

CACTÁCEAS y suculentas mexicanas



VOLUMEN 62 No. 1

ENERO - MARZO 2017

ISSN 0526-717X

Volumen 62 No. 1
Enero-marzo 2017

Editor Fundador
Jorge Meyrán

Consejo Editorial
Anatomía y Morfología
Dra. Teresa Terrazas
Instituto de Biología, UNAM

Ecología
Dr. Arturo Flores-Martínez
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN
Dr. Pablo Ortega-Baés
Universidad de Salta Argentina

Etnobotánica
Dr. Javier Caballero Nieto
Jardín Botánico IB-UNAM

Evolución y Genética
Dr. Luis Eguarte
Instituto de Ecología, UNAM

Fisiología
Dr. Oscar Briones
Instituto de Ecología A. C.

Florística
M. en C. Francisco González Medrano †
Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco
Dr. Luis G. Hernández Sandoval
Universidad Autónoma de Querétaro
M. en C. Aurora Chimal Hernández
Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco

Horticultura
Dr. Candelario Mondragón Jacobo, INIFAP-UAQ
Dr. Elhadi Yahia
Universidad Autónoma de Querétaro

Química y Biotecnología
Dr. Francisco Roberto Quiroz Figueroa
Instituto de Biotecnología, UNAM

Sistemas Reproductivos
Dr. Francisco Molina F.
Instituto de Ecología Campus Hermosillo, UNAM

Dr. Jafet Nassar
Instituto Venezolano de
Investigaciones Científicas

Taxonomía y Sistemática

Dr. Fernando Chiang
Instituto de Biología, UNAM
Dr. Roberto Kiesling
CRICYT, Argentina
Dr. John Rebman
Museo de Historia Natural, San Diego

Editores

Dr. Jordan Golubov
UAM-Xochimilco
Dra. María C. Mandujano Sánchez
Instituto de Ecología, UNAM
Dr. Humberto Suzán Azpiri
Facultad de Ciencias Naturales, UAQ, campus Juriquilla

Asistentes editoriales

Dra. Mariana Rojas Aréchiga
Instituto de Ecología, UNAM
Dra. Guadalupe Malda Barrera
Facultad de Ciencias Naturales, UAQ, campus Juriquilla

Diseño editorial y versión electrónica
Palabra en Vuelo, SA de CV

Impresión

Litográfica Dorantes SA de CV
Se imprimieron 1000 ejemplares, marzo de 2017

SOCIEDAD MEXICANA DE CACTOLOGÍA, AC

Presidenta Fundadora
Dra. Helia Bravo-Hollis †

Presidente
Christian Brachet Ize

Vicepresidente
Alberto Pulido Aranda

Tesorera
Roxana Mondragón Larios

Vocal
Araceli Gutiérrez de la Rosa

Fotografía de portada:
Thelocactus leucacanthus spp. *schmollii*
Tania Fernández



Cactáceas y Suculentas Mexicanas es una revista trimestral de circulación internacional y arbitrada, publicada por la Sociedad Mexicana de Cactología, A.C. desde 1955, su finalidad es promover el estudio científico y despertar el interés en esta rama de la botánica.

El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores y se encuentran bajo la licencia Creative Commons .

La revista *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* se encuentra registrada en los siguientes índices: CAB Abstracts, BIOSIS (Thomson Reuters), Periodica y Latindex.

The journal *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* is a publication of the Mexican Society of Cactology, published since 1955.

The articles are under the Creative Commons license .

The journal *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* is registered in the following indices: CAB Abstracts, BIOSIS (Thomson Reuters), Periodica and Latindex.

Dirección editorial (editor's address): *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, Instituto de Ecología, UNAM, Aptdo. Postal 70-275, Cd. Universitaria, 04510, México, D.F.

Correo electrónico: mrojas@ecologia.unam.mx

Suscripciones



El costo de suscripción y envío a la revista es de \$480.00 para México y 45 USD o 39 € para el extranjero. Suscripción y entrega en Lab. Genética y Ecología, Instituto de Ecología, UNAM (Dra. Mariana Rojas) \$400.00.

- Pago de suscripción mediante depósito en BBVA Bancomer a la cuenta: 0446308554 a nombre de Palabra en Vuelo SA de CV.
 - Para transferencia en el mismo banco y cuenta con la CLABE: 012180004463085547.
 - Para transferencia internacional añadir la clave: BCMRMXMMPPYM.
 - Mediante PayPal enviar a la cuenta con el correo: palabraenvuelo1@gmail.com
- Enviar comprobante de pago a los correos: mrojas@ecologia.unam.mx y palabraenvuelo@yahoo.com.mx

Subscription rates (includes shipment): 45.00 USD or 39.00 €.

- For national bank transfer in BBVA Bancomer with the account: 0446308554, CLABE: 012180004463085547.
- For international bank transfer in the same bank and account add the code: BCMRMXMMPPYM.
- For payment via PAYPAL, send the paid amount to <palabraenvuelo1@gmail.com>, then send proof of payment to <mrojas@ecologia.unam.mx> and <palabraenvuelo@yahoo.com.mx>

socmexact@yahoo.com

Consulta de la revista en formato digital en la siguiente liga (electronic editions available at the following link):
web.ecologia.unam.mx/cactsucmex



Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos siempre y cuando se cite la fuente y no sea con fines de lucro.

La Sociedad Mexicana de Cactología, AC agradece la coedición y el financiamiento de esta publicación a los fondos aportados por el Proyecto Conacyt 221362.
Dra. María del Carmen Mandujano y a los suscriptores.



CONACYT

Contenido



Efecto de la escarificación química y del ácido giberélico en la germinación de <i>Mammillaria mainiae</i> Sánchez-Villegas A & Rascón-Chu A	4
La hercogamia como indicador del sistema reproductivo de <i>Thelocactus leucacanthus</i> spp. <i>schmollii</i> Martínez-Ramos LM, Mejía Rojas M, Rojas-Aréchiga M & Mandujano MC	13
Nota sobre <i>Pachyphytum brevifolium</i> Meyrán García J	23
Reseña del libro <i>Taxonomía de las Cactáceas</i> Morales Sandoval JJ	25
Lista de revisores durante 2016	29
Normas editoriales	30
<i>Mammillaria carnea</i> Zuccarini ex Pfeiffer Martínez Ramos LM	32

Contents

Effect of chemical scarification and gibberellic acid on the germination of <i>Mammillaria mainiae</i> Sánchez-Villegas A & Rascón-Chu A	4
Herkogamy as an indicator of the reproductive system of <i>Thelocactus leucacanthus</i> spp. <i>schmollii</i> Martínez-Ramos LM, Mejía Rojas M, Rojas-Aréchiga M & Mandujano MC	13
Note about <i>Pachyphytum brevifolium</i> Meyrán García J	23
Book review <i>Taxonomía de las Cactáceas</i> Morales Sandoval JJ	25
List of reviewers during 2016.....	29
Instructions for authors	30
<i>Mammillaria carnea</i> Zuccarini ex Pfeiffer Martínez Ramos LM	32

Efecto de la escarificación química y del ácido giberélico en la germinación de *Mammillaria mainiae*

Sánchez-Villegas A¹* & Rascón-Chu A¹

Resumen

Mammillaria mainiae K. Brandegees es un cactus globoso de crecimiento lento y endémico del noroeste de México. Se distribuye desde el norte de Sinaloa hasta el norte de Sonora, mientras que en EUA se limita al sur de Arizona. Las poblaciones de esta especie han disminuido debido al cambio del uso del suelo y a las extracciones ilegales de plantas por lo que es necesario el estudio de su reproducción y así contribuir a su conservación. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de pretratamientos en la germinación de semillas de *M. mainiae*, para lo cual se utilizaron los siguientes tratamientos: I) Control; II) Remojo por 24 horas en una solución de 500 ppm de ácido giberélico (GA₃), III) Remojo por 24 horas en una solución de 1000 ppm de ácido giberélico, IV) Remojo por 1 h en una solución 1 N de ácido clorhídrico (HCl) y, V) Remojo por 1 hora en una solución 2N de HCl. Estos tratamientos se evaluaron a 25 °C con un fotoperiodo de 14 y 10 h luz y oscuridad respectivamente. Todos los ensayos se evaluaron con un diseño completamente al azar con tres repeticiones de 20 semillas cada unidad experimental. Las concentraciones utilizadas de GA₃ y HCl no tuvieron efecto sobre la capacidad de germinación de las semillas de *M. mainiae*. La especie estudiada resultó fotoblástica positiva y no presentó ningún tipo de latencia.

Palabras clave: ácido clorhídrico, cactáceas, conservación, latencia, fotoblastismo.

Abstract

Mammillaria mainiae K. Brandegees is a globose cactus and endemic species in northwestern Mexico. It is distributed from northern Sinaloa to northern Sonora; in the USA it is limited to southern Arizona. It is a slow growing cactus and its populations have diminished because of land use change and illegal extraction of plants, so studies of its reproduction may contribute to its conservation. The aim was to assess the effect of pretreatments on the germination of *M. mainiae* seeds, the following treatments were applied: I) Control; II) Soaking for 24 hours in a solution of 500 ppm of gibberellic acid (GA₃), III) Soaking for 24 hours in a solution of 1000 ppm of gibberellic acid (GA₃), IV) Soaking for 1 h in a 1N solution of chlorhydric acid (HCl) and, V) Soaking for 1 h in a 2N solution of HCl. These treatments were assessed at 25° C with a photoperiod of 14 and 10 h light and dark respectively. All assays followed a completely randomized design with three replications of 20 seeds for each one. GA₃ and HCl had no effect on the germination capacity of seeds of *M. mainiae*. The species studied showed a positive photoblastism and did not show any kind of dormancy.

Keywords: cacti, chlorhydric acid, conservation, dormancy, photoblastism.

¹ Coordinación de Alimentos de Origen Vegetal del Centro de Investigaciones de Alimentación y Desarrollo, A.C. Carr. a La Victoria Km 0.6 Hermosillo, Sonora, México, C.P. 83304.

*autor de correspondencia: asanchez@ciad.mx

Alfonso Sánchez

FOTO 1. Semillas foveoladas de *Mammillaria mainiae*.

Introducción

Dentro de la familia Cactaceae, el género *Mammillaria* es el mayormente representado con 166 especies y es endémico del Continente Americano. El 96 % de sus especies se encuentran en México, de las cuales el 90 % son endémicas de este país y se encuentra en un rango altitudinal desde la costa hasta los 3000 m snm (Rubluo 1997). La mayoría de sus especies, se distribuyen de manera restringida y con baja representatividad en los desiertos de Sonora y Chihuahua (Hernández & Godínez-Álvarez 1994). No obstante, el cambio del uso del suelo, el sobre pastoreo y sobre explotación de este género por su valor ornamental, han sido algunas de las causas de la disminución de sus poblaciones naturales, por lo cual es una prioridad generar conocimiento que permita la reproducción de estas especies y garantizar eficientemente su conservación. De acuerdo con Lustre-Sánchez & Manzanero-Medina (2012) la germinación y el establecimiento son procesos cruciales en el ciclo de vida de una planta en ambientes áridos y semiáridos, por lo que el esfuerzo para la conservación de las cactáceas, debe dirigirse al estudio de estos factores (Martínez-Ramos *et al.* 2016).

Dentro del género *Mammillaria* existen especies cuya germinación es inferior al 70 % como *M. orcuttii*, *M. plumosa* y *M. aureilana* con 68, 51 y 42 % respectivamente por lo que dichas especies pueden presentar algún tipo de latencia (Flores *et al.* 2006), es por ello que los estudios de escarificación química son de gran importancia ya que han demostrado su eficiencia en romper la latencia física y elevar el porcentaje y velocidad de germinación en algunas cactáceas (Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes 2000). Navarro-Carbajal *et al.* (2008) reportaron que la mayor velocidad de germinación en *M. hamata* se obtuvo con la escarificación en ácido sulfúrico concentrado, de igual manera Navarro & González (2007) reportaron un 93 % de germinación en *Ferocactus robustus* al sumergir la semilla en ácido sulfúrico concentrado por 1.5 min. Otro tratamiento ampliamente utilizado para romper la latencia e inducir la germinación en muchas especies de plantas es el ácido giberélico (AG₃), el cual es un fitorregulador que promueve la producción de enzimas hidrolíticas como la proteasa y α -amilasa. Sin embargo su utilización en cactáceas es escaso y con resultados variables (Ochoa *et al.* 2015; Mandujano *et al.* 2007).

