

# CACTÁCEAS y suculentas mexicanas



VOLUMEN 53 No. 1

ENERO-MARZO 2008

ISSN 0526-717X

# CACTÁCEAS y *suculentas mexicanas*

Volumen 53 No. 1  
Enero-marzo 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 Eguiarte  
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

BIól. 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

Ortempus SA de CV  
Se imprimieron 1 000 ejemplares, febrero 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

#### Secretaría

Samantha Mendoza Moreno

#### Bibliotecario

Raymundo García A.

#### Fotografía de portada:

*Graptopetalum superbum*  
Foto: Omar González Zorzano



*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](mailto: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 19-490, San José Insurgentes, 03901, México, D.F.

[socmexcact@yahoo.com](mailto:socmexcact@yahoo.com)

[www.cactus-mall.com/smc/](http://www.cactus-mall.com/smc/)

[www.ecologia.unam.mx/laboratorios/dinamica\\_de\\_poblaciones/cacsucmex/cacsucmex\\_main.html](http://www.ecologia.unam.mx/laboratorios/dinamica_de_poblaciones/cacsucmex/cacsucmex_main.html)

La Sociedad Mexicana de Cactología, A.C. agradece el financiamiento a suscriptores y donativos por productos de divulgación que genera la sociedad.

# CACTÁCEAS y suculentas mexicanas

Volumen 53 No. 1 Enero-marzo 2008



## Contenido

**Evaluación del riesgo de extinción de las poblaciones naturales de *Turbincarpus pseudomacrole* (Backeb.) Buxb. & Backeb. (Cactaceae).**

Jiménez-Sierra, Cecilia; Matias-Palafox, Ma. Loraine & Vázquez-Díaz, Erasmo.....4

**Germinación de *Mammillaria hamata* en Los Ángeles Tetela, Puebla, México.**

Campohermoso, Alma Delia Castillo & Navarro Carbajal, María del Carmen;.....18

**Lista de revisores durante el 2007.....29**

**Normas editoriales..... 30**

***Graptopetalum superbum* (Kimmach) Acevedo-Rosas & Cházaro**

González Zorzano, Omar.....32

## Contents

**Evaluating extinction risk in natural populations of *Turbincarpus pseudomacrole* (Backeb.) Buxb. & Backeb. (Cactaceae).**

Jiménez-Sierra, Cecilia; Matias-Palafox, Ma. Loraine & Vázquez-Díaz, Erasmo.....4

**Germination of *Mammillaria hamata* at Los Ángeles Tetela, Puebla, Mexico.**

Campohermoso, Alma Delia Castillo & Navarro Carbajal, María del Carmen;.....18

**List of reviewers for 2007.....29**

**Instructions for authors..... 30**

***Graptopetalum superbum* (Kimmach) Acevedo-Rosas & Cházaro**

González Zorzano, Omar.....32

# Evaluación del riesgo de extinción de las poblaciones naturales de *Turbinicarpus pseudomacroechele* (Backeb.) Buxb. & Backeb. (Cactaceae).

Jiménez-Sierra, Cecilia<sup>\*</sup>; Matias-Palafox, Ma. Loraine<sup>1</sup> & Vázquez-Díaz, Erasmo<sup>1</sup>

## Resumen

*Turbinicarpus pseudomacroechele* es una especie endémica de los estados de Hidalgo y de Querétaro (en México) que ha sido considerada en peligro de extinción (P) (NOM-059-ECOL-2001); vulnerable (VU) (UICN, 2002) y se encuentra incluida en el Apéndice I de CITES. Se conocen cuatro localidades aisladas entre sí, cuya área total es de apenas 21.5 ha. Se aplica el Método de Evaluación de Riesgo (MER) a los datos de tres poblaciones ya reportadas y de una nueva (El Cardonal). Tomando en cuenta la distribución del taxón, el estado del hábitat, la vulnerabilidad intrínseca del taxón y la perturbación del ambiente (Índice de Perturbación). Se concluye que la especie debe seguir siendo considerada como en peligro de extinción (P) y debe ser protegida por la legislación nacional e internacional.

**Palabras Claves:** Análisis de disturbio ambiental, MER, riesgo de extinción, *Turbinicarpus pseudomacroechele*.

## Abstracts

*Turbinicarpus pseudomacroechele* is an endemic species of the states of Hidalgo and Queretaro (Mexico). It has been considered an endangered (P) (NOM-059-ECOL-2001) and vulnerable (VU) (UICN 2002) species and it is included in Appendix I of CITES. There are four known isolated populations with a total area of only 21.5 ha. We applied a method of risk evaluation (MER) developed by the Mexican legislation. We considered three already known populations and a new one (El Cardonal). We considered the distribution of taxon, habitat conservation, vulnerability of the taxon and the perturbation index. We concluded that the species must be considered as "in danger of extinction" and has to be protected by national and international legislation.

**Key words:** Analysis of environmental disturbance, extinction risk, MER, *Turbinicarpus pseudomacroechele*.

## Introducción

La mayoría de las especies de la familia Cactaceae se encuentran incluidas dentro de

algunos catálogos de conservación (CITES 1990; IUCN 2002 y SEMARNAT 2002). En la legislación mexicana (NOM-059-ECOL-2001), estas especies pueden estar reportadas

<sup>1</sup>Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco 186. Col. Vicentina, Iztapalapa. C.P. 09340. México, D.F., México.

\*Autor de correspondencia: e-mail: ceci@xanum.uam.mx.

C. Jiménez-Sierra



FOTO 1.  
*Turbinicarpus*  
*pseudomacrochele*  
en su ambiente  
natural.

L. Matías-Palafox



FOTO 2.  
*Turbinicarpus*  
*pseudomacrochele*  
en  
floración.

en las categorías: sujeta a protección especial, amenazada o en peligro de extinción. No obstante, falta información sobre los aspectos biológicos y ecológicos de las especies, lo que hace que sean consideradas en dichas categorías a pesar de no estarlo, o bien especies que prácticamente están extintas no estén consideradas en el estatus

adecuado o protegidas por la legislación (Guzmán *et al.* 2003; Flores-Martínez & Manzanero 2005).

El método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER), tiene como objetivo unificar los criterios para la asignación de categorías de riesgo de las especies (Anexo I, NOM-

059-ECOL-2001). El estatus otorgado a las especies se basa en la valoración de cuatro variables independientes: A) Amplitud de la distribución del taxón en México (1 a 4 puntos); B) Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón (1 a 3 puntos); C) Vulnerabilidad biológica intrínseca al taxón (1 a 3 puntos) y D) Impacto de la actividad humana sobre el taxón (2 a 4 puntos). Los valores más altos en cada variable corresponden a las condiciones menos propicias para la preservación o conservación de la especie. La suma de estos valores establece un valor numérico en puntos con el cual se determina el estatus de conservación de la especie: Sujeta a protección especial (Pr) (menos de 10 puntos); Amenazada (A) (de 10 a 11 puntos); o en Peligro de extinción (P) (de 12 a 14 puntos) (Semarnat 2002).

