

CACTÁCEAS y suculentas mexicanas



VOLUMEN 53 No. 4

OCTUBRE-DICIEMBRE 2008

ISSN 0526-717X

CACTÁCEAS y *suculentas* mexicanas

Volumen 53 No. 4
Octubre-diciembre 2008

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
Dra. Raquel Galván
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN

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
Instituto Darwinion, Argentina

Editores
Dr. Jordan Golubov
UAM-Xochimilco
Dra. María C. Mandujano Sánchez
Instituto de Ecología, UNAM

Asistentes editoriales
Biol. Gisela Aguilar Morales
M. en C. Mariana Rojas Aréchiga
Instituto de Ecología, UNAM

Diseño editorial y versión electrónica
Palabra en Vuelo, S.A. de C.V.

Impresión
Gráficos Santiago SA de CV
Se imprimieron 1 000 ejemplares, diciembre de 2008
SOCIEDAD MEXICANA DE CACTOLOGÍA, A.C.

Presidenta Fundadora
Dra. Helia Bravo-Hollis †

Presidenta
Araceli Gutiérrez de la Rosa

Vicepresidente
Alberto Pulido Aranda

Tesorero
Omar González Zorzano

Secretaria
Samantha Mendoza Moreno

Bibliotecario
Raymundo García A.

Fotografía de portada:
Mammillaria oteroi
Foto: Lucía Plasencia López



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. Se autoriza su reproducción total o parcial siempre y cuando se cite la fuente.

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

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

Complete or partial copying of articles is permitted only if the original reference is cited.

The journal *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* is registered in the following indices: CAB Abstracts, 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: cactus@miranda.ecologia.unam.mx

El costo de suscripción a la revista es de \$400.00 para México y 40 USD o 30 € para el extranjero. Pago de suscripciones a la cuenta no. 148-6353704 de Banamex.

Subscription rates: 40.00 USD or 30.00 €. Payment in cash, bank transfer or International Postal Money Order (only from the USA).

Los comprobantes bancarios, la documentación pertinente y cualquier correspondencia deberán ser enviados a (Payments and correspondence to): Sociedad Mexicana de Cactología, A. C. Aptdo. Postal 19-090, San José Insurgentes, 03901, México, D.F.

contacto@somecacto.com

www.somecacto.com

www.ecologia.unam.mx/laboratorios/dinamica_de_poblaciones/cacsu-cmex/cacsucmex_main.html

La Sociedad Mexicana de Cactología, A.C. agradece a los doctores María del Carmen Mandujano Sánchez, Jordan Golubov y Arturo Flores Martínez por los donativos gestionados para el financiamiento de esta publicación.

CACTÁCEAS y suculentas mexicanas

Volumen 53 No. 4 octubre-diciembre 2008



Contenido

Aspectos de la morfometría y fenología reproductiva de *Echinocactus platyacanthus* en la Barranca Huexotitlanapa en Tecali de Herrera, Puebla
Díaz Hernández Hernán, Navarro Carbajal María del Carmen &
Rodríguez Mendoza Clara Angélica..... 100

Establecimiento del Jardín Didáctico de Cactáceas y Suculentas In Atecocolli en la Delegación Tláhuac, Ciudad de México
Gutiérrez de la Rosa Araceli & Marín Cruz Victor Hugo..... 108

Importancia de la latencia de las semillas para la conservación de una cactácea endémica de Oaxaca, México
Flores-Martínez Alejandro, Manzanero M Gladys I, Rojas-Aréchiga Mariana,
Mandujano María C & Golubov Jordan..... 115

Nota: *Mammillaria herrerae* Werderm., en el vórtice de la extinción
Sánchez Martínez Emiliano, Hernández Martínez María Magdalena,
Hernández-Oria José Guadalupe & Torres Galeana Luis Enrique..... 123

***Astrophytum ornatum* (DC.) F. A. C. Weber ex Britton & Rose, 1922**
Zepeda Martínez Verónica Noemí..... 128

Contents

Morphometry and reproductive phenology of *Echinocactus platyacanthus* in the Barranca Huexotitlanapa, Tecali de Herrera, Puebla
Díaz Hernández Hernán, Navarro Carbajal María del Carmen &
Rodríguez Mendoza Clara Angélica..... 100

Establishment of an educational Botanical Garden of Cacti and Succulents In Atecocolli, Tlahuac, Mexico City
Gutiérrez de la Rosa Araceli & Marín Cruz Victor Hugo..... 108

The importance of seed dormancy importance for the conservation of an endemic cactus of Oaxaca, Mexico
Flores-Martínez Alejandro, Manzanero M Gladys I, Rojas-Aréchiga Mariana,
Mandujano María C & Golubov Jordan..... 115

Note: *Mammillaria herrerae* Werderm., in the vortex of extinction
Sánchez Martínez Emiliano, Hernández Martínez María Magdalena,
Hernández-Oria José Guadalupe & Torres Galeana Luis Enrique..... 123

***Astrophytum ornatum* (DC.) F. A. C. Weber ex Britton & Rose, 1922**
Zepeda Martínez Verónica Noemí..... 128

Aspectos de la morfometría y fenología reproductiva de *Echinocactus platyacanthus* en la Barranca Huexotitlanapa en Tecali de Herrera, Puebla

Díaz Hernández Hernán¹, Navarro Carbajal María del Carmen^{1*} & Rodríguez Mendoza Clara Angélica¹

Resumen

Echinocactus platyacanthus es una cactácea globosa toneliforme que se encuentra catalogada como amenazada debido a la destrucción de su hábitat y a su extracción para comercialización. Se estudió una población ubicada en la región de Tecali de Herrera, Puebla con la finalidad de describir algunos aspectos relacionados con la fenología de reproducción y morfometría. Los resultados indican que el valor promedio de altura en los individuos es de 70.03 cm con un diámetro de 68.63 cm y 33 costillas. El desarrollo de los botones se puede observar a inicios de junio, y la producción de flores y frutos se puede encontrar desde abril hasta octubre ya que se presentan frutos de la etapa fenológica anterior. El análisis estadístico mostró que existe una relación positiva entre las variables morfométricas de las plantas con respecto a la producción de estructuras reproductivas.

Palabras Clave: Morfometría, fenología, *Echinocactus platyacanthus*, Puebla, México.

Abstract

Echinocactus platyacanthus is a globose barrel-shaped cactus, considered an endangered species due to its habitat destruction and commercial collecting. A population was studied in the Tecali de Herrera region in the state of Puebla, in order to describe some aspects related to its reproductive phenology and morphometry. Results indicate that average height of individuals was 70.03 cm; moreover, diameter was 68.63 cm, and the average number of ribs was 33. Development of buds began in early June, flower and fruit production ranges from April to October since fruits from past phenological stages prevail. Statistical analysis showed a positive relationship between the plants morphometric variables and the development of reproductive structures.

Key Words: Morphometry, Phenology, *Echinocactus platyacanthus*, Puebla, México.

Introducción

El estudio de las cactáceas actualmente ha cobrado un enorme interés, hecho que se

sustenta en los diversos valores de uso que se les adjudica: ornamental, medicinal y alimentario principalmente. Además, muchas especies se encuentran amenazadas debido

¹ Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Edificio 76, Ciudad Universitaria, Puebla, Pue., México. C.P.: 72570; Tel: (222) 2 29 55 00 ext. 7074.

*Autor de correspondencia, correo electrónico: mcnavarr@siu.buap.mx



María del Carmen Navarro

FOTO 1. Instrumento utilizado para medir la altura y el diámetro de *Echinocactus platyacanthus* en el sitio de estudio.

FOTO 2. *Echinocactus platyacanthus* de 1.5 mt de altura.



Mariana Rojas

a la destrucción de su hábitat natural por el cambio de uso de suelo (agricultura y ganadería), asentamientos humanos, y por la extracción para su comercialización (Álvarez & Montaña 1997; Huerta & Escobar 1998; Casas *et al.* 1999a).

Echinocactus platyacanthus es una cactácea globosa, gruesamente columnar toneliforme; su crecimiento es lento y los individuos viejos pueden llegar a medir hasta tres metros de altura; presentan un ápice hundido en el cual muestran abundante lana amarillenta; sus costillas son gruesas y duras; sus flores son diurnas de un color amarillo intenso con escamas lineares; sus frutos son secos, de un color amarillento, presentan escamas con lana y pelos axilares que cubren la pared del fruto (Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada 1991; fotos 1 a 5).

Debido al conocimiento de que algunas características de las plantas—como tamaño

y altura— influyen en los procesos reproductivos, así como a la escasez de estudios realizados sobre fenología reproductiva de *E. platyacanthus* en la región de Tecali de Herrera Puebla, además de que las plantas de la especie están catalogadas como amenazadas en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2001), el objetivo de este trabajo fue describir la morfometría y fenología de individuos en etapa reproductiva de una población de *E. platyacanthus* en Tecali de Herrera, Puebla, México.

Material y métodos

El trabajo de campo se realizó en la ladera noroeste de la Barranca Huexotitlanapa a 1970 msnm entre los 18° 54' norte y 97° 58' oeste, en el sur del municipio de Tecali de Herrera, sobre un suelo de tipo cambisol cálcico (Enciclopedia de los municipios de Puebla, 1997). El tipo de

vegetación corresponde a matorral rosetófilo, con *Agave stricta* como elemento dominante. El clima es templado subhúmedo, con lluvias en verano (Téllez 2004).

Morfometría y Fenología Reproductiva.