Alfonso Sánchez

FOTO 2. *Mammillaria mainiae* en floración. Ejemplar en condiciones de cultivo doméstico en jardín.

Mammillaria mainiae K. Brandegee es una especie endémica del noroeste de México que se distribuye desde el norte de Sinaloa hasta el sur de Arizona, E.U. Sin embargo, sus mayores poblaciones se localizan en el estado de Sonora en los municipios de Navojoa, Álamos, La Colorada, Hermosillo, Moctezuma, Opodepe, Magdalena y Altar (Hernández & Gómez-Hinostrosa 2015). Adicionalmente, Bravo & Sánchez (1991) citan que la localidad tipo de esta especie se encuentra al sur de Nogales, Sonora. *Mammillaria mainiae* es un cactus de lento crecimiento con tallo simple o cespitoso de 12 cm de altura y de 4 a 7 cm de diámetro, se caracteriza por sus espinas largas y ganchudas, las cuales forman una espiral en el sentido opuesto a las manecillas del reloj. Sus semillas son de 1 mm, obovadas, con testa foveolada de color negro (Foto 1). Esta especie florece de junio a julio (Foto 2) y se distribuye entre los 600 y 1200 m snm, se asocia con matorral y pastizal del Desierto Sonorense y matorral espinoso costero (Paredes *et al.* 2000). Los reportes de investigación de esta especie son limitados, por lo que se desconocen sus requerimientos de germinación, de crecimiento, así como si presenta algún tipo de latencia, su tipo de fotoblastismo, etc. debido a que *M. mainiae* es una especie poco estudiada, la finalidad de este trabajo es ampliar el conocimiento en aspectos germinativos del género *Mammillaria*, por lo cual el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la escarificación química y ácido giberélico en la germinación de la semilla de esta especie.

Material y métodos

Material vegetal

Previo a los experimentos de germinación, se examinaron algunas características como son

el número de semillas por fruto, cantidad de semillas por gramo, peso promedio de la semilla y correlación entre el número de semillas y tamaño del fruto, para lo cual se utilizaron 40 frutos recolectados de un solo ejemplar (Foto 3), esto debido a la poca disponibilidad de plantas y al hecho de que solo se encontró un individuo en fructificación, en noviembre de 2014. El experimento de germinación se realizó en junio de 2016, se obtuvieron 18 frutos maduros de dos individuos de *M. mainiae*, esto debido a las razones antes mencionadas. Ambas colectas se realizaron en Hermosillo, Sonora, México en el mes de abril del año correspondiente.

Esterilización superficial de la semilla

Las semillas fueron separadas del fruto de manera manual, se lavaron con agua corriente y se separaron en semillas flotantes y no flotantes, se secaron a temperatura ambiente, y se colocaron en una solución de etanol al 50 % por 2 min, posteriormente se transfirieron a una solución de hipoclorito de sodio al 2% por 3 min y se enjuagaron 4 veces con agua estéril.

Pretratamientos

Después de la esterilización, las semillas se colocaron en los diferentes tratamientos de escarificación química: I) Testigo, II) Remojo por 24 h en una solución de 500 ppm de ácido giberélico, III) Remojo por 24 h en una solución de 1000 ppm de ácido giberélico (GibGro, Nufarm, IL, E.U.), IV) Remojo por 1 h en una solución 1N de ácido clorhídrico (HCl) y, V) Remojo por 1 h en una solución 2N de HCl.

Siembra de semillas

Se colocaron 20 semillas sobre agar (16 grL^{-1}) en caja de Petri de 9 cm de diámetro por 1.5 cm de profundidad, las cajas fueron selladas con parafilm para evitar la pérdida de humedad y conservar un ambiente húmedo, estas se coloca-

CUADRO 1. Características de la semilla de *Mamillaria mainiae*. L=largo, A=ancho. *El porcentaje del peso fresco de los productos.

Peso del fruto fresco (g)	Número de semillas por fruto	Semillas no flotantes (%)	Semillas flotantes (%)	Tamaño de la semilla (mm) LxA	Peso de 200 semillas (g)	Semillas por fruto fresco (*)
0.18 ± 0.06	36.4 ± 18.8	76.9	23.1	1.22 x 1.04	0.14 ± 0.005	13.5 ± 0.5

N=40 frutos

ron a 26 ± 2 °C en una cámara con temperatura controlada y fotoperiodo de 14 h luz y 10 h de oscuridad, la luz suministrada fue de $17.6 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, de radiación fotosintéticamente activa (400 – 700 nm) (Line Quantum Sensor Li-Cor Mod LI-189). Las cajas de Petri se revisaron diariamente durante 40 días.

Para evaluar el efecto de la oscuridad en la germinación de esta especie, se utilizó el tratamiento control. Una vez sembradas las cajas de Petri estas se cubrieron con dos hojas de papel aluminio y una de papel estraza y se colocaron dentro de una bolsa de plástico negra y aislada de toda fuente de iluminación, para este experimento el porcentaje de germinación final se determinó a los 32 días después de la siembra. La germinación se consideró cuando se observó la radícula.

Análisis estadísticos

Se utilizó un diseño completamente al azar, en donde todas las observaciones se realizaron por triplicado, donde cada unidad experimental fue de 20 semillas cada una. Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza de una vía con un nivel de significancia del 95 % y en los casos en que se observaron diferencias significativas se aplicó una comparación de medias según el rango múltiple de Tukey (SAS 1999). Antes del análisis estadístico, todos los resultados de porcentajes de germinación se transformaron mediante la raíz cuadrada del arco seno (Sokal & Rohlf 1994).

Resultados

El Cuadro 1 muestra algunas características observadas, tanto del fruto como de la semilla. Se determinó que el peso promedio del fruto fresco de *M. mainiae* fue de 0.18 g y con una media de 34.4 semillas por fruto, de las cuales el 23.1 % resultaron flotantes lo que se puede considerar como una característica de semillas vanas o inviábiles. Se cuantificaron en promedio 1427 ± 45 semillas por g, las cuales midieron en promedio 1.22×1.04 mm y se encontró una correlación positiva ($r^2 = 0.79$) entre el número de semillas y peso del fruto fresco. En cuanto al número de semillas por fruto, éste varió de 3 a 64, predominando los frutos con un rango de 31 a 40 semillas, las cuales representan el 13.5 % del peso total del fruto fresco.

El porcentaje final de germinación (Fig. 1) resultó diferente entre los tratamientos ($F = 5.85$; $gl = 2$ y $P = 0.01$), donde el mayor porcentaje se encontró en el tratamiento testigo (86.7 %), seguido de los tratamientos de AG₃ de 1000 y 500 ppm con 55 y 53.3 % respectivamente, mientras que los valores menores se obtuvieron en los tratamientos de HCl 2 N y 1 N con 46.7 y 35.0 %, respectivamente. En el presente estudio se puede observar que la semilla sembrada inmediatamente después de la



FOTO 3. *Mammillaria mainiae* en fructificación. Ejemplar en condiciones de cultivo doméstico en jardín.

cosecha alcanzó porcentajes de germinación por arriba del 80 %.

El tiempo medio de germinación (Fig. 2) resultó diferente para los tratamientos utilizados ($F=6.28$; $gl= 2$ y $P=0.0086$), el menor tiempo para alcanzar el 50 % de semillas germinadas resultó en el tratamiento control con 10.7 d, seguido del tratamiento de 500 ppm de AG_3 con 16.7 d, los valores intermedios se lograron con los tratamientos de 1000 ppm de AG_3 y HCl 2 N con 32.7 y 34.3 d respectivamente, mientras que el mayor tiempo se obtuvo con el tratamiento de HCl 1 N con 42.3 d.

El porcentaje de germinación después de 32 días de siembra e incubados en oscuridad fue de 0 %, lo que indica que la semilla de esta especie es fotoblástica positiva ya que requiere de luz para su germinación.

El porcentaje de germinación de semillas flotantes resultó en 3.3 % por lo que se puede considerar que el método de flotación en agua es un método eficaz para detectar aquellas semillas de esta especie que son vanas o inviables y mediante esta selección lograr valores altos de germinación.

Discusión

Dentro de la familia Cactaceae existe una gran variación en cuanto al número de semillas por fruto ya sea dentro o fuera de la misma especie. Así, Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes (2000) reportan que el número de semillas por fruto en *Pilosocereus chrysacanthus* es superior a 1000, mientras que *Pereskia aculeata* presenta de 1 a 5 semillas por fruto, estos mismos autores señalan que el número de semillas por fruto dentro de una misma especie presentan una gran variación, tal es el caso de *Epiphyllum anguliger* cuyo número de semillas oscila de 1500 a 5500, lo cual depende de la edad, número de flores y tamaño de planta. En este sentido, *M. mainiae* presentó una variabilidad importante en cuanto al número de semillas por fruto. Si bien el promedio resultó de 34.4 ± 19 , su variación fue de 3 a 64 semillas por fruto. En cuanto a su viabilidad, 23 % resultaron vanas o infértiles, esto probablemente por ser una especie silvestre lo cual coincide con lo reportado por Reyes-Agüero *et al.* (2006) y Ochoa *et al.* (2015) en el género *Opuntia*, mientras que Loza-Cornejo *et al.* (2012) reportaron como promedio 70 semillas por fruto en *Mammillaria uncinata*, lo cual es el doble al promedio encontrado en el presente estudio.

La germinación en todos los tratamientos utilizados en el presente estudio inició al final de la primera semana después de la siembra y el mayor porcentaje de germinación se dio entre la segunda y tercera semana. El porcentaje final de germinación que se registró en el tratamiento testigo (86.7 %) indica que *M. mainiae* no presenta latencia, lo que sugieren que la semilla no tiene características morfológicas y fisiológicas que impidan su germinación, por lo

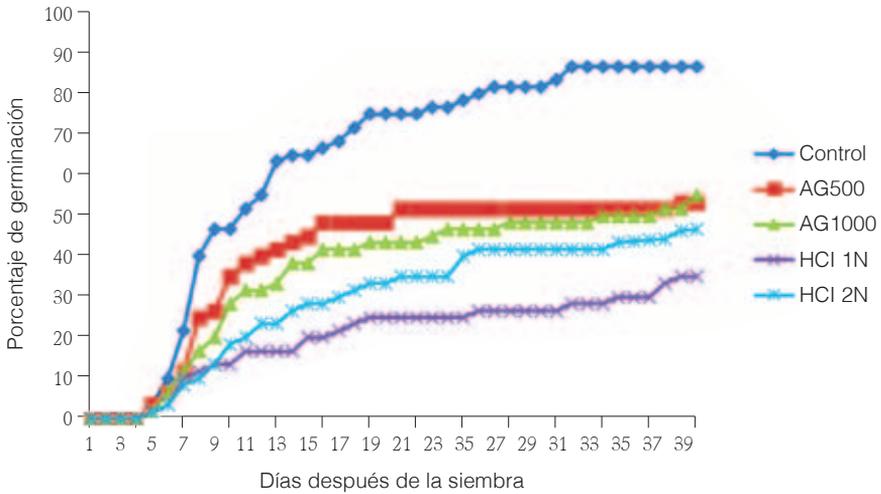


FIGURA 1. Efecto de la escarificación química y AG₃ en la germinación de *Mammillaria mainiae*.

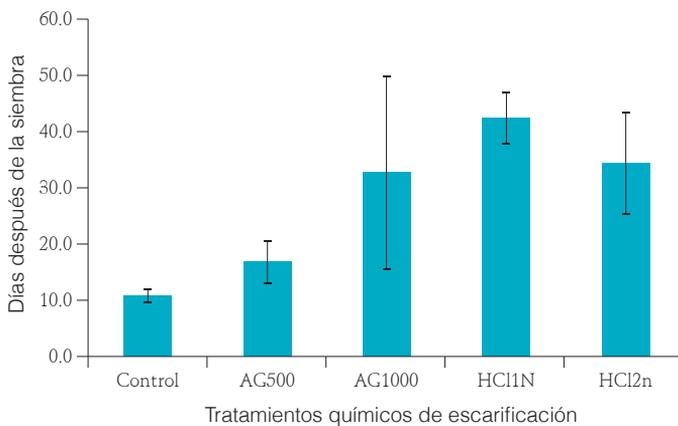


FIGURA 2. Efecto de la escarificación química y AG₃ en el tiempo medio de germinación de *Mammillaria mainiae*.

que en ambientes áridos es la combinación de factores abióticos los que determinan la germinación de esta especie, principalmente la humedad del suelo, temperatura y luz (Flores-Martínez *et al.* 2008). El porcentaje de germinación de esta especie en el presente estudio, es superior a los reportados para otras especies de *Mammillaria*, por ejemplo, *M. aureilana* (42 %), *M. orcuttii* (68 %), *M. longimamma* (75 %) y *M. bocasana* (83 %),

pero inferior al de *M. crinita* (97 %) (Flores & Jurado 2011).