En la categoría sujeta a protección especial (Pr) se encuentran las especies o poblaciones que podrían llegar a estar amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se hace imperante propiciar la recuperación y la conservación del ambiente y de las poblaciones. En la categoría amenazada (A) se ubican las especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si los diversos factores que inciden negativamente en su viabilidad (deterioro o modificación del hábitat o disminución del tamaño de sus poblaciones) siguen afectando. En la categoría peligro de extinción (P) se encuentran las especies cuya área de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica (SEMARNAT 2002).

México es el país con mayor diversidad de cactáceas, cuenta con cerca de 66 géneros

y 850 especies, siendo la mayoría endémicas del país y muchas con áreas de distribución restringidas, por lo que la valoración objetiva del riesgo de desaparición de las poblaciones naturales es prioritaria en la determinación de su estatus de conservación para poder sugerir estrategias adecuadas sobre su uso y conservación (Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada 1991a y b).

El género *Turbincarpus* incluye 34 especies, con cerca de 16 variedades o formas (Guzmán *et al.* 2003). El taxón completo se encuentra en el Apéndice I de CITES. La Semarnat (NOM-059-ECOL-2001) lista 15 de estas especies y una subespecie en alguna categoría de riesgo. De estas especies, nueve se encuentran señaladas como amenazadas (A); dos en la categoría de en peligro de extinción (P) y tres como sujetas a protección especial (Pr). La Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN 2002), señala 21 taxones del género *Turbincarpus* en alguna categoría de riesgo: siete especies y dos subespecies como en peligro crítico (CR); una subespecie en peligro (EN); ocho especies como vulnerables (VU), y una especie y dos subespecies en casi amenazadas (NT). (Guzmán *et al.* 2003) (Cuadro 1).

*Turbincarpus* es un género de la familia Cactaceae, Subfamilia Cactoideae, Tribu Cacteeae. Dentro de la tribu Cacteeae quedan incluidos géneros como *Astrophytum*, *Echinocactus*, *Ferocactus* y *Mammillaria*. Las especies del género *Turbincarpus* se caracterizan por presentar tallos pequeños con forma más o menos globosa hasta cortamente cilíndricos, de color verde grisáceo con tintes glaucos. Son plantas generalmente simples provistas de tubérculos o rara vez con costillas divididas en

CUADRO 1. Estatus de riesgo de las especies del género *Turbinicarpus*:

1) Categorías de la NOM-059-ECOL-2001: Pr = Protección especial; A = Amenazada; P = En peligro;

2) Categorías de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2002): CR = Peligro crítico; VU = vulnerable; NT = casi amenazada;

3) Categorías de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Flora y Fauna Silvestres CITES: I = Taxón incluido en el apéndice I de CITES.

\* = Inclusión del taxón en el año 2003 a la lista de la NOM-059-ECOL-2001.

Especie y autor	NOM-059- ECOL-2001	UICN	CITES	Distribución en el país (Guzmán <i>et al.</i> 2003)
<i>T. alonsoi</i> Glass & S. Arias.		CR	I	Gto.
<i>T. beguinii</i> (N.P. Taylor) Mosco & Zanovello.	Pr *		I	Chih.; Coah.; N.L.; S.L.P.; Zac.
<i>T. booleanus</i> G.S. Hinton.		CR	I	N.L.
<i>T. dickisoniae</i> (Glass & R.A.Foster) Glass & A. Hofer.			I	N.L.
<i>T. gautii</i> (L.D.Benson) Mosco & Zanovello	A			Coah.; N.L.; S.L.P.; Tamps.
<i>T. gielsdorffianus</i> (Werderm) Vác.John & Ríha.	P	CR	I	S.L.P.
<i>T. hoferi</i> Luthy & A.B.Lau.	A	CR	I	N.L.
<i>T. horripilus</i> (Lem.) Vác.John & Ríha.		VU	I	Hgo.
<i>T. jauernigii</i> Gerhart Frank.	P *	CR	I	Tamps.; S.L.P.
<i>T. laui</i> Glass & R.A.Foster.	P	VU	I	S.L.P.
<i>T. lophophoroides</i> (Werderm.) Buxb. & Backeb.	Pr	VU	I	S.L.P.
<i>T. mandragora</i> (Fric ex A.Berger)	A	CR	I	Coah.
<i>T. pseudomacroleche</i> (Backeb.) Buxb. & Backeb.	P	VU	I	Hgo.; Qro.
<i>T. pseudopectinatus</i> (Backeb.) Glass & R.A.Foster.	Pr	VU	I	N.L.; S.L.P.; Tamps.
<i>T. roseiflorus</i> Backeb.			I	No disponible
<i>T. saueri</i> (Boed.) Vác.John & Ríha.	A		I	S.L.P.; Tamps.
<i>T. schmiedickeanus</i> (Boed.) Buxb. & Backeb.	A		I	N.L.; S.L.P.; Tamps.
<i>T. subterraneus</i> (Backeb.) A.D.Zimmerman in D.R. Hunt & N.P Taylor.	A	VU	I	N.L.
<i>T. swobodae</i> L. Diers.	A	VU	I	N.L.
<i>T. valdezianus</i> (H.Moeller) Glass & R.A. Foster	Pr	VU	I	Coah.; N.L.; S.L.P.; Zac.
<i>T. viereckii</i> (Werderm.) Vác.John & Ríha.	A	NT	I	N.L.; S.L.P.; Tamps.
<i>T. ysabelae</i> (= <i>T. saueri</i> ) (Boed.) Vác.John & Ríha.	A		I	S.L.P.; Tamps.
<i>T. zaragozae</i> (Glass & R.A.Foster) Glass & A. Hofer ex Glass.		VU	I	N.L.

L. Matias-Palafox

FOTO 3. Localidad de *Turbincarpus pseudomacroechele* en Ixmiquilpan (Hgo).

tubérculos. Las aréolas son monomorfas, circulares o elípticas y producen primero espinas y después flores. Las espinas son suaves, setosas o tubuladas, con contorno circular hasta aplanadas, curvas o retorcidas, más o menos largas y frecuentemente enmarañadas sobre el ápice del tallo. Las flores nacen en las aréolas de los tubérculos muy jóvenes, son infundibuliformes, de tamaño grande en comparación con la planta; el pericarpelo es desnudo o con una o dos escamas diminutas, blancas con tinte rosado, situadas hacia la región del perianto. El fruto es una baya que al principio es verde con una o dos escamas y después adquiere un tono moreno, se abre liberando a las semillas que son pequeñas de 1 a 1.5 mm de longitud, más o menos ovoides con un hilo basal, testa negra tuberculada y el micrópilo hacia la parte superior del hilo. El embrión es algo curvo, con restos de perisperma (Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada 1991a). La dispersión natural de las semillas se lleva a cabo por

hormigas, viento y corrientes de agua de lluvia (Reyes-Valdéz *et al.* 2000).