En abril del 2003 se llevó a cabo un recorrido en la Barranca Huexotitlanapa con el objeto de evaluar la presencia y ubicación de organismos en etapa reproductiva de *E. platyacanthus*, donde se marcaron tres transectos de 300 m cada uno, separados entre sí por una distancia de 50 m. En cada transecto se colocaron de manera sistemática tres cuadros de 10 x 10 m, dentro de los que se registraron 120 plantas en edad reproductiva, las cuales fueron etiquetadas para su identificación. En cada planta se registró el número de costillas, la altura y diámetro se determinaron con ayuda de un instrumento fabricado con tres barras de plástico y una cinta métrica (Foto 1).

De abril a octubre se realizó la descripción de la fenología reproductiva de los individuos por medio del registro semanal del número de botones, de flores y de frutos presentes por planta etiquetada.

Se llevaron a cabo análisis de correlación simple con el programa *Statistica* ver. 6 para determinar si la producción de botones, flores y frutos estaba relacionada con el número de costillas, diámetro o altura de la planta. Para dichos análisis se efectuó una transformación de raíz cuadrada a los datos en las variables número de botones, de

flores y de frutos, para cubrir los supuestos de normalidad (Steel & Torrie 1985).

Resultados

Para facilitar el manejo de los datos, las variables morfométricas registradas para cada individuo en etapa reproductiva fueron divididas en cuatro categorías (Cuadro 1).

Morfometría. Las alturas registradas en las plantas oscilaron de 27.2 a 179.8 cm, localizándose con mayor frecuencia las de la categoría I (27.0 - 66.9 cm) (Figura 1) y una altura promedio de 70.03 ± 23.56 cm ($\bar{x} \pm EE$).

Los diámetros de las plantas fluctuaron de 41.2 a 103.5 cm; encontrándose la mayor frecuencia en la categoría II (60.0 - 79.9 cm) (Figura 2), con un diámetro promedio de 68.63 ± 12.79 cm.

El número de costillas en las plantas, osciló de 21 a 51; el valor más frecuente fue el de la categoría II (30 - 39) (Figura 3), con un promedio de 33.88 ± 6.0 costillas.

Fenología Reproductiva. El desarrollo de botones inició en junio; la mayor producción ocurrió en julio, y fue disminuyendo hasta concluir octubre (Figura 4).

La floración y fructificación, ocurre desde abril hasta octubre; ya que se pue-

CUADRO 1. Variables morfométricas registradas por categorías, para 118 plantas en etapa reproductiva de *Echinocactus platyacanthus* en Tecali de Herrera, Puebla.

Categoría	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Número de costillas
I	27-66.9	40-59.9	20-29
II	67-106.9	60-79.9	30-39
III	107-146.9	80-99.9	40-49
IV	147-187	100-120	50-59

CUADRO 2. Coeficientes de correlación (r) obtenidos entre las características de las plantas y la producción de estructuras reproductivas en *Echinocactus platyacanthus*, ($n=118$). *Diferencia significativa $p<0.05$

	Botones			Flores			Frutos		
	r	p	F	r	p	F	r	p	F
Diámetro	0.18*	0.04	4.02	0.27*	0.002	9.58	0.57*	0.000	56.51
Altura	0.16	0.07	3.12	0.26*	0.003	9.02	0.53*	0.000	45.73
Número de costillas	0.18*	0.04	4.16	0.34*	0.000	16.09	0.61*	0.000	69.71

den observar flores y frutos de la etapa fenológica anterior. Se presentó la mayor producción de flores en junio y julio (Figura 5); y de frutos, en julio (Figura 6). Estos datos indican que existe una superposición de las etapas fenológicas.

En relación con las categorías de altura de las plantas, la mayor producción de estructuras reproductivas se presentó en las categorías I y II; en las cuales fue semejante, no así en las categorías III y IV en las que los valores registrados fueron bajos. De manera similar para el diámetro y número de costillas, los valores mayores estuvieron asociados a la categoría II seguidos de la III.

El análisis estadístico mostró que existe una relación positiva entre las variables morfométricas de las plantas con respecto a la producción de estructuras reproductivas (Cuadro 2); y que la intensidad de relación es mayor en lo que se refiere a la producción de flores con respecto al número de costillas, seguidos por el diámetro de la planta y por último la altura.

Discusión

Algunos organismos en etapa reproductiva de *E. platyacanthus* de la población estudiada alcanzaron una altura de 1.80 m, con un diámetro que oscila entre los 40 y 100 cm y

presentaron una variación de 21 a 51 costillas; dichas medidas concuerdan con lo descrito para la especie por Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada (1991). Se mostró que la altura promedio de las plantas fue de 70.03 cm, lo cual es similar a lo descrito en otra especie globosa como *Ferocactus cylindraceus* (Altesor & Ezcurra 2003). Esto podría sugerir que ambas poblaciones tienen una densidad baja, y al no existir mucha competencia por polinizadores y dispersores las plantas invierten más energía en aumentar su biomasa.

En términos generales el tamaño de las plantas normalmente se relaciona con la producción de estructuras reproductivas, siendo usualmente las plantas de mayor tamaño las de mayor fecundidad. Trujillo (1982) al realizar un estudio de fenología en una población de *E. platyacanthus* en San Luis Potosí, encontró una correlación positiva entre el número de costillas y la cantidad de frutos producidos ($r = 0.85$, $p < 0.005$); lo cual concuerda con los resultados para la misma especie en este trabajo, aunque aquí se obtuvo un valor inferior ($r = 0.61$, $p < 0.000$) lo cual podría deberse a las diferencias topográficas o ambientales, ya que se ha observado que la humedad del suelo, la temperatura y el fotoperiodo son factores importantes que intervienen en

Lucía Plasencia López



FOTO 3. *Echinocactus platyacanthus*.

Mariana Rojas



FOTO 4. *Echinocactus platyacanthus* en su hábitat natural.

Mariana Rojas



FOTO 5. Frutos que emergen de la lana de *Echinocactus platyacanthus*.

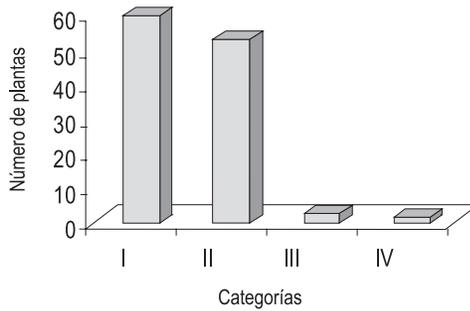


FIGURA 1. Altura en cm por categoría, registrada para 118 plantas en etapa reproductiva de *Echinocactus platyacanthus* en Tecali de Herrera, Puebla. I. 27-66.9, II. 67-106.9, III. 107-146.9 y IV. 147 a 187.

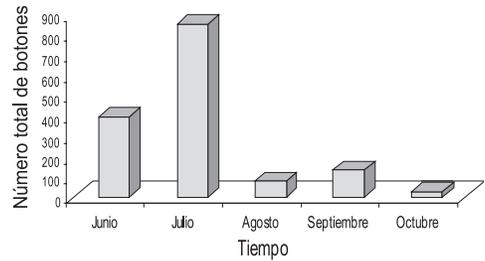


FIGURA 4. Variación del número de botones en 118 plantas en estado reproductivo de *Echinocactus platyacanthus* del área de estudio.

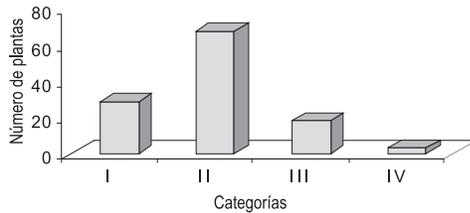


FIGURA 2. Diámetro en cm por categoría, registrado para 118 plantas en etapa reproductiva de *Echinocactus platyacanthus* en Tecali de Herrera, Puebla. I. 40-59.9, II. 60-79.9, III. 80-99.9 y IV. 100-120.

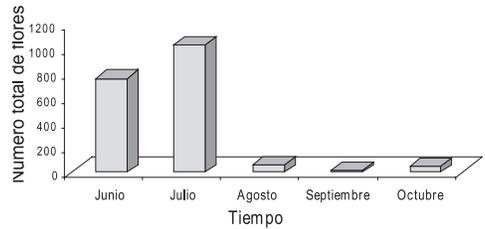


FIGURA 5. Variación del número de flores en 118 plantas en estado reproductivo de *Echinocactus platyacanthus* en el área de estudio.

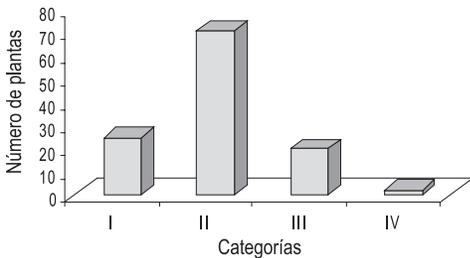


FIGURA 3. Número de costillas por categoría, registradas para 118 plantas en etapa reproductiva de *Echinocactus platyacanthus* en Tecali de Herrera, Puebla. I. 20-29, II. 30-39, III. 40-49, IV. 50-59.