Los tratamientos de escarificación utilizados en el presente estudio redujeron el porcentaje de germinación de *M. mainiae*. Rojas-Aréchiga y Vázquez-Yanes (2000) mencionan que el AG₃ puede estimular la germinación en cactáceas; sin embargo, en el presente estudio esta hormona tuvo un efecto negativo ya que redujo el por-

centaje final de germinación en un 37 % aproximadamente. Lo anterior también ha sido reportado por Navarro-Carbajal y Deméneghi (2007) en *M. pectinifera* con una reducción del 10 % en la germinación al utilizar giberelina. Rojas-Aréchiga (2008) cita que la aplicación de AG₃ en concentraciones de 500 y 1000 ppm no estimuló la germinación en cuatro especies del género *Mammillaria*, mientras que Mandujano *et al.* (2007) reportaron que los resultados obtenidos con la aplicación de AG₃ para estimular la germinación en cactáceas no son claros y en ocasiones son contradictorios.

Los resultados más bajos de germinación se lograron con los tratamientos de HCl 1 y 2N con 35.0 y 46.7 % respectivamente. La escarificación ácida, simula el efecto que tiene las semillas al pasar por el tracto digestivo de herbívoros y en el presente estudio esta tuvo un efecto negativo al reducir el porcentaje de germinación. Navarro-Carvajal *et al.* (2010) citan que la escarificación con ácido sulfúrico no incrementó el porcentaje de germinación en *M. myxtax*. Reyes-Agüero *et al.* (2006) reportaron una reducción en el porcentaje de germinación en semillas del género *Opuntia* después de pasar éstas por el tracto digestivo de varios animales. Los resultados del presente estudio sugieren que un factor que pudiera limitar la propagación de *M. mainiae* es la ingesta de las semillas por herbívoros, aunque al respecto se requiere de más investigación. Otra razón probable del bajo porcentaje de germinación en tratamientos de acidez tal vez se deba a que esta especie está bien adaptada a suelos calcáreos propios de la región en donde se distribuye de manera natural y al reducir el pH del sustrato, muy probablemente se inactiven las enzimas amilasas y proteasas,

lo que origina un retraso o inhibición de la germinación.

Los tratamientos de escarificación utilizados prolongaron el tiempo medio de germinación con respecto al control, esto muy probablemente se deba a que los tratamientos utilizados oxidan compuestos o inactivan enzimas involucradas en la germinación de la semilla de esta especie. Ochoa *et al.* (2015) reportaron una menor actividad de la enzima α -amilasa en los cultivares del género *Opuntia* con bajo porcentaje de germinación.

Las semillas de *M. mainiae* resultaron ser fotoblásticas positivas, ya que esta especie no germinó en el tratamiento de oscuridad. Rojas-Aréchiga *et al.* (2013) reportaron que la respuesta fotoblástica de las especies de la tribu Cacteeae (a la cual pertenece esta especie) no es una característica adaptativa, sino filogenéticamente fija, acoplada a los estímulos ambientales generando así un control de la respuesta de germinación. Al respecto, Bowers (2005) comenta que la respuesta positiva a la luz es una estrategia evolutiva que permite la formación de bancos de semillas en el suelo, así, semillas de algunas especies del género *Mammillaria* pueden germinar en condiciones favorables, después de 6 años de permanecer en el suelo.

La selección de la semilla es un proceso importante para asegurar un alto porcentaje de germinación. En el presente estudio, la separación de la semilla inviable por el método de flotación, en donde se asume que las semillas que flotan son vanas o infértiles (Emongor *et al.* 2004) resultó eficiente ya que se pudo descartar el 23 % del total de la semilla y con alto valor de confiabilidad, ya que de éstas sólo el 3.3 % tuvo la capacidad de germinar. Uno de los métodos más utilizados para determinar la viabilidad de

la semilla es el de la tinción mediante el cloruro o bromuro de 2,3,5-trifeniltetrazolio; sin embargo, este tiene varias desventajas, entre ellas es que es poco práctico para semillas pequeñas ya que estas se analizan de manera individual, además la intensidad de la tinción de los cotiledones es subjetiva (Rodríguez *et al.* 2008).

Con base en los resultados del presente estudio, se puede concluir que el alto porcentaje de germinación que se registró en el tratamiento control indica que la semilla de *M. mainiae* no presenta ningún tipo de latencia, por lo que esta especie no requiere de tratamientos de escarificación. Las semillas necesitan de un estímulo luminoso para su germinación, lo que hace suponer que esta especie puede tener la capacidad de formar bancos de semillas en el suelo, característica ecofisiológica que permite que la semilla permanezca viable en el suelo por periodos prolongados, la cual podrá germinar cuando existan condiciones favorables (Rojas-Aréchiga & Batis 2001). Los porcentajes de germinación de *M. mainiae* obtenidos en el presente trabajo, indican que esta especie no tiene impedimentos para su germinación, lo que hace suponer que es el establecimiento de plántulas la etapa crítica que determina la presencia de nuevos individuos en la naturaleza, es en este contexto que se sugiere profundizar en la investigación para entender los factores bióticos y abióticos que determinan la propagación de esta especie y así favorecer su conservación en la naturaleza.

Literatura citada

- Bowers JE. 2005. New evidence for persistent or transient seed banks in three Sonoran Desert cacti. *Southwest Nat* **50**:482-487.
- Bravo H & Sánchez H. 1991. *Las Cactáceas de México*. Vol. III. Universidad Autónoma de México. México, D.F.
- Emongor VE, Mathowa T & Kabelo S. 2004. The effect of hot water, sulfuric acid, nitric acid, gibberellic acid, and ethephon on the germination of corchorus (*Corchorus tridens*) seed. *J Agron* **3**:196-200.
- Flores-Martínez A, Manzanero GI, Rojas-Aréchiga M, Mandujano MC & Golubov J. 2008. Seed age germination responses and seedling of an endangered cactus that inhabits cliffs. *Nat Area J* **28**:51-57.
- Flores J & Jurado E. 2011. Germinación de especies de cactáceas en categoría de riesgo del Desierto Chihuahuense. *Rev Mex Cien For* **2**:59-70.
- Flores J, Jurado E & Arredondo A. 2006. Effect of light on germination of seeds of Cactaceae from the Chihuahuan Desert, Mexico. *Seed Sci Res* **16**:149-155.
- Hernández HM & Gómez-Hinostroza C. 2015. *Mapping the cacti of Mexico*, Part II, *Mammillaria*. David Hunt. Milborne Port, England.
- Hernández HM & Godínez-Álvarez H. 1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. *Acta Bot Mex* **26**:33-52.
- Jiménez-Aguilar A & Flores J. 2010. Effect of light on seed germination of succulent species from the southern Chihuahua Desert: comparing germinability and relative light germination. *J PACD* **12**:12-19.
- Loza-Cornejo S, Terrazas T, & López-Mata L. 2012. Fruits, seeds and germination in five species of globose Cactaceae (Cactaceae). *Interciencia* **37**:197-203.
- Lustre Sánchez H & Manzanero Medina G I. 2012. Germinación y latencia comparativa de especies del género *Mammillaria* (Cactaceae) del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla, México. *Cact Suc Mex* **57**:4-15.

- Mandujano MC, Golubov J & Rojas-Aréchiga M. 2007. Efecto del ácido giberélico en la germinación de tres especies del género *Opuntia* (Cactaceae) del Desierto Chihuahuense. *Cact Suc Mex* **52**:46-52.
- Martínez-Ramos M, Arroyo-Cosultchi G, Mandujano M & Golubov J. 2016. Dinámica poblacional de *Mammillaria humboldtii* una cactácea de Hidalgo, México. *Bot Sci* **94**:199-208.
- Navarro-Carbajal MC, Cervantes-Olvera G & Lázaro-Castellanos JO. 2008. Efecto de la escarificación de semillas en la germinación de dos especies de *Mammillaria*. *Zonas Aridas* **12**:97-105.
- Navarro-Carbajal MC, Saldívar-Sánchez S & Eliosa-León HR. 2010. Efecto de la escarificación y de la edad de semillas en la germinación de *Mammillaria mystax*. *Zonas Aridas* **14**:196-205.
- Navarro-Carbajal MC & González EM. 2007. Efecto de la escarificación de semillas en la germinación y crecimiento de *Ferocactus robustus* (Pfeiff.) Britton & Rose (Cactaceae). *Zonas Aridas* **11**:195-205.
- Navarro-Carbajal MC & Deméneghi AP. 2007. Germinación de semillas y efecto de las hormonas en el crecimiento de *Mammillaria pectinifera*. *Zonas Aridas* **11**:233-239.
- Ochoa MJ, González-Flores LM, Cruz-Rubio JM, Portillo L & Gómez-Leyva JF. 2015. Effect of substrate and gibberellic acid (GA₃) on seed germination in ten cultivars of *Opuntia* spp. *JPACD* **17**:50-60.
- Paredes-Aguilar R, Van Devender TR & Felger RS. 2000. *Cactáceas de Sonora, México: su Diversidad, Uso y Conservación*. IMADES and Arizona-Sonora Desert Museum. Tucson Arizona, USA.
- Reyes-Agüero JA, Aguirre JR & Valiente-Banuet A. 2006. Reproductive biology of *Opuntia*: a review. *J Arid Environ* **64**:549-585.
- Rodríguez I, Guilles A & Duran JM. 2008. Ensayos de germinación y análisis de viabilidad y vigor en semillas. *Agricultura* **1**: 836-842.
- Rojas-Aréchiga M & Vázquez-Yanes C. 2000. *Cactus seed germination: a review*. *J Arid Environ* **44**: 85-104.
- Rojas-Aréchiga M, Mandujano MC & J K. Golubov JK. 2013. Seed size and photoblastism in species belonging to tribe Cacteeae (Cactaceae). *J Plant Res.* **126**:373-386.
- Rojas-Aréchiga M. 2008. Efecto del ácido giberélico en la germinación de cuatro especies del género *Mammillaria* del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, México. *Bol Soc Latin Carib Cact Suc* **5**:21-23.
- Rojas-Aréchiga M & Batis A I. 2001. Las semillas de cactáceas... ¿forman bancos en el suelo? *Cact Suc Mex* **46**:76-82.
- Rojas-Aréchiga M & Vázquez-Yanes C. 2000. Cactus seed germination: a review. *J Arid Environ* **44**:85-104.
- Rubluo A. 1997. Micropropagation of *Mammillaria* species (Cactaceae), páginas 193-205. En Bajaj YPS (ed). *High-Tech and Micropropagation VI*. Springer-Verlag. Berlin.
- SAS, 1999. SAS/STAT User's Guide, Version 8 (5- volume set). 1st Ed. SAS Publishing, USA. ISBN: 1580254942, pp 1464.
- Sokal RR & Rohlf FJ. 1994. *Biometry*. The Principles and Practice of Statistics in *Biological Research*. W.H. Freeman and Co. New York, USA.

Recibido: diciembre 2016; Aceptado: enero 2017.

Received: December 2016; Accepted: January 2017.

La hercogamia como indicador del sistema reproductivo de *Thelocactus leucacanthus* spp. *schmollii*

Martínez-Ramos LM^{1*}, Mejía Rojas M²,
Rojas-Aréchiga M¹, Mandujano MC^{1*}

Resumen

El estudio de la morfometría floral puede proporcionar información acerca del sistema sexual de una especie. La medición de características reproductivas desde funcionales a morfológicas a nivel de flor (como la disposición temporal y espacial de los órganos sexuales) nos puede dar indicios de las condiciones en las que ocurre la autogamia y/o la entrecruza. Generalmente, las angiospermas presentan mecanismos para evitar la autopolinización y así disminuir los efectos negativos de la endogamia, por ejemplo, pueden presentar una separación espacial de los órganos sexuales (hercogamia) o una separación, temporal o funcional de las estructuras masculinas y femeninas. En este trabajo se utilizó la morfometría floral en la especie *Thelocactus leucacanthus* ssp. *schmollii* para determinar si existe hercogamia, y las características florales para aproximar su sistema reproductivo. En una población de la especie se colectaron 30 flores de individuos diferentes y se midieron distintas características florales. La altura promedio de la flor es 3.7 ± 0.67 mm y el diámetro promedio del perianto es de 19.99 ± 1.05 mm. En *T. leucacanthus* ssp. *schmollii* las flores son hermafroditas y existe hercogamia porque la altura del pistilo es significativamente mayor que la altura de los estambres ($t = 14.33$; $p < 0.0001$; gl. = 29). La hercogamia junto con los valores obtenidos del diámetro y la altura promedio de las flores permiten proponer que en esta especie se favorece la entrecruza y posiblemente es necesaria la visita de polinizadores para la formación de frutos.