El género *Turbincarpus* se distribuye en los estados del Sur de los Estados Unidos (Colorado, Utah, Arizona y Nuevo México) (Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada 1991a y b). En México el género es endémico de los estados del noreste del país, creciendo en el desierto Chihuahuense en diversas localidades a lo largo de la Sierra Madre Oriental y en las planicies adyacentes. Se presenta en los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Zacatecas, Hidalgo y Querétaro (Guzmán *et al.* 2003). Las especies de este género generalmente son endémicas con distribuciones restringidas a uno o dos estados (Cuadro 1).

*Turbincarpus pseudomacroechele* es una planta simple o cespitosa con tallo globoso aplanado a cortamente cilíndrico de 3 a 6 cm de altura y de 2 a 3 cm de diámetro con el ápice lanoso. Los tubérculos son redondeados a conoideos y están dispuestos en series



espiraladas. Las aréolas, al principio contienen mucha lana blanca; el meristemo floral está situado directamente al borde del meristemo espinífero; las espinas (6 a 8), son delgadas setosas como pelos suaves, más o menos tortuosas o encorvadas, de 10 a 30 mm de longitud. Las flores brotan en el ápice de los tubérculos jóvenes, son desde angostas hasta anchamente infundibuliformes de 20 a 30 mm de longitud y de cerca de 35 mm de diámetro; su pericarpelo es ovoideo, de más o menos 5 mm de longitud y 4 mm de diámetro, de color verde oliva claro, a veces con tintes castaños y sin escamas. La raíz es napiforme y grande (Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada 1991a y b) (Fotos 1 y 2).

*Turbinicarpus pseudomacrolele* ha recibido varios nombres: *Turbinicarpus krainzianus* (Gerhart Frank) Backeb. f. *minimus* Gerhart Frank, 1989; *Turbinicarpus krainzianus* (Gerhart Frank) Backeb. var. *minimus* (Gerhart Frank) L. Diers, 1990; *T. pseudomacrolele* (Backeb.) Buxb. & Backeb. f. *minimus* (Gerhart Frank) Zachar, Stanik, Lux & Dráb, 1996 y *Turbinicarpus krainzianus* (Gerhart Frank) Backeb. subsp. *minimus* (Gerhart Frank) Lüthy & A. Hofer, 2000 (Guzmán *et al.* 2003). Se han señalado cuatro subespecies: *krainzianus*; *lausseri*; *minimus* y *pseudomacrolele*. *Turbinicarpus pseudomacrolele* ha sido considerada: en peligro de extinción (P) (NOM-059-ECOL-2001); vulnerable (VU) (UICN 2002) y se encuentra incluida en el Apéndice I de CITES (Guzmán *et al.* 2003).

El objetivo de este trabajo es determinar mediante la aplicación del Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER), (SEMARNAT 2002), el estatus de con-

servación de las poblaciones naturales de *Turbinicarpus pseudomacrolele*, planta endémica de México y con distribución limitada de sus poblaciones.

## Material y métodos

Para determinar el estatus de conservación de *T. pseudomacrolele*, se evaluaron los cuatro criterios mencionados en el anexo 1 de la NOM-059-ECOL-2001. Dicha evaluación tomó en cuenta los registros existentes sobre la especie en la bibliografía (Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada 1991b; Godínez-Álvarez 2001) y en los herbarios: Herbario del Instituto de Biología (MEXU), UNAM; Herbario de Botánica (ENCB), IPN; Herbario de Ciencias Forestales (CHAPA), UACH y el Herbario Metropolitano Dr. Nava y Riva Esparza (UAMIZ), UAM-I, así como los datos de campo no publicados de una nueva localidad del Municipio de El Cardonal (Hgo.).

La distribución geográfica del Taxón (Criterio A), se determinó con recorridos realizados a los sitios donde se localizan las poblaciones. Las condiciones generales (bióticas y abióticas) y de impacto humano en las zonas (Criterios B y D) se determinaron a partir de la aplicación del método para la evaluación del disturbio del hábitat propuesta por Peters y Martorell (2000) y Martorell y Peters (2005). La vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón (Criterio C), fue determinada a partir de la información existente sobre la estructura poblacional y la biología reproductiva de la especie (Godínez-Álvarez 2001), así como de los datos obtenidos de la nueva población.

Para todas las poblaciones la distribución de tamaños se obtuvo con base a la sumatoria de los diámetros de las ramas de los individuos. El patrón de distribución de las plantas se determinó con base al índice de dispersión (ID), el cual fue calculado como  $ID = \text{varianza}/\text{media}$  de la frecuencia del número de individuos por cuadrante. En donde se considera una distribución al azar si  $ID=1$ , uniforme si  $ID<1$  y agregada si  $ID>1$ . Se realizó una prueba de  $\chi^2$  para determinar si el patrón obtenido era significativo.

## Resultados

En los siguientes incisos, los datos que se presentan para las poblaciones de Ixmiquilpan, Zimapán y Bernal fueron tomados de Godínez-Álvarez (2001); los datos para la población de El Cardonal son datos no publicados de los autores.

### Criterio A. Amplitud de la distribución del taxón en México (1-4)

Esta especie es endémica de México. No se conoce la localidad tipo y su distribución está restringida a los estados de Hidalgo y Querétaro (Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada 1991a; Guzmán *et al.* 2003). Godínez-Álvarez (2002), apoyándose en el material de herbario menciona que la especie presenta una distribución limitada y discontinua. Reporta una localidad en las cercanías del poblado de Bernal (Mpio. de Ezequiel Montes) en el estado de Querétaro y dos localidades en Hidalgo: una en Zimapán y otra en las cercanías de Ixmiquilpan (Foto, 3). La ubicación geográfica de estas poblaciones se presenta en el Cuadro 2.

La extensión aproximada ocupada por estas poblaciones es pequeña (Cuadro 2). El área total estimada ocupada por la especie es de cerca de 21.5 ha. Esta área es mucho menor al 5% de la superficie del



L. Matías-Palafox

FOTO 4. Matorral Rosetófilo asociado a las poblaciones de *Turbinicarpus pseudomacrole* en Zimapán (Hgo).



L. Matias-Palafox

FOTO 5. *Turbiniacarpus pseudomacrochele* creciendo en las grietas de las rocas.

territorio nacional (ca. 1, 964, 000 km<sup>2</sup>), por lo que a esta variable se le asignaron cuatro puntos, lo que señala que es una especie micro endémica y con escasa distribución en México.

### **Criterio B. Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón (1-3)**

De acuerdo con las observaciones de campo, las cuatro poblaciones conocidas de *T. pseudomacrochele* se encuentran en comunidades de matorral xerófilo y rosetófilo. Las especies dominantes en estos tipos de vegetación son: *Agave lechuguilla*, *Echinocactus ingens*, *E. platycanthus*, *Opuntia imbricata*, acompañados por los géneros *Selaginella*, *Mimosa*, *Acacia* y *Croton* (Rzedowsky 1978) (Foto 4). *T.*

*pseudomacrochele* crece en suelos someros de origen calcáreo, con pH neutros a ligeramente básicos, con poca materia orgánica y buena proporción de arenas que facilitan su drenaje. Las poblaciones se encuentran en las laderas con pendientes entre 45° a 60°, desarrollándose sobre las grietas de las rocas. Debido a la susceptibilidad de estos ambientes a la erosión, a esta variable se le asignó el valor de dos puntos, lo que significa que el hábitat con respecto a los requerimientos de la especie es limitante u hostil.