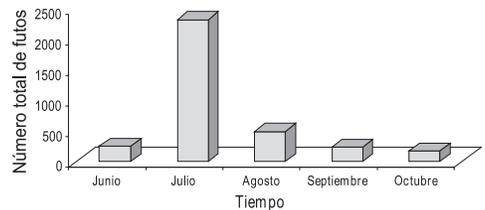


FIGURA 6. Variación del número de frutos en 118 plantas de *Echinocactus platyacanthus*, localizadas en el área de estudio.

los patrones fenológicos (Pavón & Briones 2001). También puede deberse a la densidad de la especie en cada zona de estudio, ya que la población de Tecali de Herrera se encuentra visiblemente disminuida. Asimismo, se mostró que en *E. platyacanthus* la altura y el diámetro son características que se encuentran relacionadas con la producción de estructuras reproductivas. Esto es semejante en algunas otras especies globosas como *Ferocactus cylindraceus*, *Ferocactus wislizenii* y *Mammillaria hamata*, en las que se mostró que el tamaño de la planta está relacionado con la cantidad de flores (McIntosh 2001; Castillo 2004). Lo mismo sucede en especies columnares como *Stenocereus griseus*, *Stenocereus repandus* y *Pilosocereus lanuginosus* en la que se encontró una relación entre el número de ramas y la cantidad de flores o frutos producidos anualmente (Ruiz *et al.* 2000; Petit 2001). Este patrón puede deberse a que en las primeras etapas de su vida, algunas plantas invierten más recursos para adquirir un tamaño en el que pueden ser capaces de reproducirse; y una vez que adquieren dicho tamaño, pueden destinar más recursos para la producción de estructuras reproductivas y así asegurar su descendencia.

Las plantas son reproductivamente activas en diferentes épocas del año y los patrones fenológicos nos indican que los recursos son explotados en diferentes épocas por diferentes especies (Beatley 1974). *E. platyacanthus* presentó flores y frutos durante todo el periodo de estudio (abril-octubre), lo que coincide con lo registrado para la misma especie en otros estudios (Trujillo 1982; Pavón & Briones 2001). De igual manera se observó que *Stenocereus griseus* presentó estructuras reproductivas durante todo un año (Ruiz *et al.* 2000). Esto tal vez sea una estrategia, como lo han mencionado otros autores, que

las plantas presentan para prevenir la competencia por polinizadores y dispersores al permanecer con flores y frutos durante largas temporadas (Rathcke & Lacey 1985).

E. platyacanthus presentó asincronía reproductiva; es decir, que en una misma planta se pueden encontrar al mismo tiempo botones, flores y frutos. Este fenómeno podría deberse a que la asincronía es una estrategia ecológica en la que cuando las condiciones del medio son desfavorables, sólo una parte de las estructuras reproductivas se ven afectadas por los factores bióticos (plagas) o ambientales (lluvias o sequías), y la otra parte de ellas llegará al final del crecimiento (Pimienta-Barrios *et al.* 1995).

Por otro lado, León y Domínguez (1991) establecen que la asincronía en los procesos fenológicos puede ocasionarse como una respuesta de las poblaciones a las condiciones ambientales presentes en cada localidad. Se infiere entonces que la asincronía en los periodos de producción de botones, flores y frutos, puede deberse a los periodos de lluvias y secas de Tecali de Herrera, Puebla.

Las plantas en etapa reproductiva de *Echinocactus platyacanthus* en Tecali de Herrera, Puebla, presentan flores y frutos de abril a octubre. En julio se registra la mayor producción de estructuras reproductivas y *E. platyacanthus* presenta sobreposición en las etapas fenológicas y la producción de estructuras reproductivas está proporcionalmente relacionada con el incremento del diámetro, altura y número de costillas.

Agradecimientos

Este proyecto se realizó en el laboratorio de Ecología Vegetal de la Escuela de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, bajo la dirección de la M. en C. María del Carmen

Navarro Carvajal, por lo que se agradece a los integrantes del laboratorio que participaron en la realización del mismo.

Literatura citada

- Altesor A & Ezcurra E. 2003. Functional morphology and evolution of stem succulence in cacti. *J Arid Environ* **53**:557-567.
- Álvarez AG & Montaña C. 1997. Germinación y supervivencia de cinco especies de cactáceas del Valle de Tehuacán; implicaciones para su conservación. *Acta Bot Mex* **40**:43-58.
- Beatley CJ. 1974. Phenological events and their environmental triggers in Mojave Desert ecosystems. *Ecology* **55**:856-863.
- Bravo-Hollis H & Sánchez-Mejorada H. 1991. *Las Cactáceas de México*. Vol. II Universidad Nacional Autónoma de México.
- Casas A, Caballero J & Valiente-Banuet A. 1999a. Use, management and domestication of columnar cacti in South-Central Mexico: a historical perspective. *J Ethnobiol* **19**:71-95.
- Castillo CA. 2004. *Estado actual de la población y fenología reproductiva de Mammillaria hamata, en la localidad de los Ángeles Tétela Puebla*. Tesis profesional. Escuela de Biología. Universidad Autónoma de Puebla. 48 pp.
- Enciclopedia de los municipios de Puebla. 1997. Tecali de Herrera. Puebla 1-5 pp.
- Huerta MM & Escobar E. 1998. Notas sobre la ecología de *Stenocereus dichroacanthus* var. *violaciflorus* en los llanos de Ojuelos, Jalisco-Zacatecas. *Cact Suc Mex* **43**:40-43.
- León JL & Domínguez R. 1991. Evaluación de la reproducción por semilla de la pitaya agria (*Stenocereus gummosus*) en Baja California Sur, México. *Acta Bot Mex* **14**:75-87.
- McIntosh ME. 2001. Plant size, breeding system, and limits to reproductive success in two sister species of *Ferocactus* (Cactaceae). *Plant Ecol* **162**:273-288.
- Pavón NP & Briones O. 2001. Phenological patterns of nine perennial plants in an intertropical semi-arid Mexican scrub. *J Arid Environ* **49**:265-277.
- Petit S. 2001. The reproductive phenology of three sympatric species of columnar cacti on Curacao. *J Arid Environ* **49**: 521-531
- Pimienta-Barrios E, Robles-Murguía C & Domínguez A. 1995. Estrategias fisiológicas y reproductivas de adaptación del Pitayo (*Stenocereus queretaroensis*) a la aridez. *Ciencia* **43**:339-349
- Rathcke B & Lacey E. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. *Ann Rev Ecol & Syst* **16**:179-214.
- Ruiz A, Santos M & Cavelier J. 2000. Estudio fenológico de Cactáceas en el enclave Seco de la Tatacoa, Colombia. *Biotropica* **32**: 397-407
- Steel GR & Torrie HJ. 1985. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. McGraw-Hill, México.
- Téllez TJG. 2004. *Establecimiento de Plántulas Cultivadas de Echinocactus platyacanthus inoculadas con Azospirillum sp. en la Barranca "Huexotitlanapa", bajo la protección de arbustos nodriza en el Municipio de Tecali de Herrera, Puebla, México*. Tesis Profesional. Escuela de Biología. Universidad Autónoma de Puebla. 61 pp.
- Trujillo AS. 1982. *Estudio sobre algunos aspectos ecológicos de Echinocactus platyacanthus Lk. & O. en el estado de San Luis Potosí*. Tesis de Licenciatura. UNAM, Iztacala, México.

Recibido: enero 2007; aceptado: enero 2008.

Received: January 2007; accepted: January 2008.

Establecimiento del Jardín Didáctico de Cactáceas y Suculentas *In Atecocolli* en la Delegación Tláhuac, Ciudad de México

Gutiérrez de la Rosa Araceli^{1,2*} & Marín Cruz Víctor Hugo^{1,2}

Resumen

El objetivo de este trabajo fue el establecimiento de un Jardín Didáctico de Cactáceas y Suculentas denominado *In Atecocolli* en la Delegación Tláhuac de la Ciudad de México con la finalidad de promover y difundir el conocimiento sobre la diversidad, conservación, importancia ecológica, económica y cultural de las cactáceas y otras plantas suculentas. Además de ofrecer un espacio que funcione como un lugar de esparcimiento y educación ambiental encaminado a la conservación de la naturaleza mediante un programa de visitas guiadas y talleres.

En este lugar se exhibe la riqueza florística de la familia Cactaceae y otras plantas suculentas al público en general, especialmente a estudiantes de la delegación Tláhuac y zonas aledañas donde pueden recurrir para complementar sus programas de Ciencias Naturales.

Palabras clave: Jardín Didáctico, Suculentas, Tláhuac.

Abstract

The purpose of this work was the establishment on an educational botanical garden named *In Atecocolli* in Tlahuac municipality at Mexico City with the aim to promote and disseminate knowledge about diversity, conservation, ecology and economical importance of cacti and succulents. It also offers recreation areas as well as environmental education programs directed towards conservation. In this place you can appreciate the diversity of the family Cactaceae and other succulents, particularly for people inhabiting the municipality of Tlahuac.

Key words: Educational garden, Succulents, Tlahuac.

Introducción

Un jardín botánico es un área natural y/o artificial donde se mantiene en exhibición permanente de colecciones de plantas vivas, bajo cierto orden y control específicos, debidamente identificadas y etiquetadas con

el propósito de utilizarlas como material de investigación, educación, conservación y recreación (Escalante 1991).

Los jardines botánicos son instituciones que están encargadas de conservar *in situ* o *ex situ* el germoplasma vegetal. Además son un elemento que apoya a la educación y formación de una conciencia colectiva, a

¹ Sociedad Mexicana de Cactología, A.C. Apartado Postal 19-940, San José Insurgentes 03901 México, D. F.

² Unidad de Conservación Ambiental. Desarrollo Rural, Delegación Tláhuac. México, D.F.