Palabras clave: Angiospermas, autocruza, cactáceas, entrecruza, morfometría floral, sistema sexual.

Abstract

Studies on floral morphometry can provide information on the mating systems occurring in natural plant populations. Measurement of functional and morphological reproductive characters in the flowers allows us to infer patterns of autogamy and/or outcrossing. Generally, angiosperms show mechanisms to avoid selfing in order to counteract the negative effects of inbreeding by the spatial separation of sexual organs (herkogamy) or the differential maturation or flower disposition of female or male sexual organs. Using the floral morphometry of *Thelocactus leucacanthus* ssp. *schmollii* we determined if the species displayed herkogamy and described flower morphology in order to investigate its reproductive system. In one population of the species, 30

¹ Laboratorio de Genética y Ecología, Depto. Ecología de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, Apartado Postal 70-275 México, Ciudad de México, 04510.

² Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, Ciudad Universitaria.

*lindam.mtz@gmail.com, mcmandujano@gmail.com

flowers were collected from different individuals and floral traits were measured. The mean length of the flower was 3.7 ± 0.67 mm and the mean perianth diameter was 19.99 ± 1.05 mm. *Thelocactus leucacanthus* ssp. *schmollii* has hermaphrodite flowers that showed herkogamy because the length of the pistils is significantly higher than the stamens length ($t = 14.33$; $p < 0.0001$; d.f. = 29). The results obtained suggest that outcrossing is favored in this species and pollinator visits are needed in order to set fruit.

Key words: Angiosperms, cacti, floral morphometry, mating system, outcrossing, selfing.

Introducción

La familia Cactaceae comprende alrededor de 2000 especies y es nativa del Continente Americano, actualmente es cultivada mundialmente y varias especies son invasoras en otros continentes; las especies de esta familia están distribuidas en una gran diversidad de biomas, desde las selvas tropicales lluviosas hasta desiertos extremadamente áridos (Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada 1978; Anderson 2001; Novoa *et al.* 2014). En cada ambiente se muestra gran variedad de formas y hábitos de crecimiento (Anderson 2001; Bustamante & Búrquez 2005). Los cactus poseen características morfológicas y fisiológicas que les han permitido colonizar exitosamente los ambientes cálidos y áridos, como tallos suculentos capaces de almacenar y conservar el agua, reducción de la superficie transpiratoria al adquirir formas globosas, atrofia hasta estados vestigiales del limbo de las hojas o su transformación en escamas, espinas o glóquidas; engrosamiento de la cutícula y de las membranas celulósicas de los tegumentos; y la disminución y disposición hundida de los estomas con apertura nocturna, y un sistema fotosintético de tipo MAC (metabolismo ácido de las crasuláceas; Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada 1978; Durán & Méndez 2016).

Particularmente, las flores de los cactus son formadas a partir de una aréola, generando un brote corto especializado que se

compone de conjuntos de hojas especializadas que realizan funciones específicas en el proceso de reproducción sexual; consta de un receptáculo, un perianto, estambres o androceo y un pistilo o gineceo. Por lo regular sus flores son sésiles, solitarias y actinomórficas (Gibson & Anderson 1986; Anderson 2001; Pimienta & Castillo 2004; Mandujano *et al.* 2010). Las flores en las cactáceas suelen ser hermafroditas, en una misma flor se presentan los órganos masculinos (androceo) y los femeninos (gineceo). Posiblemente su forma, tamaño y color varían en función de los hábitos de los animales que actúan como polinizadores. Gran parte de las cactáceas poseen flores diurnas, con forma de campana y solitarias, con colores llamativos (amarillo, naranja, rojo o magenta) y son polinizadas por insectos (abejas o avispas) o aves (colibríes; Rowley 1980; Pimienta & Castillo 2004; Mandujano *et al.* 2010; Jiménez-Sierra 2011; Arias & Flores 2013). Aparentemente, la radiación evolutiva en las cactáceas está estrechamente relacionada con la radiación de los animales (Lunau 2004; Hernández-Hernández *et al.* 2014).

En general, las flores hermafroditas pueden autopolinizarse si el polen del mismo individuo llega a su propio estigma (autogamia) o al estigma de otra flor de la misma planta (geitonogamia) o bien puede presentar polinización cruzada (entrecruza), es decir, el polen de una flor

es depositado en otra flor de una planta distinta (Richards 1986; Barrett 2002). Sin embargo, la autopolinización puede ser desventajosa, pues limita la variación genética y no permite la adaptación a los cambios del entorno o al ataque potencial de patógenos; también puede conducir a la depresión por endogamia, o a la reducción en la sobrevivencia de los individuos cercanamente emparentados (Richards 1986; Barrett 2002a). Por esto, las poblaciones vegetales han desarrollado mecanismos para evitar la autogamia o al menos reducirla, separando temporalmente la maduración del gineceo y el androceo, proceso denominado como dicogamia, o con una separación espacial del gineceo y el androceo, es decir, hercogamia (Lloyd 1979; Lloyd & Webb 1986a; Lloyd & Webb 1986b).

La hercogamia se presenta en muchas plantas polinizadas por animales (Barrett 2002b); esta característica floral ha mostrado una correlación positiva con las tasas de entrecruza de las poblaciones con especies autocompatibles (Holtsford & Ellstrand 1992; Belaoussoff & Shore 1995; Takebayashi, Wolf & Delph 2006) y por esto mismo se ha considerado como mecanismo para prevenir la autopolinización. Sin embargo, la evidencia sugiere que la hercogamia más bien actúa como un mecanismo para reducir la interferencia entre las funciones reproductivas de los órganos masculinos y femeninos, lo que favorece el transporte de polen a plantas distintas, la recepción de polen de entrecruza y disminuye la posibilidad de una saturación del estigma causada por la recepción de polen propio (Lloyd & Webb 1986b; Barrett 2002b; Barrett 2003; Ruan & Jiang 2006; Herlihy & Eckert 2007). Además, por el comportamiento floral, la hercogamia deja de tener efecto cuando se

pierden las oportunidades de entrecruza y se facilita una autopolinización tardía (Dole 1992; Ruan & Jiang 2006)

La morfología floral es una piedra angular para la identificación taxonómica y estudios de la evolución de las plantas, ya que muestra características importantes de las flores, como su posición relativa en una inflorescencia, las posiciones de los diferentes órganos florales, su fusión, la simetría y detalles estructurales (Louis 2010). En cuanto a biología reproductiva, los estudios de biología y morfometría floral permiten la descripción de aspectos básicos de las interacciones (e.g. con polinizadores) y la historia de vida de las plantas (Martínez-Peralta & Mandujano 2012). Asimismo, el estudio de la morfometría floral puede proporcionar información acerca del sistema de apareamiento de la población, ya que el estudio de características reproductivas (funcionales o morfológicas) a nivel de flor da indicios de las condiciones en las que ocurre la autogamia y/o la entrecruza (Wyatt 1983; Richards 1986; Argueta *et al.* 2013).

En este trabajo se describieron los caracteres morfológicos florales de una población de *Thelocactus leucacanthus* ssp. *schmollii*, y se estudia si hay hercogamia; en conjunto esta evidencia será usada como indicadora de la estrategia reproductiva de esta especie y de su tipo de polinización.

Material y métodos

Especie de estudio

Thelocactus leucacanthus (Zucc. ex Pfeiff.) Britton & Rose presenta plantas simples o cespitosas (Foto 1), tiene tubérculos dispuestos en alrededor de 12 costillas, prominentes, de color verde grisáceo claro. Aréolas distantes entre sí, al principio con fieltro blanco amarillento. Espinas radiales 13 a 19,

Bruno Saldaña.



FOTO 1. Individuo de *Thelocactus leucacanthus* ssp. *schmollii* en floración en el sitio Agua del Ángel, en el municipio de Peñamiller, Querétaro.

radiadas, extendidas sobre el tubérculo, de color blanco grisáceo, al principio amarillentas, de 1.5 cm de longitud. Espina central 1, a veces ausente; cuando existe, más larga que las radiales. Flores de 4 cm de longitud; segmentos del perianto de 2.7 cm de longitud y 4 mm de ancho, acuminados, dentados, sedosos; filamentos amarillentos; estilo crema; lóbulos del estigma amarillentos (Foto 2); frutos verdes a verde amarillento y seco cuando maduros (Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada 1978). De esta especie se han reportado dos subespecies, *T. leucacanthus* subsp. *leucacanthus* (Zucc. ex Pfeiff.) Britton & Rose y *Thelocactus leucacanthus* ssp. *schmollii* (Werderm.) Mosco &

Bruno Saldaña.



FOTO 2. Acercamiento a una flor de *Thelocactus leucacanthus* ssp. *schmollii* en el sitio Agua del Ángel, en el municipio de Peñamiller, Querétaro.

Zanovello; ambas son diferenciadas por el color de la flor: la primera posee flores amarillentas y la segunda flores que van desde rosa a rojo carmín (Foto 2). La especie se distribuye en Hidalgo y Querétaro, México, de 1200 a 1900 m snm (Guzmán *et al.* 2003; Anderson 2001), pero la subespecie es microendémica de Querétaro (Sánchez *et al.* 2008). La floración sucede principalmente entre los meses de abril y agosto y la fructificación durante julio y septiembre, produciendo hasta 50 semillas por fruto (Sánchez *et al.* 2008). En el sitio de estudio se ha registrado que la especie presenta flores todos los meses exceptuando enero y diciembre (T. Fernández, datos no publicados).

Tania Fernández.

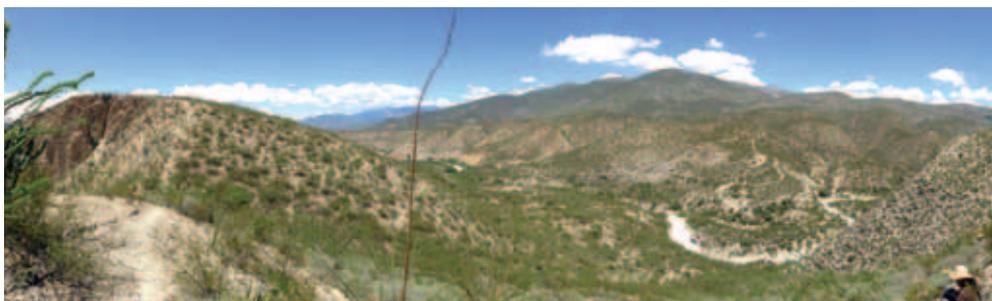
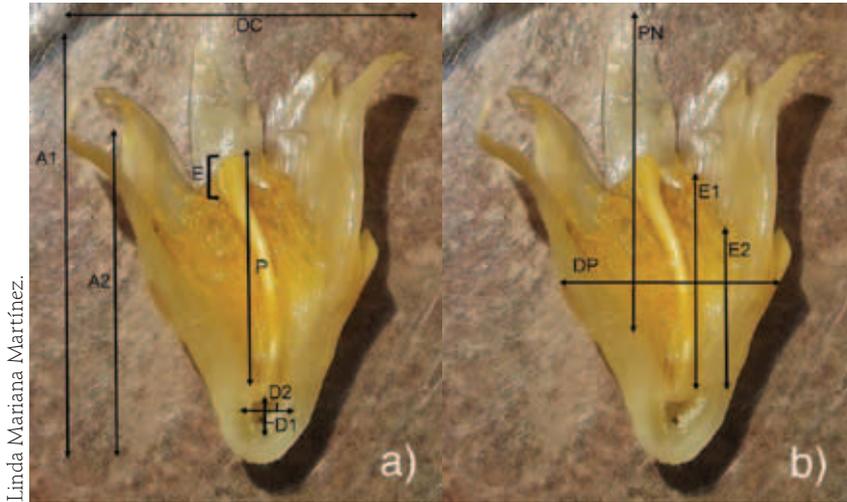


FOTO 3. Vista del sitio Agua del Ángel, municipio de Peñamiller, Querétaro en época de floración (junio 2016).



