomura T, Kondo T & Fukai S. 2000. Breaking seed dormancy of *Notocactus submammulosus* var. *pampeanus* (Cactaceae) by benzyl adenine and hydrogen peroxide. *Japan J Agric Educ* **31**:21-27.
- Trejo Hernandez L & Garza Castillo MR. 1993. Efecto del tiempo de almacenamiento en la germinación de semillas de *Mammillaria heyderi* Muchl. en 4 sustratos. *Biotam* **5**:19-24.
- Vázquez-Yanes C, Orozco-Segovia A, Rojas-Aréchiga M, Sánchez ME & Cervantes V. 1997. *La Reproducción de las Plantas-semillas y meristemos*. Fondo de Cultura Económica, México.

Calendario de cactáceas y sus visitantes florales 2014

Solicítalo a:
mrojas@ecologia.unam.mx



Un calendario \$30.00
Dos calendarios \$50.00

Fe de erratas

En el número anterior en la portada y en la cornisa del interior en donde dice volúmen 59 No. 3 debe de decir volúmen 58 No. 3