### **Criterio C. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón (1-3)**

*Hábitats disponibles.* *T. pseudomacrochele* presenta preferencias microambientales en su distribución. Para todas las poblaciones

CUADRO 2. Localización de las poblaciones de *Turbincarpus pseudomacrolele*.

Población (Estado)	Coordenadas geográficas	Altitud (msnm)	Pen-diente (°)	Área esti-mada (ha.)	Comunidad Vegetal
Bernal (Querétaro)*	20° 45' 14.2 N 99° 55' 34.9 W	2091	20	2.3	Matorral Xerófilo
Zimapán (Hidalgo)*	20° 40' 24.3 N 99° 30' 12.0 W	1845	55	5	Matorral Rosetófilo
Ixmiquilpan (Hidalgo)*	20° 36' 31.5 N 99° 06' 09.5 W	2077	30	2.2	Matorral Xerófilo
El Cardonal (Hidalgo)	20° 30' 6.4 N 99° 05' 25.4 W	2088	48	12	Matorral Rosetófilo

\* Datos tomados de Godínez Álvarez 2002.

CUADRO 3. Características de las poblaciones de *T. pseudomacrolele*. (Los diámetros se presentan en cm<sup>2</sup>).

Población (Estado)	Densi-dad (E.E.)	Núm. indivi-duos	Diámetro promedio (E.E.)	Núm. de ramas por individuo (E.E.)	Patrón de distribución espacial
Bernal (Querétaro)*	1.6 (0.3)	12	21.3 (2.1)	1.3 (0.2)	Aleatorio
Zimapán (Hidalgo)*	5.3 (1.1)	15	46.4 (6.2)	4.7 (0.8)	Agregado
Ixmiquilpan (Hidalgo)*	2.7 (0.5)	21	14.2 (0.8)	1.04 (0.02)	Agregado
El Cardonal (Hidalgo)	0.46 (0.1)	41	29 (5.8)	4.7 (0.9)	Agregado
Promedio	2.82	22.25	27.73	2.94	

\* Datos tomados de Godínez Álvarez 2002.

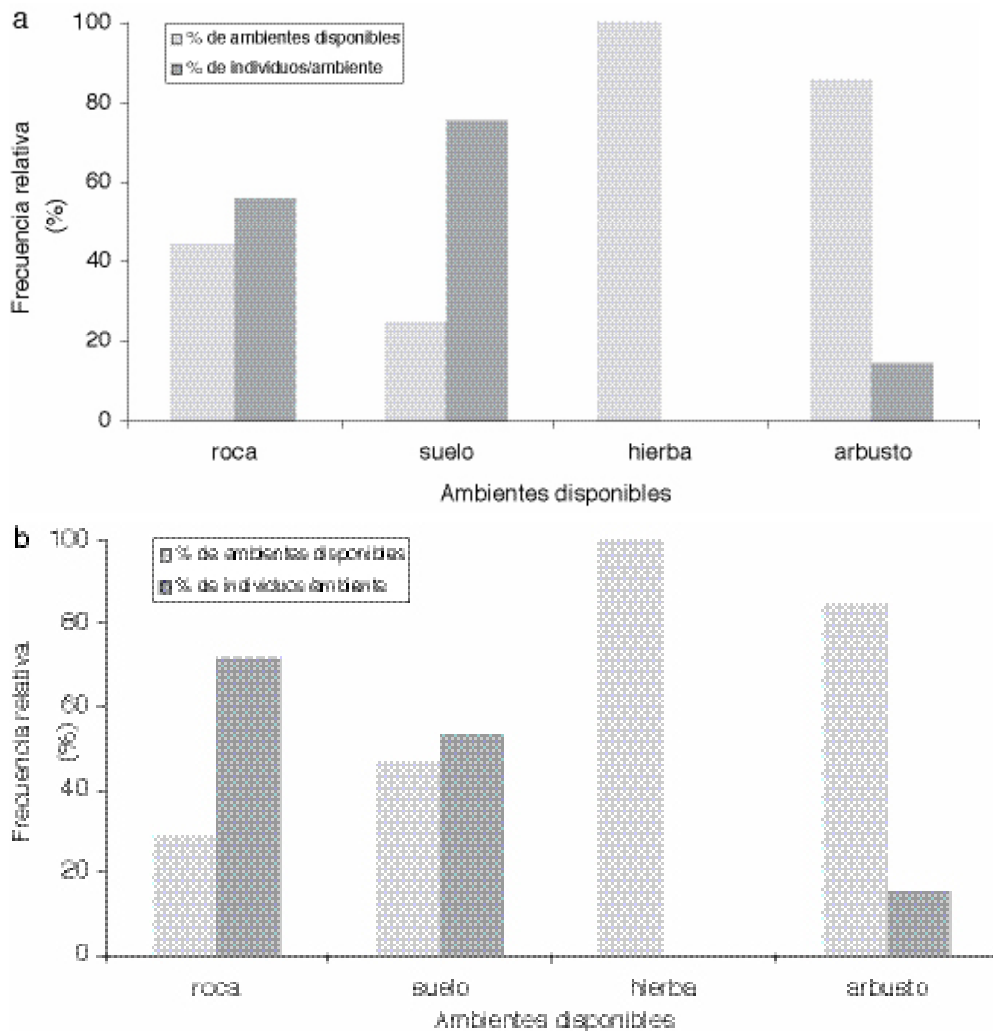
hay preferencias por las rocas (Foto 5), a excepción de la población de Bernal donde hay más individuos creciendo sobre suelo. Para las cuatro poblaciones se observa preferencia por lugares protegidos por otras plantas (Fig. 1). El patrón de distribución espacial es agregado para 3 de las 4 poblaciones (Cuadro 3).

*Aspectos demográficos.* Densidad de las poblaciones: La densidad de individuos va de 0.46 (El Cardonal) a 5.3 individuos/m<sup>2</sup> (Zimapán). Aunque esta variación es grande, el promedio total es de 2.82 individuos/m<sup>2</sup>.

El número de individuos tomado en cuenta para las estimaciones demográficas varía por sitio. La población mejor representada fue la de El Cardonal con 41 individuos. El diámetro promedio de los individuos por población, (tomando en cuenta todas sus ramas) va de 14.2 mm (Ixmiqulpan) a 46 mm (Zimapán). El número promedio de ramas por organismo es de 1.04 (Ixmiqulpan) a 4.7 (Zimapán y El Cardonal) (Cuadro 3). El porcentaje de individuos sin ramificar varía en las poblaciones, por ejemplo para El Cardonal encontramos que el 29.3% de los individuos no presentan ramificaciones (Fig. 2).