*Autor de correspondencia: gutierrez_araceli@hotmail.com

través de los estudios, las investigaciones y la difusión acerca de la importancia e interrelación de las plantas y animales, despertando la sensibilidad del público en general (Linares *et al.* 1994).

México cuenta con 60 jardines botánicos registrados, ante la Asociación Mexicana de Jardines Botánicos de los cuales 25 están consolidados, 23 en desarrollo y 12 en evaluación. La mayor parte de los jardines botánicos están ubicados en el centro del país, un número menor en el sur y muy pocos en los estados del norte y en zonas prioritarias que contienen altos endemismos y/o diversidad biológica (Balcázar & Chávez 1999).

Existen distintos tipos de jardines botánicos, de acuerdo a los objetivos, procedencia de las colecciones de plantas vivas o de las instalaciones con que disponen. Por ejemplo un jardín didáctico cumple una función básica en la educación para la comunidad donde se establece. Su principal objetivo es el intercambio de información sobre la importancia de las plantas y la conservación (Linares *et al.* 1997)

Material y métodos

Área de estudio. La Delegación Tláhuac se encuentra ubicada a 60 km del Zócalo capitalino, tiene una extensión de 8 mil 534.62 ha, que corresponden al 5.75% del Distrito Federal, del total del área de la demarcación, el 33.5% es superficie urbana, con 2 mil 860 ha y 66.5% corresponde a suelo de conservación ecológica con 5 mil 674 ha dentro de éstas, 4 mil 30 ha se utilizan para fines agropecuarios, el resto corresponde a la zona inundable de la ciénega de Tláhuac, la Sierra de Santa Catarina, el Cerro del Ayaquemtl y los lomeríos del Teutli. Predomina el clima templado subhúmedo con

lluvias en verano y temperatura media anual de 16 °C.

Descripción del Jardín botánico

El Jardín Didáctico de Cactáceas y Suculentas *In Atecocolli* (el nombre en náhuatl significa "El Caracol", haciendo referencia a la forma del diseño del jardín) se encuentra localizado en el Bosque de Tláhuac (Foto 1) en el lado Este donde está ubicado el vivero delegacional. Colinda al norte con un área de palapas, al sur con el área de composta, al oeste con los canteros y al este con el área de Servicios Urbanos. El área destinada para el jardín didáctico es de 2500 m². Se ha realizado un diseño en forma de caracol constituido por montículos de tierra y roca de aproximadamente 1.50 m de alto por 3 m de ancho (Foto 2). En el centro se construyeron dos estanques pequeños. El pasillo central permite a los visitantes caminar cómodamente y observar las plantas en exhibición.

Donación de ejemplares de cactáceas y otras plantas suculentas.

Las plantas para la conformación de este jardín provienen de donaciones hechas por diferentes instituciones dentro de las que destacan: el Jardín Botánico del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM; Facultad de Estudios Superiores Aragón, UNAM; Jardín Regional de Cadereyta, Querétaro; Universidad Autónoma Chapingo; Vivero "Quinta Schmol"; Succumex y Parque Alameda Oriente, Gobierno del Distrito Federal. Hasta la fecha se ha recibido la donación de un total de 284 especies pertenecientes a 10 familias botánicas: Cactaceae, Crasulaceae, Agavaceae, Nolinaceae, Euphorbiaceae, Bromeliaceae, Liliaceae, Aizoaceae, Asteraceae y Fouquieriaceae.

Se tienen inventariadas 82 especies de cactáceas, dentro de las que destacan: *Astrophytum*

Araceli Gutiérrez



FOTO 1. Vista de la entrada al Jardín Didáctico de Cactáceas y Suculentas
In Ateocollí en la Delegación Tláhuac, Ciudad de México.

Araceli Gutiérrez



FOTO 2. Colección de plantas en el Jardín Didáctico
de Cactáceas y Suculentas In Ateocollí.

Araceli Gutiérrez



FOTO 3. Ejemplar de *Ferocactus pilosus* y su placa de identificación.

Araceli Gutiérrez



FOTO 4. *Coryphantha pycnantha* en floración.

capricorne, *A. myriostigma*, *Cephalocereus senilis*, *Echinocactus grusonii*, *E. platyacanthus*, *Echinoce-reus schmollii*, *Ferocactus pilosus*, *F. towsendianus*, *Mammillaria plumosa*, *M. microhelia*, *Strombocactus disciformis* y *Thelocactus leucacanthus* por encontrarse en alguna categoría de riesgo de extinción (Arias *et al.* 2005).

Establecimiento de ejemplares. Las plantas fueron transportadas con mucho cuidado, utilizando camionetas. Se utilizaron cuerdas y ayates con el fin de que varias personas pudieran cargar y repartir el peso de los ejemplares grandes. Las plantas pequeñas fueron transportadas en cajas de plástico.

Todo el material donado está debidamente etiquetado. Se registraron los datos de procedencia de las plantas, determinación de la especie, cantidad, fecha de donación y actualmente se realiza una base de datos.

Se revisaron los ejemplares y se curaron las heridas que pudieron haber sufrido durante el transporte, se colocaron en cuarentena con el fin de prevenir enfermedades y plagas. El material botánico ya libre de plagas se sembró en las áreas externas directamente, o bien se colocaron en macetas y pasaron por una etapa de aclimatación en un invernadero con malla de sombra. El sustrato utilizado consta de una mezcla de 60 % de tezontle y 40% de composta bien degradada y cernida.

Cada una de las especies que se encuentran en exhibición cuenta con una etiqueta de identificación que consiste en una laja de roca rotulada con pintura de aceite e impermeabilizada que contiene la siguiente información: nombre científico, nombre común, familia botánica y distribución, esto con el fin de que el público visitante conozca un poco acerca de estas plantas (Fotos 3 y 4).

Los nombres científicos para las cactáceas siguen la nomenclatura utilizada por Guzmán

et al. (2003) y para las crasuláceas la utilizada por Meyrán & López (2003).

Para el cuidado de las especies dentro del jardín se cuenta con 1 técnico especializado, 3 jardineros, estudiantes de servicio social, personal de educación ambiental, vigilancia y voluntarios. Además las colecciones están bajo la supervisión y asesoría de personal especializado de la Sociedad Mexicana de Cactología, A.C.

Mantenimiento del jardín. Se realizan recorridos diarios en el jardín para observar e identificar y erradicar los problemas fitosanitarios que pudieran presentarse en la colección de plantas. Dentro del mantenimiento de la colección, el deshierbe es una de las actividades importantes ya que esto evita la generación de hierbas que pueden competir con las plantas de interés, ser vectores de enfermedades, atraer insectos y otros pequeños organismos depredadores como caracoles, pulgones, larvas de mariposas, etcétera. El deshierbe se realiza manualmente con la ayuda de guantes y pinzas, intensificándose durante la época de lluvias ya que el crecimiento de las hierbas es considerable.

Se cuenta con un registro de la fenología, con el fin de identificar los periodos de floración, fructificación y producción de semillas de las especies existentes. Se ha iniciado también un programa de propagación vegetativa y germinación de semillas de cactáceas y suculentas siguiendo la metodología de Reyes (1997) y Reyes *et al.* (2003).

Conclusiones

La Delegación Tláhuac del Distrito Federal a través de la Dirección General de Desarrollo Económico y Rural, inauguró el 14 de mayo de 2006 el Jardín Didáctico de Cactáceas y Suculentas *In Atecocoli* (Foto 5).



Victor Hugo Marín Cruz

FOTO 5. Visita guiada durante la inauguración del Jardín Didáctico de Cactáceas y Suculentas *In Ateococlli*.

El jardín cuenta con 284 especies de cactáceas y otras plantas suculentas, y se encuentra registrado ante la Dirección General de Vida Silvestre DGVS-MX-JB-0060-D.F. /06.

Hasta la fecha se han atendido a 18 000 personas a través de visitas guiadas y talleres de educación ambiental a grupos escolares (Foto 6) y público en general quienes han mostrado un gran interés en el proyecto. Además la colección de plantas se sigue incrementando con la donación e intercambio de ejemplares con otros jardines botánicos.

Agradecimientos

A la Lic. Fátima Mena Estrada, ex Jefa Delegacional en Tláhuac, Gilberto Ensástiga Santiago Jefe Delegacional en Tláhuac, Lic. Jorge Cruz

Noriega, Ing. Bernabé Villeda, Ing. Guadalupe Méndez, Ing. Dora Ma. Ramírez, Biól. Jerónimo Reyes, Victor Cadena, Virginia Pérez y al personal de Desarrollo Rural de la Delegación Tláhuac. Así como a las instituciones que amablemente hicieron la donación del material biológico.

Literatura citada

- Arias S, Guzmán U, Mandujano MC, Soto M & Golubov J. 2005. Las especies mexicanas de Cactáceas en riesgo de extinción. Una comparación entre los listados NOM-059-ECOL-2001 (México), la Lista Roja y CITES. *Cact Suc Mex* **50**:100-126
- Balcázar T & Chávez V. 1999. Informe de la Comisión de Membresía de la Asociación Mexicana de Jardines Botánicos. *Boletín Amaranto* **12**:61-73.



FOTO 6. Taller de dibujo para niños en el Jardín Didáctico.