Linda Mariana Martínez.

FOTO 4. Caracteres florales de *Thelocactus leucacanthus* ssp. *schmollii*. Se muestran en a) altura total (A1), altura interna (A2), diámetro de la corola (DC), diámetro polar de la cámara ovárica (D1), diámetro ecuatorial de la cámara ovárica (D2), altura del pistilo (P), y número y longitud de los lóbulos del estigma (E). En b) la profundidad del nectario (PN), diámetro del perianto (DP), altura del estambre más largo (E1) y altura del estambre más corto (E2).

Sitio de estudio

Este estudio se llevó a cabo en Agua del Ángel, en el Municipio de Peñamiller, Querétaro y cuyas coordenadas son 20° 57' 6.9984" latitud N y 99° 43' 55.9986" Longitud O (Foto 3). La localidad se encuentra a 1420 m snm. El tipo de vegetación que predomina es matorral xerófilo (Rzedowski 2006); según la clasificación de Köppen modificado por García (2004) presenta un clima seco cálido BS₁hw(w)(e)g, con temperatura media anual de 21.9 °C, mínima de 17.6 °C y máxima de 25.2 °C y una precipitación anual de 509.5 mm (Estación Peña Miller; Jiménez 2016).

Morfometría floral

En julio de 2016 se colectaron 30 flores de *Thelocactus leucacanthus* ssp. *schmollii* que fueron preservadas en frascos con FAA (90 ml etanol al 30%, 5 ml ácido acético glacial y 5 ml formaldehído al 40%; Dafni 1992). Posteriormente se realizaron medidas morfométricas de cada flor en el laboratorio con un vernier digital (Gimex). Se midieron las siguientes variables en milímetros (mm):

altura total (A1), altura interna (A2), diámetro de la corola (DC), diámetro polar de la cámara ovárica (D1), diámetro ecuatorial de la cámara ovárica (D2), altura del pistilo (P), longitud y número de lóbulos del estigma (E), profundidad del nectario (PN), diámetro del perianto (DP), altura del estambre más largo (E1) y altura del estambre más corto (E2) (Foto 4a,b).

Para cada variable se obtuvo la media, el error estándar (EE), los valores mínimos y máximos. En el caso de la hercogamia, se utilizaron las alturas de los pistilos y de los estambres más largos (Foto 4), estos datos se analizaron con una prueba de *t*-pareada para saber si existen diferencias significativas entre la altura de pistilos y los estambres. Los análisis se realizaron con el programa JMP 10 (SAS Institute).

Resultados

Las flores en esta población de *Thelocactus leucacanthus* ssp. *schmollii* son de color violeta o purpúreo rosado (Foto 2).

CUADRO 1. Descripción de las características florales medidas de *Thelocactus leucacanthus* ssp. *schmollii* ($N=30$ flores de plantas distintas) en una población ubicada en la localidad Agua del Ángel, en el municipio de Peñamiller, Querétaro, México. Valor medio, mínimo, máximo y error estándar (EE).

Caracteres florales	Media \pm EE	Min-Máx
Altura total (mm)	33.73 \pm 0.67	27.13-39.86
Altura interna (mm)	27.2 \pm 0.65	20.19-34.01
Diámetro de la corola (mm)	19.99 \pm 1.05	9.15-34.01
Diámetro del perianto (mm)	13.42 \pm 0.38	9.49-17.12
Profundidad de la cámara nectarial (mm)	15.45 \pm 0.44	11.49-21.77
Altura del pistilo (mm)	16.85 \pm 0.33	13.77-21.01
Altura del estambre más corto (mm)	5.35 \pm 0.20	3.41-7.78
Altura del estambre más largo (mm)	11.86 \pm 0.31	8.47-16.7
Diámetro polar de la cámara ovárica (mm)	2.34 \pm 0.21	0.86-6.95
Diámetro ecuatorial de la cámara ovárica (mm)	2.64 \pm 0.22	0.95-7.92
Longitud de lóbulos del estigma (mm)	3.52 \pm 0.16	2.3-5.61
Número de lóbulos en el estigma	7 \pm 0.28	2-10

De las 30 flores analizadas, se tiene que en promedio la altura es de 33.7 \pm 09.67 mm, teniendo como valor mínimo 27.13 mm y como máximo 39.86 mm (La media \pm EE, mínimos y máximos de las otras variables en el Cuadro 1).

La *t*-pareada indica que *Thelocactus leucacanthus* ssp. *schmollii* presenta hercogamia homomórfica ($t= 14.333$; $P < 0.0001$; $gl= 29$), pues los órganos sexuales (los estambres y pistilos) están separados espacialmente, siendo los pistilos más altos que los estambres en todas las flores medidas (Fig. 1).

Discusión

Los resultados obtenidos muestran que existen diferencias con lo descrito anteriormente; Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada (1978) reportan que la longitud floral de *T. leucacanthus* ssp. *schmollii* es en promedio de 4 cm, mientras que nosotros encontramos

un promedio menor de 3.3 cm; pero Sánchez *et al.* (2008) reportan que el tamaño de las flores puede variar de 2 a 4.5 cm. Esta variación en el tamaño floral puede ser consecuencia de procesos que involucran no sólo la interacción con los polinizadores, sino también con depredadores florales o robadores de néctar, e incluso aspectos relacionados al ambiente abiótico en el que las plantas están sometidas (Galen 1999). No obstante, también se encontraron algunas coincidencias. Tal es el caso de la longitud interna (o segmentos del perianto), quien según Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada (1978) y nuestras indagaciones, miden 2.7 cm de longitud aproximadamente. Las referencias anteriores también coinciden en el color de la flor, que tiende a tornarse rosa o color rojo carmín (Foto 2).

Si bien es cierto que se concuerda con la observación del tono de los lóbulos del estigma es generalmente amarillento, hay

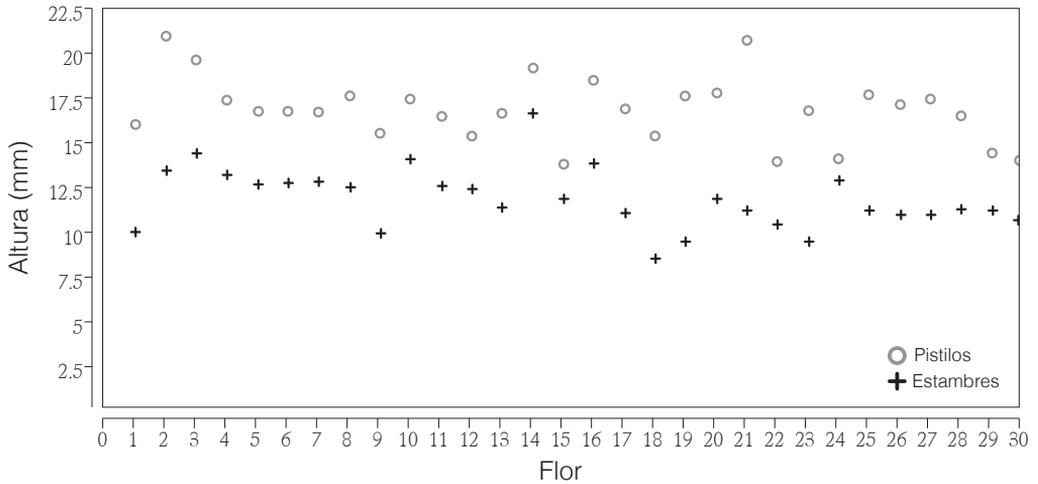


FIGURA 1. Hercogamia en *Thelocactus leucacanthus* ssp. *schmollii*. Se muestra la longitud de los órganos sexuales agrupados por flor (estambres 11.86 ± 0.31 mm, pistilos 16.85 ± 0.33 mm; media \pm EE.; $N=30$).

diferencias en el número de lóbulos. En el texto de Britton y Rose (1919) se maneja una cifra de alrededor de 5 a 6 lóbulos, sin embargo, aquí se halló un promedio de 7 lóbulos. Incluso se llegaron a encontrar hasta 9 y 10 lóbulos en el estigma de una sola flor. Además, una flor tuvo 2 lóbulos, este reducido valor puede deberse a un evento de florivoría previo a la recolecta de las flores, pero también vuelve necesario evaluar si hay algún proceso que detenga la maduración de las estructuras femeninas y provoque un desarrollo atrofiado de algún tejido como por ejemplo, el estigma; convirtiendo a una flor hermafrodita a una unisexual cuando madura (Orozco-Arroyo *et al.* 2012).

Las flores de *Thelocactus* presentan diversas semejanzas y distinciones. Haciendo comparaciones de nuestra subespecie con otras del mismo género, podríamos determinar lo siguiente: *Thelocactus bicolor* sólo se asemeja en el color, ya que las longitudes promedio de su flor son evidentemente más grandes (alrededor de 3.5-6.2 cm de largo y 4-8 de diámetro). Por el contrario,

Thelocactus conothelos presenta variaciones en su color, que va desde púrpura a magenta, de blanco a amarillo y de amarillo a naranja-amarillo; pero muestra similitudes en las medidas del largo de la flor (mas no en su diámetro; Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada 1978; Anderson 2001). La gran mayoría de flores de este género presenta un tono violáceo, magenta o variedades similares. Las flores de *Thelocactus hexaedrophorus*, *T. rinconensis* y *T. tulensis* tienen un color predominantemente blanco y *T. setispinus* posee tonos más bien amarillentos. *T. leucacanthus* ssp. *schmollii* muestra similitudes en la medidas morfométricas (altura y diámetro) de las flores de las últimas cuatro especies mencionadas, sin embargo, posee una gran diferencia en la coloración del perianto (Anderson 2001).

Encontramos que *T. leucacanthus* ssp. *schmollii* presenta hercogamia. La presencia de hercogamia suele ser interpretado como un mecanismo que reduce la autofecundación y promueve la polinización cruzada (Wyatt 1983; Weberling 1992). No existe

literatura que reporte la biología floral relacionada a las estrategias de hercogamia y dicogamia del género *Thelocactus*, pero se ha reportado que la presencia de hercogamia llega a estar acompañada de sistemas de autoincompatibilidad, posiblemente como en el género *Ariocarpus* (e.g. Martínez Peralta *et al.* 2014) obligando a la especie a reproducirse por entrecruza. Hay otros casos en los que la presencia de hercogamia no necesariamente implica que se frene la autogamia, por ejemplo, en *Melocactus curvispinus* se reporta la existencia de hercogamia como una estrategia para favorecer la recepción de polen externo que se va reduciendo conforme la flor va envejeciendo (Nassar & Ramírez 2004) proceso que se repite en otras especies de angiospermas (Dole 1992; Ruan & Jiang 2006). Posiblemente la presencia de esta estrategia está relacionada a la evasión de una auto-interferencia para así recibir polen de entrecruza. Sin embargo, un aumento de la separación espacial puede disminuir la eficacia de la transferencia de polen de una flor a otra (Lloyd & Webb, 1986).

La base morfológica de variación en la hercogamia puede determinar cómo influye en otros componentes del sistema de apareamiento. Por ejemplo, la variación en hercogamia debido a la posición de anteras podría afectar a la exportación de polen. Por el contrario, la variación en hercogamia debido a la posición del estigma puede afectar la deposición de polen y, en consecuencia, el número de semillas. Como resultado, la variación fenotípica en la hercogamia puede estar sujeta a selección a través de su influencia sobre varios componentes del éxito reproductivo (Herlihy & Eckert 2006). Cómo se comportan diferentes partes florales (estilo, estambre, polen, corola, etc.) puede tener un significado evolutivo,

incluyendo la reducción de la interferencia intrafloral de los sexos, la evasión de la autopolinización, a que se promueva la autopolinización tardía, y la respuesta a un ambiente difícil (Ruan & Jiang 2006).

Por último, los sistemas de apareamiento son todos los aspectos de expresión sexual en plantas que de alguna manera afectan la contribución genética a los individuos de la siguiente generación (Richards, 1986). Para poder determinar qué sistema de apareamiento reside en una especie, es necesario conocer tres características fundamentales: diámetro de la flor, la presencia de hercogamia y la presencia de dicogamia. Poseemos dos aspectos de los citados, pues el diámetro promedio de las flores es de 19.99 mm y existe una separación espacial entre los sexos, pero desconocemos la existencia de una separación temporal (dicogamia), aunque con sólo estos dos caracteres se puede proponer que se favorece la entrecruza por lo que es necesaria la visita de polinizadores, posiblemente abejas dado el hábito diurno, el tamaño, y la simetría radial de la flor (Mandujano *et al.* 2010) y/o colibríes por su color (Rowley 1980).