CUADRO 4. Porcentaje de individuos reproductivos y fenología en las tres poblaciones estudiadas por Godínez-Álvarez 2002.

Población (Estado)	Individuos reproductivos (%)	Pico de floración	Pico de fructificación
Bernal (Querétaro)	85.7	Febrero	Marzo
Zimapán (Hidalgo)	34.3	Enero y abril	Febrero y mayo
Ixmiquilpan (Hidalgo)	48.4	Febrero - abril	Marzo - junio

FIGURA 1 (a y b). Distribución de *Turbinicarpus pseudomacrolele* de acuerdo a sus preferencias microambientales. (a) Bernal; b) Ixmiquilpan. (Datos tomados de Godínez Álvarez 2002).

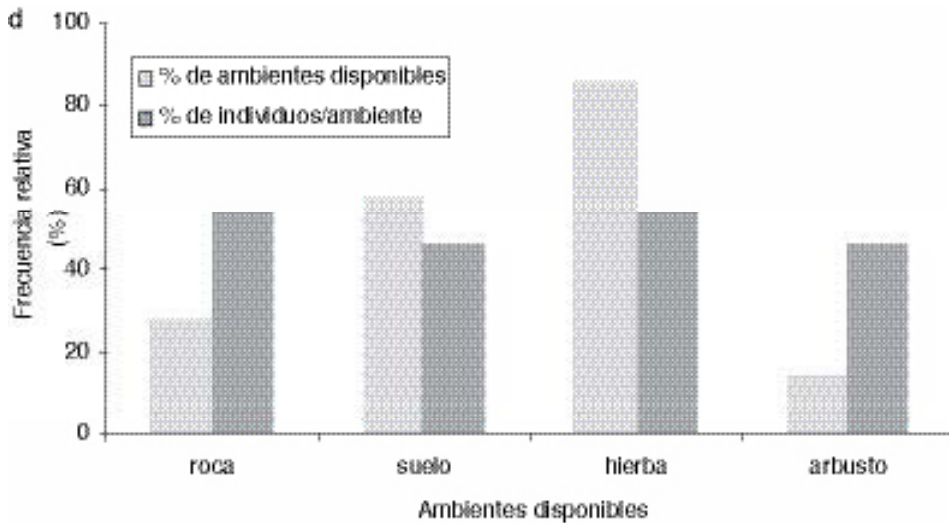
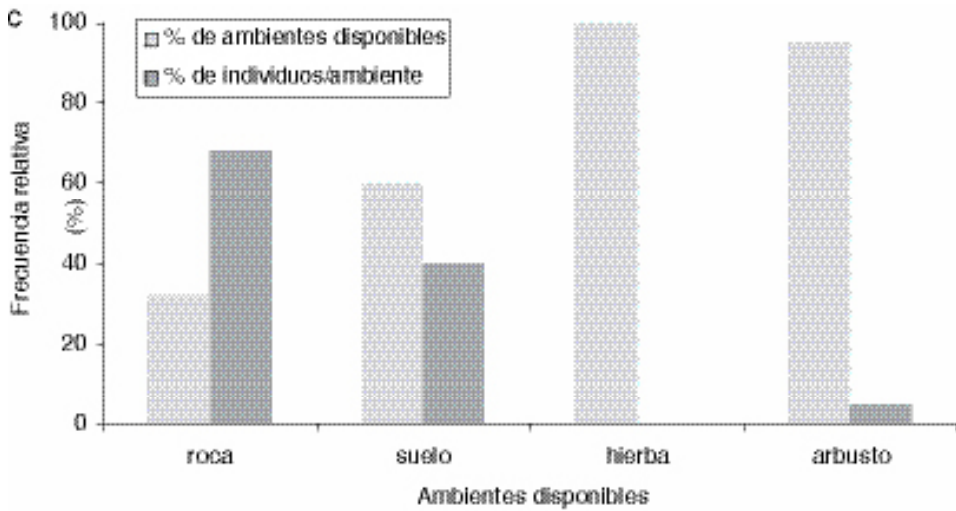


FIGURA 1 (c y d). Distribución de *Turbinicarpus pseudomacrolele* de acuerdo a sus preferencias microambientales. c) Zimapán y d) Cardonal. (Para Zimapán los datos fueron tomados de Godínez Álvarez 2002).



L. Matias-Palafox

FOTO 6. Evaluación del disturbio del hábitat en la localidad de Zimapán (Hgo.).



L. Matias-Palafox

FOTO 7. Localidad de Bernal, en la cercanía de una trituradora de roca.

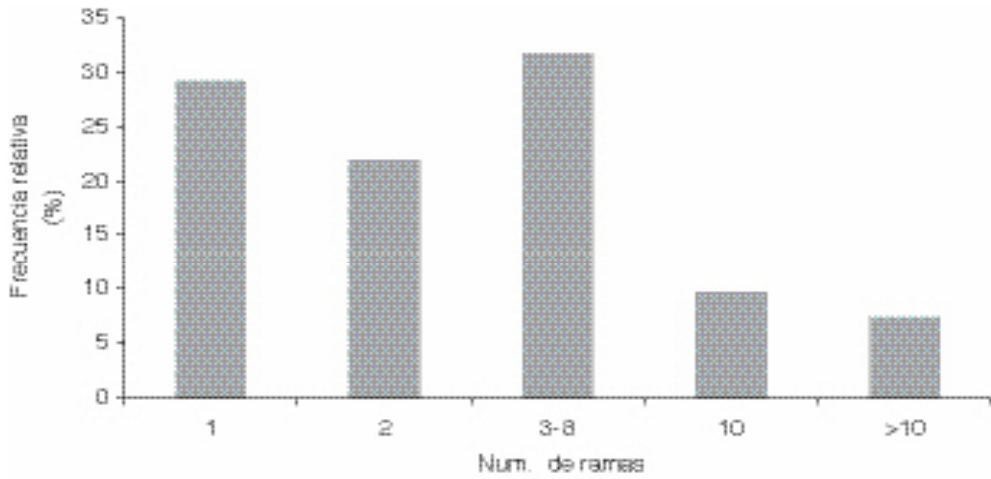


FIGURA 2. Frecuencia de distribución del número de ramas presentes en los individuos de *Turbinicarpus pseudomacrolele* de la población El Cardonal (N= 41 individuos).