- Escalante RS. 1991. *Definición y desarrollo histórico de los jardines botánicos en el mundo*. In: Colunga GMP, Orellana R, Ayora N, Arellano J & Campos G. (Eds.). *El Jardín Botánico como herramienta didáctica*. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. México.
- Guzmán U, Arias S & Dávila P. 2003. *Catálogo de Cactáceas Mexicanas*. UNAM-CONABIO. México. 315 pp.
- Lascurain RM. 1984. *El desarrollo de los Jardines Botánicos de México, desde el siglo XVI hasta nuestros días*. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Veracruzana. México.
- Linares E. 1994. Los Jardines Botánicos de México, su historia, situación actual y retos futuros. *Revista Chapingo*. **2**:29-42.
- Meyrán J & López L. 2003. *Las Crasuláceas de México*. Sociedad Mexicana de Cactología, A. C. México. 292 pp.
- Reyes J. 1997. *Cultivo y Propagación como plantas de ornato*. En *Suculentas Mexicanas: Cactáceas*. CONABIO. México, D.F.
- Reyes J, Gutiérrez-de la Rosa A & Sevilla J. 2001. Producción de Cactáceas y Suculentas Mexicanas. *Cuadernos de Comunicación Sindical*. Número 63. Junio 2001. México. 25pp.

Recibido: agosto 2007; aceptado: marzo 2008.
Received: August 2007; accepted: March 2008.

Importancia de la latencia de las semillas para la conservación de una cactácea endémica de Oaxaca, México

Flores-Martínez Alejandro,^{1*} Manzanero M Gladys I,¹ Rojas-Aréchiga Mariana,² Mandujano María C² & Golubov Jordan³

Resumen

La longevidad y la latencia de las semillas parcialmente determinan las etapas cruciales de germinación y establecimiento de plántulas para cactáceas raras en zonas áridas. Estudiamos el efecto de la edad de la semilla y la latencia sobre la germinación de una especie rara de cactus (*Mammillaria oteroi*) de Oaxaca, México. Se realizaron experimentos de germinación en condiciones de invernadero. Encontramos que esta especie tiene semillas no latentes y la germinación ocurrió durante los primeros siete días después de la siembra para semillas menores de un año. La germinación disminuyó con el tiempo lo cual indica que no tiene la capacidad de generar un banco de semillas. Cuando se compara con otras especies del mismo género que habitan la misma región, concluimos que la latencia en las cactáceas probablemente está más relacionada con la heterogeneidad ambiental que a restricciones filogenéticas.

Palabras clave: banco de semillas, latencia, longevidad.

Abstract

Seed dormancy and seed longevity partially determine the crucial stages of germination and establishment of seedlings for rare Cactaceae in arid environments. We studied the effect of seed age and seed dormancy on germination of an endangered species of cactus (*Mammillaria oteroi*) from Oaxaca, Mexico. Germination experiments were conducted in greenhouse conditions. We found that this species has non-dormant seeds and germination occurred during the first 7 days after sowing for seeds less than 1 year old. Germination decreased with time, which indicates that this species is not able to form a seed bank. When compared with other species of the same genus inhabiting the same region, we conclude that dormancy in cacti is probably more related to environmental heterogeneity than to phylogenetic constraints.

Key words: seed bank, seed dormancy, seed longevity.

¹Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Instituto Politécnico Nacional. (CIIDIR, IPN, Oaxaca). Hornos 1003. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. CP 71230. Tel. y Fax: (951) 5171199

²Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Depto. Ecología de la biodiversidad. Apdo. Postal 70-275. México 04510 D.F.

³Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco (UAM Xochimilco) Calzada del Hueso 1100. Col. Villa Quietud. México 04960 D.F.

*Autor de correspondencia: alexfmtz62@gmail.com

Introducción

Una fase del ciclo de vida de las plantas cuyo desarrollo depende en gran medida de las variables ambientales es la germinación. Pocos estudios han evaluado la respuesta de la germinación en ambientes heterogéneos a nivel espacial y temporal (Trejo-Hernández & Garza-Castillo 1993, Bowers 2000, Rojas-Aréchiga & Batis 2001, Flores-Martínez & Manzanero 2003, Flores *et al.* 2005). En muchas plantas de ambientes áridos y semiáridos, ante los diversos tipos de ambientes susceptibles de colonización o establecimiento (que generalmente también son impredecibles en lo que a frecuencia y cantidad de precipitación se refiere), el proceso de germinación ha evolucionado hacia su inhibición o retraso en espera de condiciones favorables para el establecimiento de las plántulas (Mandujano *et al.* 1997, Jurado *et al.* 2000, Csontos & Tamás 2003). Estos estudios reportan distintos tipos de latencia de las semillas, mecanismo que permite que las semillas mantengan su viabilidad durante varios años sin perder su potencial germinativo, por lo que pueden llegar a formar bancos de semillas en el suelo, (Harper 1959, Montiel & Montaña 2003, Jurado & Flores 2005). Por latencia se entiende(n) el(los) mecanismo(s) fisiológico(s), morfológico(s) o anatómico(s) que presenta(n) las semillas para que no germinen, ya sea porque las condiciones del ambiente son desfavorables en esos momentos o en ese año, o debido a propiedades morfológicas o fisiológicas de las semillas. (Crocker 1916, Harper 1959, Baskin & Baskin 1998). Por longevidad de las semillas se entiende la habilidad que tienen para no perder su viabilidad

o potencial de germinación durante determinados periodos de tiempo (Fenner 1985, Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia 1993, Fenner & Thompson 2005). Así, los bancos de semillas en el suelo pueden ser de corta duración, o persistentes y de larga duración con base al tipo de latencia de las semillas y/o su viabilidad. Las distintas combinaciones de estos dos factores, o la ausencia de alguno de ellos, han sido propuestas como mecanismos de adaptación a distintos ambientes e incluso a diferentes grados de disturbio (Thompson & Grime 1979).

La longevidad y la latencia de las semillas son dos factores particularmente importantes para las especies que se establecen en ambientes heterogéneos a nivel espacial y temporal (típico de ambientes áridos y semiáridos, lo que involucra a casi todas las especies de cactáceas), ya que no sólo determinan el proceso de germinación y la factibilidad de formación de un banco de semillas en el suelo (Vleeshouwers *et al.* 1995, Baskin & Bakin 1998, Bowers 2000, Rojas-Aréchiga & Batis 2001, Flores *et al.* 2005, Mandujano *et al.* 2005), sino que de su combinación depende en gran medida el adecuado establecimiento de las plántulas, un fenómeno poco frecuente (Nobel 1984, Franco & Nobel 1989). En ambientes áridos, las semillas generalmente inician el proceso de germinación cuando se combinan ciertas condiciones de luz, temperatura y humedad en el suelo, lo cual también influye en el adecuado establecimiento de las plántulas resultantes. Sin embargo, la combinación precisa para que ocurra la germinación se presenta muy pocas veces, o puede no ocurrir en varios años. El estudio de las características que pueden hacer viable la formación de un banco de

semillas a largo plazo es un aspecto muy importante para las cactáceas que se establecen en ambientes áridos y semiáridos (Mandujano *et al.* 1997, Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes 2000, De la Barrera & Nobel 2003), más aún considerando que se han desarrollado diferentes estrategias evolutivas que permitan su permanencia y desarrollo, ya sea relacionado con algún tipo de latencia, ciertos periodos de longevidad, u otro tipo de respuesta que no dependa de una combinación de ellas.

El propósito de este estudio fue determinar el proceso de germinación de una especie de cactácea endémica de Oaxaca: *Mammillaria oteroi* Glass & R.A. Foster con semillas de diferentes edades. El presente estudio también pretende contestar las siguientes preguntas: 1) ¿Las semillas de esta especie tienen la capacidad de permanecer viables por el periodo de tiempo suficiente para crear un banco de semillas en el suelo?, 2) ¿Qué condiciones favorecen la germinación de las mismas?

Material y métodos

Especie en estudio. *Mammillaria oteroi* es una cactácea globosa que se establece en laderas con superficies rocosas y pendientes elevadas fácilmente erosionables, y está catalogada como especie protegida por las leyes mexicanas (Guzmán *et al.* 2003) (Fotos 1 y 2). Cabe destacar que se ha detectado la colecta ilegal de individuos (Hernández & Godínez 1994, Arias *et al.* 1997, SEMARNAT 2002). Las poblaciones conocidas de esta especie se encuentran en la mixteca, incluida en la porción oaxaqueña de la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán, que se caracteriza por su alta diversidad florística (Dávila *et al.* 1993)

y por ser uno de los centros de endemismo y diversidad de cactáceas a nivel mundial (Villaseñor *et al.* 1990, Arias 2000).

Experimentos de germinación. Durante cuatro años (de 1998 a 2001) se colectaron frutos maduros de 12 individuos de *M. oteroi*, elegidos al azar. Las semillas fueron separadas de los frutos por disección, lavadas de los residuos de pulpa con agua destilada, y secadas a temperatura ambiente (18-28 °C); una vez secas se guardaron en bolsas de papel hasta el inicio de los experimentos. Antes de su siembra, las semillas fueron desinfectadas mediante inmersión durante cinco minutos en una solución al 10% de hipoclorito de sodio. En agosto de 2001 se efectuaron los experimentos de germinación en semillas con edades de 1, 27 y 36 meses (<1, 2 y 3 años de edad, respectivamente) en *M. oteroi*. Estos experimentos se efectuaron en cajas de Petri estériles con papel filtro saturado con agua destilada, colocadas a temperatura ambiente (18-28 °C) en condiciones de iluminación naturales en el laboratorio de propagación vegetal del Jardín Botánico Regional "Cassiano Conzatti" del CIIDIR IPN Unidad Oaxaca (JB). Con base en la diferente disponibilidad de semillas de cada edad, los tratamientos tuvieron 2, 6 y 10 repeticiones con 16 semillas cada una para cada edad de semillas (<1, 2 y 3 años, respectivamente). El evento de germinación se consideró cuando fue visible la radícula, y el porcentaje final del proceso de germinación fue determinado cuando ya no se observó germinación por un periodo de siete días. Las diferencias en los porcentajes de germinación (previa transformación en arco-seno) fueron analizadas mediante un análisis de varianza de una vía y la comparación de medias de Tukey (Sokal & Rohlf 1981, SAS Institute Inc 2005).