Agradecimientos

Agradecemos al programa de *Jóvenes hacia la investigación* de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia UNAM por la participación de Misael Mejía en las estancias cortas del 6 de junio al 1° de julio del año 2016. Agradecemos también al financiamiento del proyecto PAPIIT-UNAM IN207411-3, SEP-Conacyt 221362 y del presupuesto otorgado a María C. Mandujano por el Instituto de Ecología, UNAM. El Dr. Humberto Suzán-Azpiri y Dr. Jordan Golubov fueron los editores del artículo. Agradecemos los comentarios de los revisores anónimos.

Literatura citada

- Anderson E. 2001. *The Cactus family*. Timber Press, Oregon, EUA.
- Argueta-Guzmán M, Barrales-Alcalá D & Galicia-Pérez A. 2013. Sistema reproductivo y visitantes florales de *Zephyrantes carinata* Herb (Asparagales: Amaryllidaceae). *Cact Suc Mex* **58**:100-117.
- Arias S, Flores J. 2013. La familia Cactaceae, páginas 492-504. En Márquez J, Collazo M, Martínez M, Orozco A & Vázquez S. (eds), *Biología de Angiospermas*. UNAM, CDMX. México.
- Barrett S. 2002a. The evolution of plant sexual diversity. *Nature Rev Genet* **3**:274-284.
- Barrett S. 2002b. Sexual interference of the floral kind. *Heredity* **88**:154-159.
- Belaousoff S & Shore J. 1995. Floral correlates and fitness consequences of mating-system variation in *Turnera ulmifolia*. *Evolution* **49**:545-556.
- Bravo-Hollis H & Sánchez-Mejorada H. 1978. *Las Cactáceas de México*. Vol I y II. UNAM, CDMX. México.
- Britton N & Rose J. 1919. *The Cactaceae: Descriptions and Illustrations of Plants of the Cactus Family*. Washington. The Carnegie Institution of Washington, Washington, USA.
- Bustamante E & Búrquez A. 2005. Fenología y biología reproductiva de cactáceas columnares. *Cact Suc Mex*. **50**:68-88.
- Dafni A. 1992. *Pollination ecology*. Oxford University Press, Oxford.
- Dole J. 1992. Reproductive assurance mechanisms in three taxa of the *Mimulus guttatus* species complex (Scrophulariaceae). *Am J Bot*. **79**:650-659.
- Durán R & Méndez M. 2016 Cactáceas. En Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. Revisado abril. 191-192. <http://www.cicy.mx>. Julio 2016
- Galen C. 1999. Why do flowers vary? *Bio Science*. **49**:631-640.
- García E, 2004. *Modificaciones al Sistema de clasificación climática de Köppen*. Número 6. Instituto de Geografía, UNAM. CDMX. México.
- Gibson A & Nobek P. 1986. *The cactus primer*. Harvard University Press, Boston, MA.
- Gúzman U, Arias S & Dávila P. *Catálogo de Cactáceas Mexicanas*. UNAM. CDMX. México.
- Hernández-Hernández T, Brown J, Schlumpberger B, Eguiarte L & Magallón S. 2014. Beyond aridification of cacti in the New World Succulent Biome. *New Phytol* **202**:1382-1397.
- Herlihy C & Eckert C. 2006. Evolutionary Analysis of a Key Floral Trait in *Aquilegia canadensis* (Ranunculaceae): Genetic Variation in Herkogamy and its Effect on the Mating System. *Evolution*. **61**:1161-1174.
- Holtsford T & Ellstrand N. 1992. Genetic and environmental variation in floral traits affecting outcrossing rate in *Clarkia tembloriensis* (Onagraceae). *Evolution* **46**:2016-225.
- Jiménez G. 2016. Demografía de *Mammillaria parkinsonii* Ehrenberg 1980 (Cactaceae) en la localidad Agua del Ángel en el municipio de Peñamiller, Querétaro, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, CDMX.
- Jiménez-Sierra. 2011. Las cactáceas mexicanas y los riesgos que enfrentan. Volumen 12. 3-23 pp. Revista Digital Universitaria. <http://www.revista.unam.mx>. Julio 2016
- JMP®, Versión 10. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1989-2007.
- Lloyd D. 1979. Some Reproductive Factors Affecting the Selection of Self-Fertilization in Plants. *Amer Nat*. **113**:67-79
- Lloyd D & Webb C. 1986a. The avoidance of interference of pollen and stigmas in angiosperms. I. Dichogamy. *New Zeal J Bot*. **24**:135-162.

- Lloyd D & Webb C. 1986b. The avoidance of interference of pollen and stigmas in angiosperms. II. Herkogamy. *New Zeal J Bot.* **24**:163-178.
- Louis P. 2010. *Floral diagrams*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Lunau K. 2004. Adaptive and coevolution- pollination biology case studies. *Org Divers Evol.* **4**:207-224.
- Mandujano M, Carrillo-Ángeles I, Martínez-Peralta C & J Golubov. 2010. Reproductive Biology of Cactaceae, páginas 197-230. En Ramawat K (ed.). *Desert plants*. Sukhadia University, India.
- Martínez-Peralta C & Mandujano M. 2012. Biología de la polinización y fenología reproductiva del género *Ariocarpus* Scheidweiler (Cactaceae). *Cact Suc Mex* **57**:114-127.
- Martínez-Peralta C, Márquez-Guzmán J & Mandujano M. 2014. How common is self-incompatibility across species of the herkogamous genus *Ariocarpus*? *Am J Bot.* **101**:530-538.
- Nassar J & Ramírez N. 2004. Reproductive biology of the melon cactus. *Melocactus curvispinus* (Cactaceae). *Plant Syst Evol* **248**:31-44.
- Nobel S. 2002. *Cacti: Biology and Uses*. University of California Press. California, USA.
- Novoa A, Le Roux J, Robertson M, Wilson J & Richardson D. 2014. Introduced and invasive cactus species: a global review. *AoB Plants* **7**:1-14.
- Orozco-Arroyo G, Vázquez-Santana S, Camacho A & Dubrovsky J. 2012. Inception of maleness: auxin contribution to flower masculinization in the dioecious cactus *Opuntia stenopetala*. *Planta.* **236**: 225-238.
- Pimienta E & del Castillo R. 2002. Reproductive biology, páginas 75-90. En Nobel P (ed.). *Cacti: biology and uses*. University of California Press. Berkeley, USA.
- Richards J. 1986. *Plant Breeding Systems*. Chapman & Hall Press. London, England.
- Rowley G. 1980. Pollination syndromes and cactus taxonomy. *Cact Succ J Gr Brit* **42**:95-98.
- Ruan C & Jiang G. 2006 Adaptive significance of herkogamy and floral behavior. *Chinese J Plant Ecol* **30**:210-220.
- Takebayashi N, Wolf D & Delph F. 2006. Effect of variation in herkogamy on outcrossing within a population of *Gilia achilleifolia*. *Heredity.* **96**:159-165.
- Weberling F. 1992. *Morphology of flowers and inflorescences*. Cambridge University Press. England.
- Wyatt R. 1983. Pollinator-plant interactions and the evolution of breeding systems, páginas 404-418. En Real L (ed.). *Pollination biology*. Academic Press. Orlando, USA.
- Sánchez E, Chávez R, Hernández J & Hernández M. 2008. Especies de Cactaceae prioritarias para la conservación en la zona árida que-retano hidalguese. CONCYTEQ <<http://www.concyteq.edu.mx>> Julio 2016.

Recibido: diciembre 2016; Aceptado: enero 2017
 Received: December 2016; Accepted: January 2017



Nota sobre *Pachyphytum brevifolium*

Meyrán García J

Pachyphytum brevifolium fue descrito por Rose en 1905 de una planta colectada por Dugués cerca de Guanajuato en enero de 1898 (Foto 1). Muchos botánicos han escrito sobre esta planta, casi siempre la han confundido con otras especies, algunos con *P. hookeri*, otros con *P. compactum*, incluso Eric Walther describió una especie de Hidalgo como *P. brevifolium*, que años más tarde Reid Moran denominó *P. glutinicaule*.

Si nos basáramos en todas las descripciones y opiniones de todos los interesados nunca llegaríamos a una conclusión satisfactoria, por eso creo que lo más correcto es basarse en la descripción original solamente y comparar esos datos con la planta hallada recientemente.

Javier Castañón encontró en el Estado de Guanajuato, más o menos cerca de la ciudad de Guanajuato, en la Cañada de la Virgen, una planta que pensó podría ser *P. brevifolium*. Me dio un ejemplar (Meyrán 6424) el cual floreció entre octubre y noviembre de 2014. Al principio pensé en *P. hookeri*, pero al ver que sus pétalos sobresalían muy poco del cáliz creo que si corresponde a *P. brevifolium*. A continuación pongo la descripción de esta planta:

Pachyphytum brevifolium

Tallo amarillento beige, hasta de 20 cm de altura, 7-8 mm de diámetro, con la corteza algo agrietada en la parte inferior; hojas más o menos amontonadas hacia la punta, oblongas a oblanceoladas, obtusas, base algo angostada, redondeada, de 18-25 mm de longitud, 8-11 mm de ancho. 4-6 mm de grosor, verde algo oscuro, ápice poco



Jorge Meyrán.

Foto 1. Espécimen de herbario colectado por A. Dugués cerca de Guanajuato, México, enero de 1898 (no. 155). Tipo en Gray Herbarium, fragmentos en U.S. National Herbarium.

rojizo. Tallo floral de unos 12 cm de altura a la primera flor, 3 mm de diámetro en la parte inferior, algo agrietado abajo, arriba liso, verdoso; hojas del tallo floral 6, oblongas, subagudas, de base redondeada, de 6-9 mm de largo, 2.5-3 mm de ancho; brácteas similares a las hojas del tallo floral, no imbricadas, inflorescencia en cincino con 7 flores, pedicelos de 11 mm de largo, 1-1.5 mm de diámetro, rosados; cáliz redondeado o algo cónico, de 6 mm de diámetro, 4 mm de alto, rosado. sépalos casi iguales, lanceolados a ovados, obtusos, de 6-7.5 mm de largo, 1.5-3 mm de ancho, rosados abajo, verde oscuro en 2/3 superiores; corola sobresaliendo 1-1.5 mm de los sépalos, pétalos de 9 mm de longitud, 2-5-3 mm de ancho, subagudos, cara exterior aquillada, amarillenta abajo, roja

en 2/3 superiores, no unidos abajo con los laterales, cara interna con cavidad nectarial poco marcada, amarillo pálido, apéndices de 1.5 mm de largo, amarillentos; filamentos epipétalos de 4 mm de largo, los antisépalos de 5 mm casi libres hasta la base, anteras amarillentas; ovarios de 5 mm de largo por 2 mm de ancho, pistilos de 1.5 mm rojizos, estigmas blanquecinos; nectarios oblongos, de 1-5 mm de ancho, amarillos.

Ahora comparemos estos datos con la descripción de Rose en *North American Flora*, volumen 22, parte 1^a, página 12:

5. *Pachyphytum brevifolium* Rose, sp. nov: Tallo corto, 4-5 cm de largo en los ejemplares vistos. Hojas muy cortas, de 1-2 cm de largo, sin duda teretes en sección, seguramente muy túrgidas, obtusas, blanquecinas, quizás glaucas; pedúnculo de 1-2 cm de largo; racimo con pocas flores; pedicelos de 4-5 mm de largo; cáliz de 6 mm de largo, sus lóbulos iguales, anchos y obtusos, casi ocultando la corola, adheridos cerca de la base, segmentos de la corola anchos y delgados, casi libres hasta la base, más largos que los estambres; los 5 estambres que alternan con los pétalos libres hasta la base, los otros 5 en los pétalos y los apéndices en la base.

Por algunas expresiones de Rose es casi seguro que la descripción se basó en una hoja de herbario, "sin duda teretes", "seguramente muy túrgidas", y "quizás glaucas", lo cual conduce a una descripción mediocre.

La longitud del tallo no creo tenga importancia, 4-5 contra 20 cm, hojas de 1-2 cm contra 1.8-2.5 cm, son muy similares, pedúnculo o tallo floral de 1-2 cm contra

12 cm, pedicelos de 4-5 mm contra 11 mm de largo. Creo que estos caracteres cambian con frecuencia, aun en una misma planta.