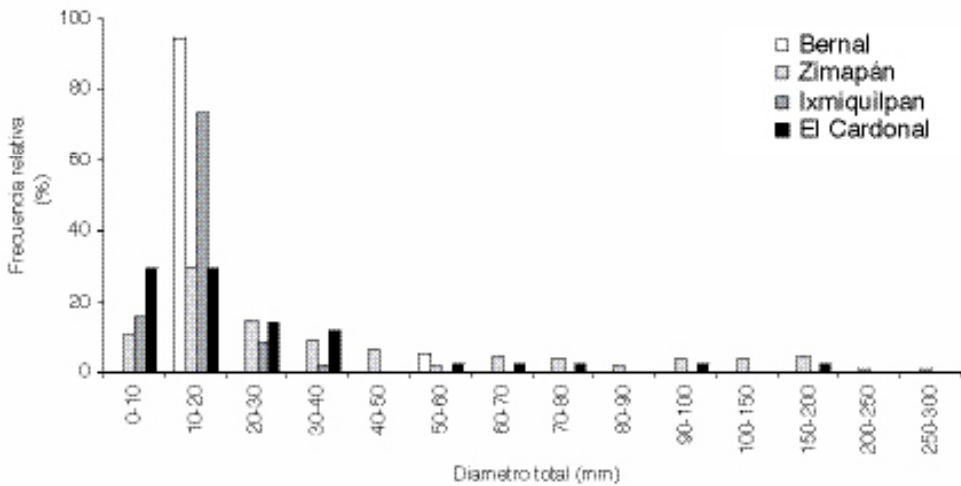


FIGURA 3. Distribución de diámetros de los individuos en las cuatro poblaciones conocidas de *Turbinicarpus pseudomacrolele*. (Datos tomados de Godínez-Álvarez (2002) para las primeras tres poblaciones).



No se conoce la velocidad de crecimiento de esta planta ni el tiempo que tarda en empezar a reproducirse sexualmente. Los tamaños de los individuos en las poblaciones conocidas oscilan entre 3 y 300 mm. (Fig. 3). Para todas las poblaciones las mayores frecuencias se encuentran entre los 10 y 40 mm. Siendo escasos los individuos de mayor tamaño. La población de Zimapán es la única que presenta individuos de mayor tamaño. La población de Bernal no presenta individuos en el primer intervalo, mientras que la población de El Cardonal es la que tiene mejor representada dicha categoría (29.3% de los individuos).

**Biología Floral.** No se cuenta con datos sobre la reproducción de *T. pseudomacrolele* en El Cardonal. Godínez-Álvarez (2002), reporta para las otras tres poblaciones que la floración y fructificación inician en diciembre y finalizan en junio y que pueden presentarse varios picos en la producción de flores y frutos por sitio, encontrándose diferencias fenológicas entre las poblaciones y en la proporción de organismos reproductivos (Cuadro 4). La polinización de esta especie se realiza por insectos especialmente de los órdenes Hymenoptera (Adrenidae, Formicidae, Hilitidae y Megachilidae) y Coleoptera (Brupestidae y Nitidulidae). La producción de semillas por fruto es baja (30 semillas/fruto) en comparación con otras especies de cactáceas. Probablemente el viento y el agua son los principales dispersores de las semillas ya que no se han registrado dispersores biológicos (Godínez-Álvarez 2002). Debido a las características demográficas y reproductivas antes mencionadas a este criterio se le asignó un valor de tres puntos, o sea una alta vulnerabilidad biológica intrínseca.

#### **Criterio D. Impacto de la actividad humana sobre el taxón (2-4)**

El análisis del disturbio del hábitat de las cuatro sitios donde crece *T. pseudomacrolele* (datos no publicados) (Foto 6), muestra un valor promedio en el índice de perturbación (IP) de 65.46. La población de Zimapán es la menos perturbada (IP = 33.47) y la de Bernal la población con mayor perturbación (IP = 91.64), ya que se encuentra en una pequeña área rodeada de ambientes totalmente alterados (mina de cantera) (Foto 7). En las poblaciones de El Cardonal y de Bernal el principal factor de disturbio es la actividad humana (adyacencia a sitios de actividad humana). En las poblaciones de Ixmiquilpan y Zimapán, el principal factor de disturbio es el ramoneo por ganado caprino. Debido a los altos IP estimados en las poblaciones conocidas, a este criterio se le asignó un valor de tres puntos, o sea que las poblaciones sufren un impacto medio en su ambiente.

### **Discusión**

Se han logrado realizar análisis objetivos del estatus de conservación de diversas especies de cactáceas aplicando el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción (MER) aquí empleado (Hernández-Martínez & Sánchez-Martínez 2002; Martínez-Avalos *et al.* 2004; Carrillo *et al.* 2005; Flores-Martínez & Manzanero 2005; Martorell & Peters 2005) con la finalidad de aportar bases para el establecimiento de estrategias adecuadas para la conservación de dichas especies.

*T. pseudomacrolele* está señalada como en peligro de extinción (P) por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001,

como vulnerable (VU) por la Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN (2002) y considerada en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres. Es considerada en riesgo debido a que sus poblaciones son altamente susceptibles a las alteraciones del hábitat. El total de puntos obtenidos mediante la sumatoria de los criterios señalados (A+B+C+D) aplicando el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción (MER) da como resultado 12 puntos. Esto indica que la especie cae dentro del intervalo en el que el taxón es considerado en peligro de extinción (P) (12 – 14 puntos). Por lo tanto la especie debe ser mantenida por la NOM-059-ECOL-2001 en dicha categoría y se recomienda su permanencia en las categorías de vulnerable (VU) en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN (2002) y dentro del Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres.

### Agradecimientos

Agradecemos la colaboración en el campo a los Biólogos J. Reyes Santiago, S. Mendoza Moreno y C. Rocha Huerta. Así como la información proporcionada por el Ing. E. Sánchez Martínez y la Biól. R. Chávez del Jardín Botánico Regional de Cadereyta “Ing. M. González de Cosío”. Al Biólogo J. Arévalo por la revisión del manuscrito.

### Literatura citada

- Bravo-Hollis H & Sánchez-Mejorada H. 1991a. *Las cactáceas de México*. Vol. 2. UNAM. D.F. México.
- Bravo-Hollis H & Sánchez-Mejorada H. 1991b. *Las cactáceas de México*. Vol. 3. UNAM. D.F. México.
- Carrillo I, Golubov J, Rojas-Aréchiga M & Mandujano MC. 2005. Distribución y estatus de conservación de *Ferocactus robustus* (Pfeiff) Britton & Rose. *Cact Suc Mex* **50**:36-55.
- CITES. 1990. Appendices I, II and III to the Convention on International Trade in Endangered Species of wild Fauna and Flora. U.S. Department of the interior Washington, D.C.
- Flores-Martínez A & Manzanero G. 2005. Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de *Mammillaria huitzilopochtli* D.R. Hunt. *Cact Suc Mex* **50**:15-26.
- Gódinez-Álvarez H. 2002. *Evaluación de dos cactáceas mexicanas incluidas en el Apéndice I de CITES*. UNAM. D.F. México.
- Guzmán U, Arias S & Davila P. 2003. *Catálogo de Cactáceas Mexicanas*. UNAM. CONABIO. D.F. México.
- Hernández-Martínez M & Sánchez-Martínez E. 2002. Informe de una nueva localidad de *Mammillaria mathildae* y una propuesta para modificar su categoría legal de conservación. *Cact Suc Mex* **47**:4-10.
- IUCN 2002. *2002 IUCN Red List Categories*. World Conservation Union. Gland, Suiza.
- Martínez-Avalos J, Mandujano MC, Golubov J, Soto M & Verhulst J. 2004. Análisis del Método de Evaluación del Riesgo (MER) del “Falso peyote” (*Astrophytum asterias* (Succ) Lem.) en México. *Cact Suc Mex* **49**:118-127.
- Martorell C & Peters E. 2005. The measurement of chronic disturbance and its effects on the threatened cactus *Mammillaria pectinifera*. *Biol Conserv* **124**:199-207.
- Peters E & Martorell C. 2000. Conocimiento y conservación de las mamilarias endémicas del

- Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Reporte final del proyecto R166 - CONABIO. México.
- Reyes-Valdés M, Gómez-Martínez M. & García-Osuna T. 2000. Número cromosómico y apareamiento meiótico en *Turbinicarpus valdezianus* (Möller) Glassy & Foster (Cactaceae). *Acta Bot Mex* **53**:17-25.
- Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. D.F. México. 432 pp.
- Semarnat 2002. NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Semarnap. *Diario Oficial de la Federación*. 6 de marzo de 2002.