Lucía Plasencia López

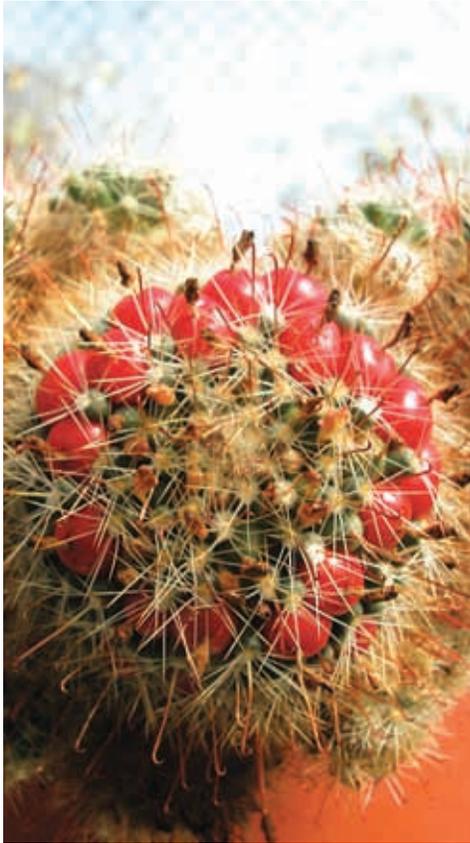


FOTO 1. Frutos en corona de *Mammillaria oteroi*.

Resultados

Experimentos de germinación. El inicio de la germinación fue rápido en todos los tratamientos (durante los primeros siete días). El porcentaje final más alto se presentó en las semillas < 1 año de edad, mismo que fue disminuyendo progresivamente conforme el incremento de edad. El análisis de varianza en los tratamientos de *M. oteroi* nos indicó diferencias significativas entre ellos ($F_{2,15} = 47.9$, $P < 0.0001$), y la comparación de medias de Tukey formó dos grupos: a) semilla < 1 año de edad ($\bar{x} = 79\%$,

Lucía Plasencia López



FOTO 2. Forma de crecimiento agragado de *Mammillaria oteroi*.

$S.E. = 6.8\%$) y b) semillas de 2 y 3 años de edad ($\bar{x} = 26\%$ y 26% , $S.E. = 8.5\%$ y 9.1% , respectivamente; Fig. 1).

Discusión

De acuerdo a lo reportado por Jurado & Flores (2005), quienes mencionan que las semillas tienen latencia cuando más del 80 % de semillas recientes no germinan al no emplear tratamientos pregerminativos, y lo mencionado por Baskin & Baskin (1998) quienes dicen que no hay latencia cuando los factores que limitan la germinación son la falta de humedad o de condiciones de iluminación adecuadas, es evidente que las semillas de *M. oteroi* no presentan latencia. Sin embargo, si tomamos en consideración lo reportado por otros autores, como Harper (1957), y Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes (2000), en donde hay dos

tipos de latencia en semillas de cactáceas: innata e inducida o forzada, las semillas de la especie presentarían una latencia forzada (= quiescentes, de acuerdo a Vegis 1964), ya que las semillas germinan rápidamente (en la primera semana) con sólo tener suficiente humedad y luz. Esta respuesta parece ser similar en otras especies del género *Mammillaria*, como *M. haageana*, *M. carnea*, *M. mystax*, *M. supertexta*, las cuales tampoco presentan latencia de tipo fisiológico o morfológico (Benítez-Rodríguez *et al.* 2004). Sin embargo, no todas las especies del género tienen una respuesta similar, ya que las semillas de *M. zeilmanniana*, que pertenece a la Serie *Stylothelae* y se encuentra en los estados de Guanajuato, San Luis Potosí y Querétaro, necesitan un período de postmaduración para germinar (Anderson 2001, Rojas-Aréchiga & Batis 2001), lo cual nos indica que sus semillas presentan latencia fisiológica. Una causa de esta diferencia puede ser que su zona de establecimiento tiene diferentes condiciones

ambientales, y como se mencionó en la introducción, la elevada cantidad de especies de este género hace posible la existencia de una amplia variedad de respuestas ante diferentes ambientes. Desafortunadamente, es común que estos dos factores (latencia y condiciones ambientales) sean ignorados en la mayoría de los estudios de germinación relacionados con éste género.

Si bien en este trabajo los porcentajes finales de germinación para la especie de estudio resultaron menores al aumentar la edad de las semillas, a nivel de familia la respuesta germinativa es muy variable. La disminución del porcentaje de germinación cuando se incrementa la edad de la semilla ha sido reportada para *Brasilicactus* spp., *Cephalocereus senilis*, *Cleistocactus strausii*, *Echinocereus reichenbachii*, *Echinopsis tege-leriana*, *Escobaria tuberculosa*, *Ferocactus acanthodes*, *Melocactus peruvianus*, *Notocactus scopa*, *Pseudobolivia kermesina* y *Samaipaticereus corroanus* (Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes 2000, Flores *et al.* 2005).

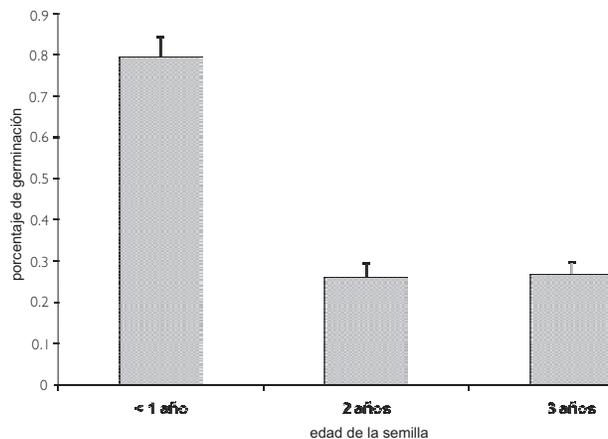


Figura 1. Porcentajes promedio de germinación en semillas de diferente edad de *M. oteroi*: < 1 año = 1 mes; 2 años = 27 meses; 3 años = 36 meses de edad. Las líneas verticales indican el error estándar de la media.

Las semillas de otras especies incrementan su porcentaje de germinación con la edad, como *Opuntia* spp. (Mandujano *et al.* 1997, 2005), *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* y *T. pseudopectinatus* (Flores *et al.* 2005). Algunas semillas de especies del género *Mammillaria* no presentan diferencias en su porcentaje de germinación al incrementar la edad, como en *Mammillaria magnimamma* (Ruedas *et al.* 2000), *M. super-texta*, *M. mystax*, *M. carnea*, *M. haageana* (Rojas-Aréchiga, datos no publicados), mientras que en semillas de otras especies de éste género (como *M. heyderi*, del árido desierto de Chihuahua) el porcentaje de germinación se incrementa con la edad (Trejo-Hernández & Garza-Castillo 1993). Esta diferente respuesta germinativa a niveles de familia y de género sugiere que, al menos en la familia Cactaceae, la germinación de las semillas está más asociada a la heterogeneidad ambiental que a aspectos relacionados con la filogenia (Jurado & Flores 2005).

Las semillas de *M. oteroi* no tienen latencia inducida (*sensu* Harper 1959), o latencia secundaria (Crocker 1916), ya que pueden permanecer viables con porcentajes cercanos al 50% por cerca de dos años, y pueden formar un banco de semillas en el suelo de corta duración, de acuerdo a Thompson *et al.* (1997). Sin embargo, los elevados porcentajes de germinación de las semillas frescas (o nuevas) sugieren el desarrollo de un mecanismo de rápida respuesta de germinación cuando se presentan condiciones favorables, en detrimento de un mecanismo de alta longevidad o una posi-

ble latencia (en un ambiente caracterizado por periodos de lluvia cortos e irregulares, poco suelo y poca e irregular humedad en el mismo o en las fisuras entre las rocas). La mayor parte de los individuos de *M. oteroi* se encuentran en suelos de pendiente pronunciada, por lo que el poseer semillas de viabilidad de largo plazo no es favorable, ya que las semillas que no germinen a corto plazo tienen altas probabilidades de ser arrastradas no sólo por efecto de la gravedad, sino también por el agua en la época de lluvias, con su consiguiente acarreo a la parte baja y pérdida total. Es claro que en este caso una respuesta rápida de germinación cuando se presentan las condiciones de humedad necesarias disminuye la probabilidad de pérdida de semillas, es decir, éstas deben de germinar tan rápido como sea posible al inicio de la temporada de lluvias. La precipitación total anual en la zona de establecimiento es alta en comparación con la de otras regiones semiáridas (*M. oteroi* en Suchixtlahuaca, con 663 mm, García 1981). Lo anterior sugiere que las semillas de *M. oteroi* no tienen necesidad de sobrevivir en el suelo (o en las rocas) durante largos períodos de tiempo, ya que todos los años se presenta la precipitación necesaria para llevar a cabo el proceso de germinación.