Coinciden las dos plantas en el tamaño de las hojas, obtusas, pocas flores; sépalos casi iguales casi ocultando la corola, segmentos de la corola casi libres hasta abajo, los estambres antisépalos casi libres hasta abajo. Lo único diferente es la longitud del tallo floral, 1-2 cm en la descripción de Rose sin decir si es a la primera flor o es total incluyendo la inflorescencia, mientras que en la plantas de la cañada de la Virgen mide 12 cm a la primera flor. No creo que nadie describa una nueva especie solamente por el tamaño del tallo floral.

Rose no señala si las brácteas están imbricadas o no, ni el color de los pétalos, lo cual serviría para poder colocarla en alguna de las Series.

Por las similitudes señaladas anteriormente y por su situación cerca de la ciudad de Guanajuato, creo que esta planta corresponde a *Pachyphytum brevifolium*, la cual había sido colocada en la Serie Pachyphytum, pero por carecer de brácteas imbricadas, y la mancha roja en el centro de los pétalos, su situación cambia a la Serie Diotostemon.

Literatura citada

- Rose JN. *North American Flora*. no. 22, parte 1:12
 Moran R. 1963. *Pachyphytum brevifolium* and *P. glutinicaule*, a new species from Hidalgo. *Cact Succ J* **35**:35-40.
 Moran R. 1990. *Pachyphytum hookeri*. *Cact Succ J* **62**:236-241.
 Moran R. 1991. *Pachyphytum compactum*. *Cact Succ J* **63**:30-34.

Recibido: junio 2016; Aceptado: septiembre 2016.
 Received: June 2016; Accepted: September 2016.

Reseña del libro *Taxonomía de las Cactáceas*

Morales Sandoval JJ

Reseña: Lodé Joël. 2015. *Taxonomía de las Cactáceas*. La nueva clasificación de los Cactus basada en la investigación molecular y explicada. Vol I y II. Cactus Adventures Editions.

Han pasado ya casi diez años desde la última publicación de una obra tan completa en cuanto a la clasificación de la familia *Cactaceae*, que como sabemos es una importante familia de plantas con una amplia distribución en el Continente Americano (Bravo 1978) y que su clasificación, si bien no ha sido fácil ha estado siempre sujeta a cambios.

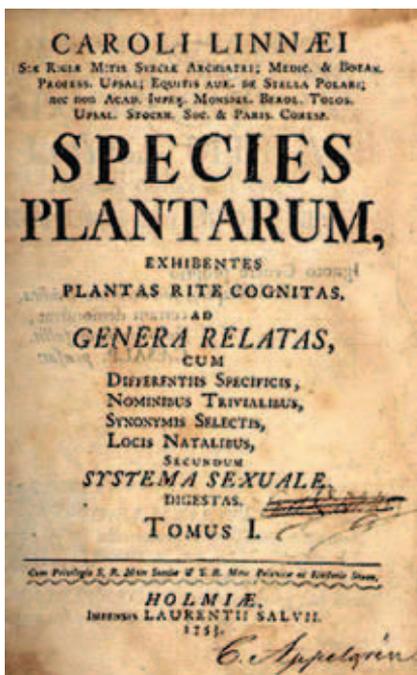


FOTO 1. Portada de *Species Plantarum*, escrito por Carlos Linneo en 1753.

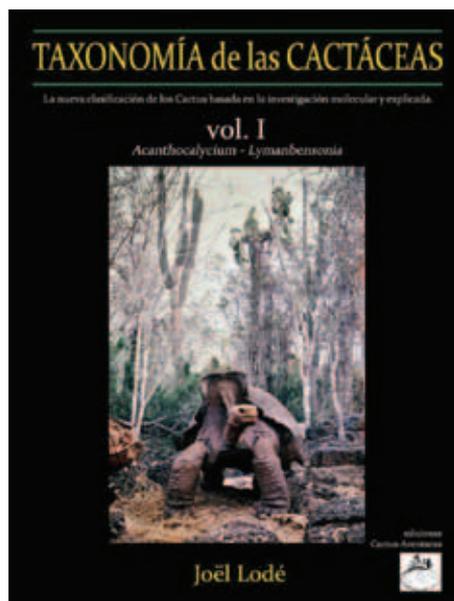


FOTO 2. Portadas de *Taxonomía de las Cactáceas*, volúmenes 1 y 2.

Recordando un poco de la historia de esta gran familia, han aparecido diversas obras científicas que han buscado clasificar a estas maravillosas plantas, una de las primeras obras que aparecieron fue el trabajo de Linneo, *Species Plantarum* (1753) en donde se incluyeron 22 especies conocidas en ese momento en un solo género llamado "Cactus" (Foto 1).

Posteriormente aparecieron otras obras como *Revue de la Famille des Cactées* (1828) de Candolle en donde reconoce 174 especies en 7 géneros, *Enumeratio Diagnostica Cactearum* (1837) de Pfeiffer, en donde reconoce 10 géneros, *Cactearum Genera Nova* (1839) de Lemaire en donde ordena la familia en 2 tribus, *Cacteeae in Horto* (1844) de von Salm-Dyck y reconoce 20 géneros en 7 tribus, *Gesamtbeschreibung der Kakteen*, (1897-1899) de K. Schumann que propone dividir a la familia en 3 subfamilias.

Para el siglo XX aparece la obra ya clásica *The Cactaceae* (1919-1923) de los doctores Britton & Rose, en el que aparecen 124 géneros con 1235 especies reconocidas, años después *Kakteenlexikon* (1966) de Curt Backeberg donde reconoce 230 géneros y más de 3000 especies con su distribución geográfica, *The Genera of the Cactaceae* (1986-1990) de D.R. Hunt & N.P. Taylor, reconocen 3 subfamilias, y dividen en 7 grupos a la subfamilia *Cactoideae*. Posteriormente aparece el trabajo de W. Barthlott & D.R. Hunt "Cactaceae" en *The Families and Genera of Vascular Plants* (1993) en donde se reconocen 3 subfamilias, *Pereskioideae*, *Opuntioideae* y *Cactoideae*, esta última dividida en 9 tribus.

Para el presente siglo aparecieron dos obras importantes: la primera *The Cactus Family* (2001) del eminente cactólogo Edward F. Anderson que divide a la familia en cerca de 126 géneros con 1900 especies

aproximadamente, la otra obra es *The New Cactus Lexicon* (2006) de D.R. Hunt, que reconoce 124 géneros con 1438 especies.

Recientemente, apareció un nuevo libro, *Taxonomía de las Cactáceas* (Foto 2) publicado por el señor Joël Lodé, naturalista, editor de la revista *Cactus Adventures* y miembro de la IOS (International Organization for Succulent Plant Study). Esta magnífica obra basada esencialmente (pero no únicamente) en genética molecular (ADN) y publicado en dos volúmenes, reconoce 177 géneros y cerca de 2360 taxones entre especies y subespecies en orden alfabético, con sus casi 1300 páginas en total (Foto 3), en las cuales incluye 177 mapas de distribución, semillas ilustradas para cada género y más de 360 especies fotografiadas al microscopio digital. También incluye ilustraciones de polinizadores y dispersores, gráficos de mínima y máxima altitud, etimología ilustrada de los géneros, descripción de los hábitats para cada género, distribución geográfica precisa de cada género, 22 mapas geográficos de los países donde se encuentra esta familia, cerca de más de 9500 fotos con las plantas fotografiadas en el hábitat y en colección, en diferentes estados de crecimiento, con las flores, los frutos y las semillas. Además cuenta con un glosario, bibliografía con más de 500 citas, índice y sinónimos. Como se puede apreciar por lo expuesto anteriormente es un libro que ha ido mucho más allá que cualquiera otra obra publicada hasta el momento y que sin duda la calidad en su contenido es digno de admirar.

Esta obra tan prometedora además de ser publicada en los idiomas Inglés y Francés también se encuentra en Español, y es de celebrarse siempre entre la comunidad científica y de aficionados que una obra se encuentre en habla castellana.

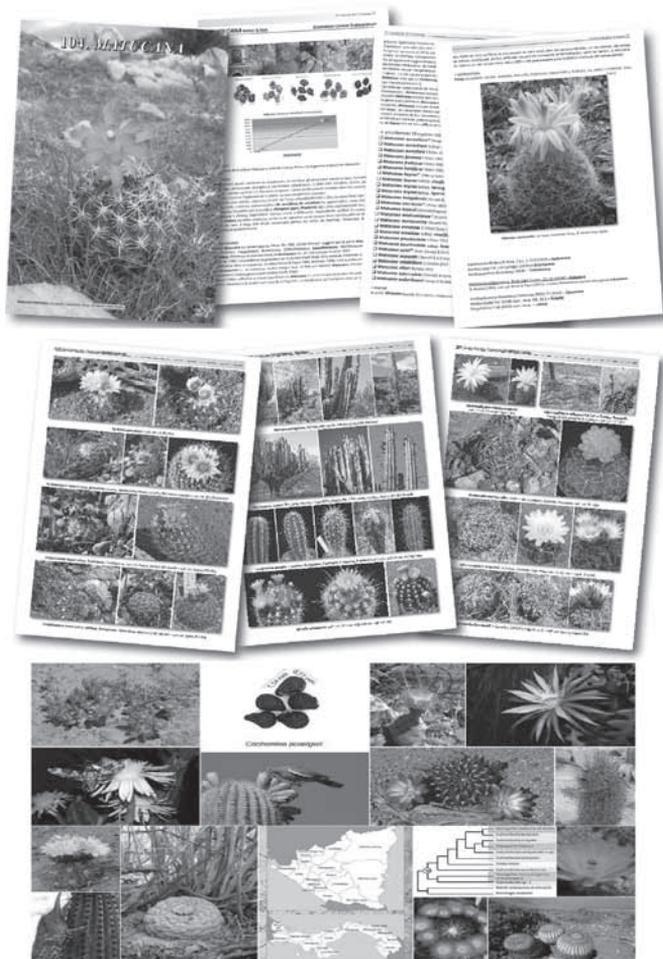


FOTO 3. Páginas interiores del libro *Taxonomía de las Cactáceas*.

Literatura Citada

- Anderson EF. 2001. *The Cactus Family*. Timber Press Portland, Oregon, USA.
- Bravo-Hollis H. 1978. *Las Cactáceas de México. Vol. I*. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Bravo Hollis H & Scheinvar L. 1999. *El Interesante Mundo de las Cactáceas*, FCE. México.
- Britton NL & Rose JN. 1919-1922. *The Cactaceae*. Carnegie Institute Washigton, Publication 248 (reimpreso por Dover, New York).
- Guzmán CLU. 1997. Grupos taxonómicos, páginas 31-41. En *Suculentas mexicanas. Cactáceas*. Conabio. Semarnat. UNAM.
- Hunt D. 2006. *The New Cactus Lexicon*. DH Books, Milborne Port.
- Pfeiffer L. 1837. *Enumeratio Diagnostica Cactearum Hucusque Cognitarum*. Berolini.
- Salm-Dyck J. 1844. *Cactaeae in Horto Dyckensi Cultae*. E. Typis Crapelet. Paris.
- Taxonomía de las Cactáceas. http://cactus-aventures.com/Taxonomia_de_las_Cactaceas_ESP.html Consultada diciembre de 2015.

CACTÁCEAS Y SUCULENTAS MEXICANAS CALENDARIO 2017

calendario
2017
SUCULENTAS
COMESTIBLES

ENERO

L	M	J	V	S	D
					1
2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31

FEBRERO

L	M	J	V	S	D
					1
2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	

MARZO

L	M	J	V	S	D
					1
2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31

ABRIL

L	M	J	V	S	D
					1
2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	

MAYO

L	M	J	V	S	D
					1
2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31

JUNIO

L	M	J	V	S	D
					1
2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	

JULIO

L	M	J	V	S	D
					1
2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31

AGOSTO

L	M	J	V	S	D
					1
2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31

SEPTIEMBRE

L	M	J	V	S	D
					1
2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	

OCTUBRE

L	M	J	V	S	D
					1
2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31

NOVIEMBRE

L	M	J	V	S	D
					1
2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	

DICIEMBRE

L	M	J	V	S	D
					1
2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31

De venta en Tigridia (Tienda del Jardín Botánico Exterior de Ciudad Universitaria) y en el Laboratorio de Genética y Ecología del Instituto de Ecología, UNAM. Lab. Taxonomía y Sistemática, CBS. Edif. Biología, UAM-Xochimilco y Jardín Botánico Regional de Caderyeta de Montes, Qro.