---

Recibido: octubre 2005, aceptado: marzo 2006.  
Received: October 2006, accepted: March 2006.

# Germinación de *Mammillaria hamata* en Los Ángeles Tetela, Puebla

Castillo Campohermoso, Alma Delia<sup>1</sup> & Navarro Carbajal, María del Carmen<sup>\*</sup>

## Resumen

En México, el género *Mammillaria* dentro de la familia *Cactaceae*, destaca por su amplia distribución. De las 160 especies que lo integran 150 son endémicas. *M. hamata* es endémica para Puebla, desafortunadamente no se tiene información acerca de la germinación de sus semillas ni del establecimiento de sus plántulas.

En el presente trabajo, se emplearon tratamientos para conocer la influencia del sitio, de la herbivoría y del sustrato en la capacidad de germinación de las semillas de *M. hamata*, con el propósito de obtener información acerca de los requerimientos para la propagación por semilla y el crecimiento de las plántulas.

Los resultados mostraron que las semillas en campo si germinan; sin embargo, las plántulas mueren por deshidratación. La germinación en invernadero fue mayor al 90% en todos los tratamientos. El crecimiento de las plántulas después de cinco meses resultó tres veces mayor en el sustrato artificial comparado con el del sustrato natural.

**Palabras Clave:** Germinación, *M. hamata*, Los Ángeles Tetela, sustrato.

## Abstract

Within the *Cactaceae* family, the genus *Mammillaria* stands out because of its wide distribution in Mexico; of the 160 species which make up this genus, 150 of them are endemic. *M. hamata* is endemic to Puebla, unfortunately there is no information about its germination or of the establishment of the seedlings.

In this work, several treatments were applied to establish the effect of site, herbivory and of the substrate on the germination capacity of the seeds of *M. hamata*, with the aim of obtaining information on the conditions required for the seed to disperse and the seedlings to grow.

The results showed that the seeds germinate in the field, but the seedlings die of dehydration. The germination in the greenhouse was 90% in all the treatments, and the growth of the seedlings after five months was three times higher in an artificial substrate as opposed to a natural substrate.

**Key Words:** Germination, *M. hamata*, Los Ángeles Tetela, substrate.

## Introducción

En México el género *Mammillaria* encuentra su principal centro de diversificación, con un alto porcentaje de endemismo, de

160 especies, 150 son endémicas lo que representa aproximadamente un 94% (Hernández & Godínez 1994; Arias *et al.* 1997). Numerosas especies del género han sido sobreexplotadas para su comer-

<sup>1</sup> Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Blvd. Valsequillo y Av. San Claudio Ed. 76 C.U. CP. 72570.

\*Autor de correspondencia: mcnavarr@siu.buap.mx

cialización y actualmente se encuentran incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 como cactáceas amenazadas (Hernández & Godínez 1994; Reyes 1994; Zavala-Hurtado 1997).

Flores y Manzanero (1998) establecen que la mayor causa de pérdida de semillas se debe a la depredación y que el establecimiento exitoso de las semillas y plántulas ocurre sólo en micrositios seguros, ya que los factores bióticos y abióticos influyen de manera notable en las diferentes especies de plantas, pues la variabilidad ambiental a pequeña escala (micro ambientes) influye en la historia de vida de las plántulas que se establecen en las comunidades vegetales de las zonas áridas y semiáridas ya que también aquí se presentan gradientes ambientales y diferencias en el establecimiento de las especies a lo largo de éstos. Se ha mostrado que las semillas pueden sobrevivir en condiciones adversas con bajos niveles de actividad metabólica, reanudando su crecimiento cuando regresen las condiciones más favorables. Las diferencias notables en la intensidad de la radiación solar directa, así como en las temperaturas ambientales y del suelo pueden influir, en la dispersión de semillas, la germinación y la sobrevivencia post-germinación de los individuos (Leirana & Parra 1999; Rodríguez & Ezcurra 2000).

En las cactáceas, el reclutamiento de nuevos individuos es generalmente muy reducido y extremadamente variable a través del tiempo (Hernández & Godínez 1994).

*Mammillaria hamata* se ha registrado como endémica para Puebla (Guzmán *et al.* 2003). Son plantas de tallo simple, obovado-oblongo. Tubérculos cónico-piramidales. Axilas subnudas. Aréolas lanosas. Espinas 15 a 20, desiguales entre

si, pungentes; las exteriores (radiales) radiantes, blancas; las interiores (centrales) 3 a 4, erectas, fuscas, la terminal más larga y fuertemente ganchuda (Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada 1991). En el municipio de Los Ángeles Tetela, Puebla se localiza una población de la especie a menos de 1 km de la zona urbana; el sitio está siendo modificado para establecer terrenos de cultivo además de que las plantas son extraídas de su hábitat con fines comerciales (Fotos 1 y 2). Como para muchas otras especies del género, sólo se tiene información relacionada con su descripción taxonómica, por lo que es importante generar información sobre los patrones de germinación, reclutamiento y establecimiento de los individuos, aspectos que serán de utilidad para que en un futuro puedan proponerse programas de reproducción en cultivo. El objetivo del presente trabajo fue determinar la influencia del sitio, de la herbivoría y del sustrato en la capacidad de germinación de semillas de *M. hamata*

## Material y métodos

El sitio de muestreo se encuentra en la localidad de Los Ángeles Tetela, al sur-este del municipio de Puebla, en el cerro denominado "El Gallo", con una altitud de 2205 msnm y donde pueden diferenciarse dos sitios a lo largo de su pendiente, un área de rocas y otra con vegetación (especies arbustivas) que tiene como elemento dominante a *Ipomoea arborescens*.