Los resultados obtenidos indican que *M. oteroi* no necesita de un banco de semillas, ya que si bien puede tener un banco de semillas de corta duración, la tendencia es hacia su pérdida total. Es recomendable la realización de estudios similares con otras especies saxícolas para determinar si hay un comportamiento similar, así como en estudios demográficos evaluar la importancia que a nivel de dinámica poblacional tiene la influencia de la edad de

la semilla y el corto tiempo de duración de un banco de semillas, y así poder formular estrategias adecuadas de conservación para estas especies.

Agradecimientos

Agradecemos al Jardín Botánico Regional *Cassiano Conzatti*, del CIIDIR IPN Unidad Oaxaca, las facilidades para utilizar su material biológico y realizar los experimentos en sus instalaciones.

Esta investigación tuvo apoyo económico de los proyectos de SIP-IPN (No. 20060581), BBVA BIOCON 04-084 de la UAM Xochimilco y 0350 SEMARNAT-CONACyT del Instituto de Ecología de la UNAM. Se agradece el apoyo en el trabajo de campo a I. Rodríguez.

Literatura citada

- Anderson E F. 2001. *The cactus family*. Timber Press, Portland.
- Arias M S. 2000. The Cactaceae in the Valley of Tehuacan-Cuicatlan, Mexico. *Cactus Co* **4**:20-25.
- Arias M S, Gama L S & Guzmán CLU. 1997. *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Fascículo 14. Cactaceae A. L. Juss. Instituto de Biología. UNAM. México.
- Baskin C & Baskin JM. 1998. *Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Academic Press. San Diego, CA.
- Benítez-Rodríguez JL, Orozco-Segovia A & Rojas-Aréchiga M. 2004. Light effect on seed germination on four *Mammillaria* species from the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Central México. *Southwest Nat* **49**:11-17.
- Bowers JE. 2000. Does *Ferocactus wislizenii* (Cactaceae) have a between-year seed bank? *J Arid Environ* **45**:197-205.
- Crocker W. 1916. Mechanism of dormancy in seeds. *Am J Bot* **3**:99-120.
- Csontos P, & Tamás J. 2003. Comparisons of soil seed bank classification systems. *Seed Science Research* **13**:101-111.
- Dávila AP, Villaseñor JL, Medina R, Ramírez A., Salinas A, Sánchez KJ & Tenorio P. 1993. *Listados florísticos de México X. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Instituto de Biología. UNAM. México D.F.
- De la Barrera E & Nobel P S. 2003. Physiological ecology of seed germination for the columnar cactus *Stenocereus queretaroensis*. *J Arid Environ* **53**:297-306.
- Fenner M. 1985. *Seed ecology*. Chapman and Hall, Great Britain.
- Fenner M & Thompson K. 2005. *The ecology of seeds*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Flores J, Arredondo A & Jurado E. 2005. Comparative seed germination in species of *Turbinicarpus*: an endangered cacti genus. *Nat Areas J* **25**:183-187.
- Flores-Martínez A & Manzanero MGI. 2003. Germinación comparativa de especies del género *Mammillaria* endémicas de Oaxaca, México. *Cact Suc Mex* **48**:36-51.
- Franco A C & Nobel PS. 1989. Effect of nurse plants on the microhabitat and growth of cacti. *J Ecol* **77**:870-886.
- García E. 1981. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. UNAM. México.
- Guzmán U, Arias S & Dávila P. 2003. *Catálogo de cactáceas mexicanas*. CONABIO. UNAM. México.
- Harper JL. 1959. The ecological significance of dormancy and its importance in weed control. Proceedings IVth International Congress of Crop Protection, Hamburg: 415-420.

- Hernández H & Godínez H. 1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. *Acta Botánica Mexicana* **26**:33-52.
- Jurado E. Flores, J. 2005. Is seed dormancy under environmental control or bound to plant traits? *J Veg Science* **16**:559-564.
- Jurado E, Aguirre O, Flores J, Navar J, Villalón H & Wester D. 2000. Germination in Tamaulipan thornscrub of north-eastern Mexico. *J Arid Environ* **46**:413-424.
- Mandujano MC, Montaña C & Rojas-Aréchiga M. 2005. Breaking seed dormancy in *Opuntia rastrera* from the Chihuahuan desert. *J Arid Environ* **62**:15-21.
- Mandujano MC, Golubov J & Montaña C. 1997. Dormancy and endozoochorous dispersal of *Opuntia rastrera* seeds in the southern Chihuahuan Desert. *J Arid Environ* **36**:259-266.
- Montiel S & Montaña C. 2003. Seed bank dynamics of the desert cactus *Opuntia rastrera* in two habitats from the Chihuahuan Desert. *Plant Ecol* **166**:241-248.
- Nobel PS. 1984. Extreme temperatures and thermal tolerances for seedling of desert succulents. *Oecologia* **62**:310-317.
- Rojas-Aréchiga M & Batis A. 2001. Las semillas de cactáceas.... ¿forman bancos en el suelo? *Cact Suc Mex* **46**:76-82.
- Rojas-Aréchiga M, Casas A & Vázquez-Yanes C. 2001. Seed germination of wild and cultivated *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) from the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Central México. *J Arid Environ* **49**:279-287.
- Rojas-Aréchiga M & Vázquez-Yanes C. 2000. Cactus seed germination: a review. *J Arid Environ* **44**:85-104.
- Ruedas M, Valverde T & Castillo DA. 2000. Respuesta germinativa y crecimiento de plántulas de *Mammillaria magnimamma* (Cactaceae) bajo diferentes condiciones ambientales. *Bol Soc Bot México* **66**:22-35.
- SAS Institute Inc. 2005. *JMP statistics and Graphics Guide*. Statistical Discovery. SAS Institute Inc.
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Diario Oficial de la Federación. 2a. sección. 06 marzo 2002.
- Shimomura T, Kondo T & Fukai S. 2000. Breaking seed dormancy of *Notocactus submammulosus* var. *pampeanus* (Cactaceae) by Benzyl Adenine and Hydrogen Peroxide. *Japan J Agri Education* **31**:21-27.
- Sokal RR & Rohlf JH. 1981. *Biometry*. Second Ed. W. H. Freeman and Co., San Francisco, CA.
- Thompson K, Grime JG. 1979. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *J Ecol* **67**:97-100.
- Thompson K, Bakker JP & Bekker RM. 1997. *The soil seed banks of North West Europe: Methodology, density and longevity*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Trejo-Hernández L & Garza-Castillo MR. 1993. Efecto del tiempo de almacenamiento en la germinación de semillas de *Mammillaria heyderi* Muchl. en cuatro sustratos. *Biotam* **5**:19-24.
- Vázquez-Yanes C & Orozco-Segovia A. 1993. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. *Ann Rev Ecol Syst* **24**:69-87.
- Vegis A. 1964. Dormancy in higher plants. *Ann Rev Plant Physiol* **15**:185-224.
- Villaseñor JL, Dávila P & Chiang F. 1990. Fitogeografía del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Bol Soc Bot México* **50**:135-149.
- Vleeshouwers LM, Bouwmeester HJ & Karssen CM. 1995. Redefining seed dormancy: an attempt to integrate physiology and ecology. *J Ecol* **83**:1031-1037.

Recibido: julio 2008; aceptado: octubre de 2008.

Received: July 2008; accepted: October 2008.

Nota
***Mammillaria herrerae* Werderm., en el
vórtice de la extinción**

Sánchez Martínez Emiliano^{1*}, Hernández Martínez María Magdalena¹,
Hernández-Oria José Guadalupe¹ & Torres Galeana Luis Enrique¹

*“Bola de hilo
Frente al precipicio,
Tú puedes, vuela”*

Haikú... Extinciones, (E. Sánchez, 2000)

Mammillaria herrerae es una especie críticamente amenazada de acuerdo al criterio de la “Lista Roja de Especies Amenazadas” (IUCN Red List of Threatened Species) de la Comisión para la Supervivencia de Especies (Species Survival Commission) de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (International Union for Conservation of Nature). La justificación estriba en (cito): “...sus poblaciones pequeñas con sólo 50 individuos en un área (hábitat) de 1 km², donde (la planta) continúa disminuyendo (sus poblaciones) como resultado de la colecta ilegal”. Estiman que cerca del 95% de las plantas silvestres desaparecieron en los últimos 20 años (Fitz-Maurice & Fitz-Maurice 2002).

Las poblaciones conocidas de *Mammillaria herrerae* efectivamente han sido referidas principalmente del ejido de Cerro Prieto (Mesa de León), en los alrededores del poblado de El Arbolito y de algunas zonas aledañas en el macizo montañoso de El Doctor, hacia el oeste de la Presa de

Zimapán. Todas, en pequeñas superficies, en la porción oriental del municipio de Cadereyta de Montes, Querétaro. Las poblaciones actuales se han reconocido con muy escasos individuos, generalmente en colonias de unos 20 especímenes, siendo las de Mesa de León las más frecuentemente visitadas (Ortega 2004, Sánchez *et al.* 2006). No se tiene, sin embargo, conocimiento de ningún censo ni delimitación precisa de su área de distribución.

Los recientes trabajos de ingeniería civil ejecutados por un consorcio dependiente de la empresa Ingenieros Civiles Asociados (ICA), para llevar agua a la ciudad de Querétaro desde el río Moctezuma, han permitido acceder a zonas del macizo El Doctor que albergan poblaciones de esta rara *Mammillaria*, endémica de esta zona del semidesierto queretano (Fotos 1 a 4).