Costo: \$30.00

Lista de revisores durante el 2016

Los editores de la revista *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* agradecen a los miembros del consejo editorial y a los siguientes árbitros que generosamente dieron su tiempo para la revisión de los manuscritos que fueron sometidos a dictamen durante el 2016.



Dr. Salvador Arias – *Jardín Botánico, Instituto de Biología, UNAM*

Dr. Oscar Briones – *Instituto de Ecología, A.C*

Dr. Israel Carrillo Angeles – *Universidad Autónoma de Querétaro*

Dr. Alejandro Casas – *Instituto de Investigaciones en ecosistemas y sustentabilidad, UNAM-Michoacán*

M. en C. Francisco González Medrano † – *Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco*

M. en C. Donají López Flores – *Posgrado en Ciencias, UAM.*

Dra. Guadalupe Malda – *Universidad Autónoma de Querétaro*

M. en C. Gladys Manzanero Medina – *CIIDIR, IPN-Oaxaca*

Dra. Concepción Martínez Peralta – *CIByC, Morelos*

Biól. Linda Mariana Martínez Ramos – *Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM*

M. en C. Beatriz Maruri – *Jardín Botánico Regional "Ing. Manuel González de Cosío", Cadereyta, Querétaro*

Dr. Jafet Nassar – *Instituto Venezolano de Investigación Científica*

Dr. Pablo Ortega Baes – *Universidad de Salta, Argentina*

Dra. Mónica Quejeiro – *Universidad Autónoma de Querétaro.*

Dra. Mariana Rojas Aréchiga – *Instituto de Ecología, UNAM*

Dr. Humberto Suzán Azpiri – *Universidad Autónoma de Querétaro*

Asimismo, invitamos a la comunidad de expertos que estén interesados en participar en el proceso de revisión de manuscritos que versan sobre plantas suculentas a que envíen su currículum vitae y su área de especialización o interés a: mrojas@ecologia.unam.mx

Normas editoriales

(Instructions for authors)

Cactáceas y Suculentas Mexicanas es una revista trimestral de circulación internacional. Esta revista está disponible para toda contribución original científica o de divulgación sobre las cactáceas y otras plantas suculentas. La publicación contará con registro para asignar DOI en breve.

Texto

Presentarlo en hojas tamaño carta a doble espacio (incluyendo cuadros), con márgenes de 2.5 cm, numeradas consecutivamente, sin errores tipográficos, usando fuente Times New Roman de 12 puntos. Las contribuciones pueden ser en español o en inglés. Los nombres científicos para la familia Cactaceae, seguirán la nomenclatura de Guzmán U, Arias S & Dávila P. 2003. *Catálogo de cactáceas mexicanas*. UNAM, Conabio. México, D.F. y para las crasuláceas: Meyrán J & López L. 2003. *Las crasuláceas de México*. Sociedad Mexicana de Cactología, A.C. México, D.F. La nomenclatura de cactáceas y suculentas de otros países deben apegarse a Anderson (2001) y Hunt (2006). Los nombres científicos se anotarán con cursivas citando el género sin abreviar la primera vez que se mencione en el cuerpo del texto, las subsecuentes podrá abreviarse el género. Los encabezados de las secciones deberán estar en negritas y centrados. El texto deberá incluir los siguientes puntos: **Título.** **Autor(es):** Apellido y nombre (sin negritas) e indicar con superíndices numerados la referencia a la institución de adscripción y además con un asterisco el autor de correspondencia. El nombre y dirección del autor(es) debe incluirse como nota al pie de página, incluyendo el correo electrónico del autor(es) de correspondencia. **Resumen:** En español, máximo de 300 palabras. **Abstract:** En inglés debe proporcionar información detallada del trabajo, mencionando el objetivo, la especie y el sitio de estudio, breve metodología, resultados y conclusión. **Palabras Clave:** Máximo de seis, en ambos idiomas y ordenadas alfabéticamente, sin repetir palabras del título. **Introducción:** La introducción debe de mencionar las razones por las que se hizo el trabajo, la naturaleza de las hipótesis y los antecedentes esenciales. **Material y métodos:** Ésta sección debe de describir en suficiente detalle las técnicas utilizadas para que pueda ser repetido. Deberán incluirse descripción de la(s) especie(s) de estudio y del sitio del estudio y enviar fotografías de las especies, indicando el autor de cada foto. Los nombres científicos deberán escribirse completos con su autoridad, solo cuando

sea mencionados la primera vez (por ejemplo, *Astrophytum asterias* (Zucc.) Lem.), después se usará solo la inicial del género y el nombre completo de la especie (por ejemplo, *A. asterias*), a menos que se inicie un párrafo. **Resultados:** Los resultados deben enfocarse a los detalles importantes de los cuadros y figuras y describir los hallazgos más relevantes. **Discusión:** Debe de resaltar el significado de los resultados en relación a las razones por las que se hizo el trabajo y ponerlas en el contexto de otros trabajos. **Agradecimientos:** En forma breve. Literatura citada. Cuadros, figuras, fotos y encabezados de cuadros, pies de figura y pies de foto. Se debe usar el sistema internacional de medición (SI) con las siguientes abreviaturas: min (minutos), h (horas), d (días), mm (milímetros), cm (centímetros), m (metro(s)), km (kilómetro(s)), ha (hectarea(s)), ml (mililitro(s)), l (litro(s)); para los símbolos estadísticos se deben escribir de la siguiente manera: EE (error estándar), DE (desviación estándar), gl (grados de libertad), *N* (tamaño de muestra), *CV* (coeficiente de variación) y poner en cursivas los estimadores (p. ej. r^2 , prueba de *t*, *F*, *P*). Se deben usar las siguientes abreviaturas: m snm (metros sobre el nivel del mar), °C separado de la cifra numérica y latitud por ejemplo: 28° 57' 05.4" latitud N. Para abreviaturas poco frecuentes, aclarar el significado la primera vez que se mencionan en el texto (p. ej. K_m , K_i constante de Michaels y constante de inhibición, respectivamente). Enviar el texto en formato Word 6.0 o posterior, ASCII o RTF. Notas o reseñas de libros son bienvenidos, con una longitud máxima de 2000 (dos mil) palabras incluyendo el título de la publicación o la nota y la adscripción de los autores.

Cuadros, figuras y fotos

Cada cuadro, figura y fotografía debe de presentarse en una hoja nueva e ir numerado consecutivamente conforme se le hace referencia en el texto. Dentro del texto las citas aparecerán entre paréntesis como Cuadro número, Fig. número y Foto número (ejemplo, Fig. 2). La primera letra de cada entrada en cada columna o renglón de los cuadros debe ir en mayúscula.

Encabezados de cuadro, pies de figura y pies de foto

Deben contener información suficiente para entenderse sin ayuda del texto principal. Las especies (en letra cursiva) y los sitios de estudio deben escribirse sin abreviaturas. Cada tipo deberá enlistarse en hojas separadas a doble espacio siguiendo el formato: FIGURA o FOTO o CUADRO número, punto y enseguida el texto con mayúscula al inicio y con punto final.

Las fotografías, mapas e ilustraciones deberán mandarse en original. Los mapas, diagramas y otras ilustraciones se presentarán en hojas separadas, numeradas y en tinta negra (línea con un mínimo de 2 puntos). Las fotografías y las ilustraciones deben enviarse en formato electrónico con las siguientes características: formato Tiff de al menos 1200 dpi en tamaño media carta en el caso de las ilustraciones, y las fotografías en el mismo formato con una resolución mínima de 300 dpi a tamaño carta desde la digitalización. No se aceptará el material fotográfico o de imágenes insertadas en Word o en Power Point.

Literatura citada

La literatura citada en el texto debe de seguir el siguiente formato: un autor Buxbaum (1958), o (Buxbaum 1958), dos autores Cota y Wallace (1996) o (Cota & Wallace 1996), tres o más autores Chase *et al.* (1985) o (Chase *et al.* 1985). Referencias múltiples deben de ir en orden cronológico, separadas por punto y coma (Buxbaum 1958; Chase *et al.* 1985). La literatura citada deberá estar en orden alfabético según el siguiente formato:

Bravo-Hollis H & Sánchez-Mejorada H. 1991. *Las Cactáceas de México*. Vol 3. UNAM. D.F. México.

Buxbaum F. 1958. The phylogenetic division of the subfamily Ceroioideae, Cactaceae. *Madroño* **14**:27-46.

Nolasco H, Vega-Villasante F & Díaz Rondero A. 1997. Seed germination of *Stenocereus thurberi* (Cactaceae) under different solar irradiation levels. *J. Arid Environ* **36**:123-132.

Milligan B. 1998. Total DNA isolation, páginas 29-36. En A. R. Hoelzel (ed.). *Molecular Genetic Analysis of Populations*. IRL Press. Oxford, England.

Arias S & Terrazas T. 2002. Filogenia y monofilia de *Pachycereus*, página 82. En Memorias de III Congreso Mexicano y II Latinoamericano y del

Caribe sobre cactáceas y otras plantas suculentas. Ciudad Victoria, Tamps. México.

Plascencia-López LMT. 2003. Biología reproductiva de *Opuntia bradtiana* (Cactaceae) en Cuatro Ciénegas, Coahuila. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.

IUCN 2004. 2004 IUCN Red List of Threatened species. <http://www.iucnredlist.org>. Fecha de cuando se consultó la página de Internet.

Para citar un software: R Development Core Team. 2010. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.

El nombre de las revistas se debe abreviar y en cursivas. Para verificar la abreviación del título de las revistas se debe consultar la siguiente página en red: <http://library.caltech.edu/reference/abbreviations/>

La revista *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* se deberá abreviar: *Cact Suc Mex*

Los manuscritos deberán enviarse por correo electrónico o entregados en un disco o en USB a la Dra. María C Mandujano o Dra. Mariana Rojas-Aréchiga en el Instituto de Ecología, UNAM. Apartado Postal 70-275, Ciudad Universitaria, UNAM. México, D.F. 04510, México. Envíos electrónicos a los correos: mrojas@ecologia.unam.mx y mcmandujano@gmail.com

Los artículos sometidos deberán cumplir con las normas editoriales establecidas para ser sujetos a revisión. La publicación del artículo es gratuita si los autores cuentan con suscripción vigente a la Sociedad Mexicana de Cactología, A. C. El autor de correspondencia debe conservar una copia para cualquier aclaración. Los manuscritos serán revisados por dos académicos especializados en el área de investigación, designados por el comité editorial o el editor.

La Sociedad Mexicana de Cactología, A.C. no proporciona sobretiros al(los) autor(es). A solicitud de los autores se pueden proporcionar copias electrónicas en formato PDF de los archivos correspondientes a su publicación. El comité editorial se reserva el derecho de rechazar cualquier contribución o solicitar al autor(es) modificaciones a su trabajo, así como hacer cambios menores en el texto sin consultar al(los) autor(es).

***Mammillaria carnea* Zuccarini ex Pfeiffer**
Nombre común: Biznaga, chilitos



Planta solitaria o cespitosa de tallos globosos a cilíndricos de 8 a 12 cm de diámetro. Presenta tubérculos piramidales, angulados y con látex, las axilas de cada tubérculo usualmente con lana; con 4 espinas centrales rosadas o blancas con la punta negra, con 8 a 20 mm de largo, hasta más largas en las plantas que crecen expuestas al sol. Las flores son de color carne a rosa pálido, tubulares que nacen en corona cerca del ápice del tallo. Florece de febrero a mayo. Sus frutos son rojizos, cilíndricos, jugosos y miden de 20 a 25 mm de largo. Las semillas son de color marrón (Anderson 2001, *The Cactus Family*, Reyes-Santiago *et al.* 2004 *Cactáceas y otras plantas nativas de La Cañada*) y de tamaño pequeño (1.020 ± 0.145 de; Rojas-Aréchiga *et al.* 2013).

Distribución: Puebla, Oaxaca y Guerrero (Anderson 2001, *The Cactus Family*). Los individuos suelen encontrarse bajo nodriza aunque también se establecen en zonas sin vegetación (Golubov *et al.* 2010, *Cact Suc Mex* 55: 56-64). Se ha mencionado que los frutos de esta especie son comestibles y además el látex de su tallo se aplica como desinfectante de heridas, como cicatrizante y para extraer espinas enterradas (Reyes-Santiago *et al.* 2004 *Cactáceas y otras plantas nativas de La Cañada*).

Martínez Ramos Linda Mariana, Facultad de Ciencias, UNAM.
Correo electrónico: lalala@ciencias.unam.mx