Se puede ahora saber que *Mammillaria herrerae* existe en dos subcuadrantes del cuadrante Tolimán (20° 30' -21° 00' N-99° 30' -100° 00' W): Mesa de León (20° 36' -20°

¹Jardín Botánico Regional de Cadereyta “Ing. Manuel González de Cosío”, Camino a la antigua hacienda de Tovaes sin número, Cadereyta de Montes, Querétaro, México. C. P. 76500. Teléfono: + 52 (441) 2760647
Autor de correspondencia: esanchez@concyteq.org.mx

Emiliano Sánchez



FOTO 1. El último hábitat de *Mammillaria herrerae* Werderm.

Emiliano Sánchez



FOTO 2. ¡La fértil floración de una especie que se extingue!

Jordan Colubov



FOTO 3. *Mammillaria herrerae* Werderm., en su ambiente natural en la Sierra del Doctor, Cadereyta, Querétaro, México.

Jordan Colubov



FOTO 4. Individuos de *Mammillaria herrerae* Werderm., en su hábitat natural.



Emiliano Sánchez

FOTO 5. Exploradores en el sitio de estudio.

42' N-99° 30'-99° 36' W) y Altamira (20° 42'-20° 48' N-99° 30'-99° 36' W) (Sánchez *et al.* 2006 y observaciones recientes en el campo). Las poblaciones geoposicionadas son 4, una de ellas, recientemente visitada (con el Dr. Jordan Golubov Figueroa y sus alumnos; foto 5), incluye cerca de 50 individuos, con una distribución homogénea en distintas clases de edad. Aparentemente, todas se encuentran en el límite altitudinal superior de los matorrales rosetófilos en la confluencia con la vegetación submontana que incluye ya algunos pinos piñoneros. Esta es una franja (cerca a los 2 000 msnm) que se caracteriza por la presencia de niebla. Aunque aquí la riqueza y abundancia de cactáceas disminuye por el menor “efecto de aridez” que produce la altitud (Martorell & Ezcurra 2002), algunas cactáceas cuya conservación es prioritaria, proliferan, manifestando adaptaciones a dicho medio ambiente. La geología está caracterizada por rocas calizas grises estratificadas, pertenecientes al Cretácico Inferior, que forman suelos someros. La vegetación que acompaña a

Mammillaria herrerae incluye abundantes plantas en roseta (*Dasyliirion longissimum*, *Agave striata*, *Hechtia* sp.), arbustos (*Bursera fagaroides*, *Bursera schlechtendalii*, *Flourensia resinosa*, *Krameria cystisoides*, *Leucophyllum ambiguum*, *Machaonia coulteri*, *Senna* sp. *Turnera diffusa*), otras cactáceas (*Thelocactus hastifer*) e incluso árboles (*Pinus pinceana*, *Vauquelinia corymbosa*).

La localización de estas poblaciones, aún bajo la circunstancia de impacto ambiental a la que está sometida la zona, debe conllevar a acciones que acrecienten sus posibilidades de sobrevivencia y aún la mejora de su hábitat. Es conveniente considerar a la región como hábitat crítico para la conservación de la vida silvestre, de acuerdo con lo establecido en el artículo 70 y siguientes del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (Semarnat 2007), e incluir un plan de recuperación para la especie y su hábitat. También es muy importante cuidar a estos nuevos conglomerados de la extracción ilegal, ya que este taxón, como planta cultivada, tiene un bajo índice de dis-

ponibilidad en los viveros mundiales (Bárce-
nas 2003). Aunado a esto deben reforzarse
los procedimientos de vigilancia y hacer
rigurosas las sanciones a quienes trafiquen
con el material silvestre; su inclusión en el
apéndice I de CITES sería probablemente
un coadyuvante mayor a su preservación
en su medio natural.

La “bola de hilo” es sin duda una de las
más emblemáticas biznaguillas del mundo
cactológico y, sin duda, el más amenaza-
do taxón de la flora suculenta queretana
(MER= 13 puntos: 4, 2, 3, 4; categoría
P, NOM-059-ECOL-2001) (Sánchez *et al.*
2006). Ahora es el momento de ayudarla a
continuar su existencia natural; de otra ma-
nera será una más de las bellezas naturales
de México que muere arrodillada.

Agradecimientos

Reconocemos el apoyo del Biól. Pablo Gallardo
F. y su equipo de trabajo (CIAQSA, ICA) para
localizar las poblaciones de *Mammillaria her-
rerae* y las facilidades prestadas para acceder a
su hábitat.

Literatura citada

- Robbins C & Bárcenas RT. 2003. *Prickly Trade: Trade and Conservation of Chihuahuan Desert Cacti*. Robbins C. (ed.) TRAFFIC North America. Washington, D. C. World Wildlife Fund. www.iucnredlist.org
- Fitz-Maurice WA & Fitz Maurice B. 2002. *Mammillaria herrerae*. In: IUCN 2007. 1007 IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org
- Ortega R. 2004. Rescate y caracterización ecológica de especies vegetales en estatus crítico de conservación, en el área del Proyecto Hidroeléctrico Zimapán, México.

Tesis (licenciatura). Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 69 p. y anexos.

Sánchez E. 2000. *Extinciones... Haikú. Libelo de poemas para las Cactáceas queretanas en peligro de extinción*. Edición del autor.

Sánchez E. Arias S, Hernández Martínez MM & Chávez R. Ficha técnica de *Mammillaria herrerae*. En: Sánchez, E. (compilador). Apuntes técnicos para el conocimiento de la situación de conservación de especies de la familia *Cactaceae* en el estado de Querétaro. Jardín Botánico Regional de Cadereyta “Ing. Manuel González de Cosío”. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro (CONCYTEQ), Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto CK 016. México, D. F. <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/ise/fichasnom/Mammillariaherrerae00.pdf>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2004, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. Diario Oficial de la Federación 6 de marzo: 1-85.

Semarnat. 2007. *Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Colección Legal. México D. F.

Recibido: septiembre 2008; aceptado: diciembre 2008.

Received: September 2008; accepted: December 2008.

Fe de erratas

Volumen 53 Núm. 3, julio- septiembre 2008

Página 82 en el pie de la foto 11:

Dice: Flor y tallo de *Selenicereus mirandae*

Debe decir: Flor y tallo de *Selenicereus murrillii*

Astrophytum ornatum (DC.) F. A. C. Weber ex Britton & Rose, 1922



Nombre común: "biznaga algodoncillo", "liendrilla", "piojosa" y "monk's hood" en EUA.

Astrophytum ornatum, es una cactácea endémica de México, el tallo es al principio esférico, después columnar de 30 a 35 cm de altura por 12 a 15 cm de diámetro, llegando en su hábitat a los 2 m de altura. Ápice hundido con lana blanca. Epidermis verde claro, oscuro o grisáceo con estigmas más o menos abundantes, faltando a veces. Presenta 8 costillas rectas o espiraladas (Gómez-Sánchez 2001). La flor es diurna, sécil, nace en la zona apical de la planta, solitaria, de 5 cm de largo y 4 cm de ancho, infundibuliformes, de color amarillo canario a pardo oscuro, con pétalos de borde dentado. Presenta fruto globoso, semiseco, con dehiscencia apical, de 2 cm de largo y 1.3 cm de diámetro. La semilla navicular, de 2.5-3.1 mm de largo y de 1.5 a 1.7 mm de espesor, testa verrucosa de color pardo oscuro (Arias 1989). Presenta dos periodos de floración, de marzo a junio (primavera) y de agosto a septiembre (verano), y dos periodos de fructificación, de julio a septiembre y de enero a febrero. Es una especie entomófila con vectores comúnmente del orden Himenoptera. Comúnmente se desarrolla en los Matorrales Desértico Micrófilo y Rosetófilo, presentándose también en el Matorral Submontano, Crasicaule y en ciertas formaciones del tipo del Bosque Tropical Caducifolio o Matorral Espinoso (Arias 1989, Zamudio *et al.* 1992). Su distribución se extiende en dirección Sureste-Noroeste, casi paralela a la Sierra Madre Oriental, ocupando los valles y barrancas de Hidalgo, Querétaro y Guanajuato (Arias 1989). En los últimos diez años se ha reportado la presencia de esta especie más hacia el Norte, en la cuenca del río Santa María, abarcando las porciones más septentrionales de Guanajuato y los territorios inmediatos el aparte media-sur del estado de San Luis Potosí (Bárceñas 1999). Presenta afinidad por los lugares con humedad dentro de los cañones fluviales. Es una especie calcícola con apego por las calizas y lutitas de edades geológicas Cretácicas. Se concentra en laderas de pendientes medias a pronunciadas, con mayor abundancia en la parte inferior; los suelos son someros (10-70 cm) y pedregosos (fragmentos del tamaño de las guijas), de tipo regosol calcárico, litosol y feozem (Arias 1989, Ortega 2004). En los extremos de su distribución (sitios de menor pendiente) es notable el grado de deterioro que presenta ya que es dañada por el sobrepastoreo, por la extracción de leña y por el ganado equino (burros). En las áreas de mayor pendiente operan estos mismos factores pero su impacto es menor. Se encuentra en el apéndice II de CITES, y en la NOM-059-ECOL-2001 está catalogada como especie amenazada.

Texto y foto: Zepeda Martínez Verónica Noemí

Laboratorio de Dinámica de Poblaciones y Evolución de Historias de Vida, Depto. Ecología de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, UNAM. Correo electrónico: veronica2487@hotmail.com