Para evaluar la influencia del sitio y de la herbivoría en la germinación de *M. hamata*, en septiembre de 2002 en los dos sitios del cerro (rocas y vegetación), fueron colocadas de manera sistemática 32 charo-



FOTO 1. Ejemplar de *Mammillaria hamata* en su hábitat.

las de plástico de 5x5 cm que contenían 10 semillas, 16 en cada sitio bajo la sombra de las rocas o de los arbustos que se encontraban en la zona y sometidas a los siguientes tratamientos: I- Exclusión de depredadores vertebrados, las charolas se cubrieron con tul. II- Exclusión de hormigas, las charolas se rociaron cada quince días con formicida (formition). III- Exclusión de vertebrados y hormigas, las charolas se cubrieron con tul y se les aplicó formicida y IV- Testigo, las charolas no se cubrieron con tul ni se les aplicó formicida. Debido a la escasez de semillas solo se emplearon 4 réplicas por cada tratamiento. Las semillas utilizadas en el experimento se obtuvieron de los frutos que produjeron las plantas de *M. hamata* en marzo del mismo año en los sitios de estudio (rocas y vegetación).

Para determinar el efecto del sustrato en la germinación se utilizó de la zona de

rocas, de la zona con vegetación y artificial constituido de arena, agrolita y tierra de hoja, en partes iguales (C. Navarro com. pers.). En 9 charolas de plástico de 5x10 cm, se colocaron 500 gramos de los diferentes sustratos y se sembraron 25 semillas, se regaron con 250 ml de agua destilada y se cubrieron con plástico para evitar la desecación. Se usaron 3 réplicas para cada tratamiento. Las charolas de germinación fueron llevadas al invernadero de la colección de Cactáceas y Suculentas de Puebla "Helia Bravo-Hollis" de la Escuela de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

En ambos experimentos las charolas se inspeccionaron durante dos meses y se registró el número de semillas que germinaron así como la supervivencia de las plántulas cada semana para las pruebas de campo y diariamente para las de



Gabriel Téllez Torres

FOTO 2: Ejemplar de *Mammillaria hamata* en la colección de Cactáceas y Suculentas de Puebla "Helia Bravo-Hollis" de la Escuela de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

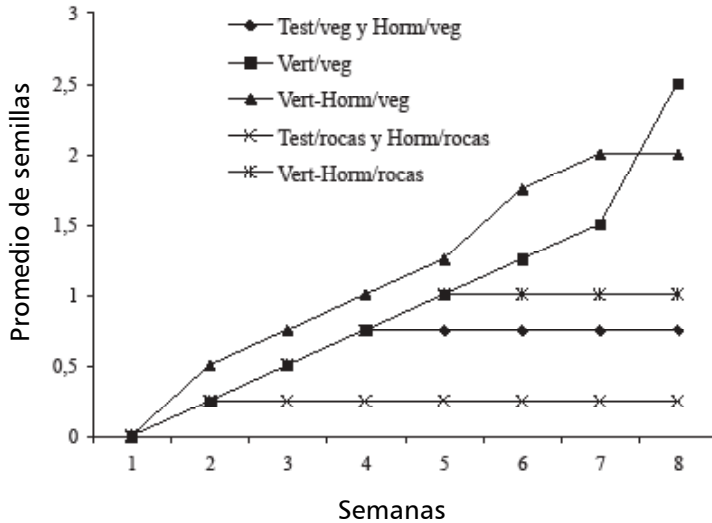


FIGURA 1. Número promedio de semillas de *Mammillaria hamata* que germinaron en las pruebas de campo en Los Ángeles Tetela, Puebla. Test/veg=testigo-vegetación (veg), Vert/veg=exclusión vertebrados-veg, Horm/veg=exclusión hormigas-veg, Vert-Horm/veg=exclusión vertebrados y hormigas-veg, Test/rocas=testigo-rocas, Horm/rocas=exclusión de hormigas-rocas, Vert-Horm/rocas=exclusión de vertebrados y hormigas-rocas.

invernadero. Adicionalmente después de este tiempo en las pruebas de invernadero se registró cada quince días la altura de las plántulas obtenidas en cada tratamiento durante tres meses.

Con los datos del número total de plántulas obtenidas después de dos meses en los distintos tratamientos, se llevó a cabo con el programa "Statistica ver. 6" la comparación de la germinación con respecto a la influencia del sitio y de la herbivoría por medio de análisis de varianza de dos factores y de un factor para el efecto del sustrato, previa transformación raíz cuadrada y angular respectivamente para cubrir los supuestos de normalidad (Steel & Torrie 1985).

Para evaluar el reclutamiento, en septiembre después del inicio de las lluvias se ubicaron sistemáticamente 25 cuadros

de 1x1m y se buscaron plántulas una vez por semana, considerando que el periodo húmedo favoreciera la germinación.

## Resultados

### Pruebas de germinación en campo

Las charolas del tratamiento de exclusión de vertebrados en la zona de rocas fueron destruidas por personas ajenas al estudio, en los restantes se observó emergencia de plántulas. Los porcentajes de germinación promedio más altos se registraron en la zona de vegetación para la exclusión de vertebrados (25%) y la de vertebrados y hormigas (20%); mientras que los valores más bajos se observaron en la zona de rocas para el testigo y el tratamiento de



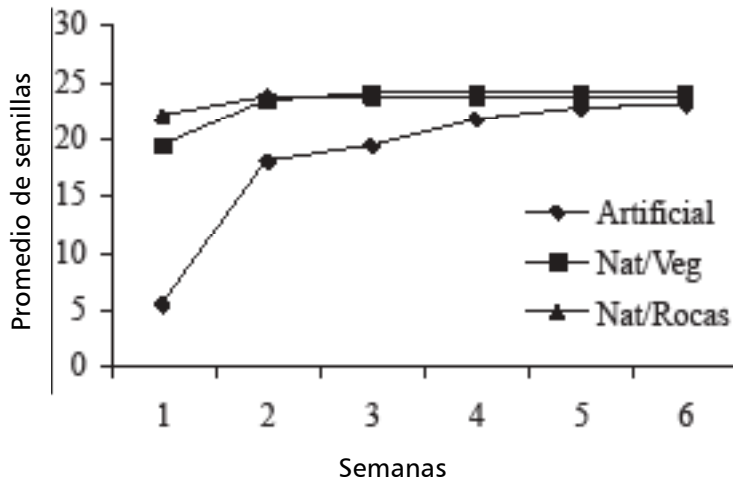


FIGURA 2. Número promedio de semillas de *Mammillaria hamata* que germinaron en diferentes sustratos en las pruebas de invernadero. Nat/Rocas =sustrato natural de la zona de rocas, Nat/Veg = sustrato natural de la zona de vegetación y Artificial =Arena + agrolita + tierra de hoja.

exclusión de hormigas con solo 2.5% en ambos casos. En relación con el tiempo de germinación, después de cinco semanas ya no se observó incremento en el promedio de semillas que germinaron en el testigo y en la exclusión de hormigas para la zona de vegetación así como en la exclusión de vertebrados y hormigas en la zona de rocas. (Fig. 1).

El análisis de varianza para la germinación en campo mostró que existen diferencias significativas entre tratamientos ( $F=14.2, P=0.00$ ) así como entre las zonas (vegetación y rocas) ( $F=19.8, P=0.00$ ).

Los resultados mostraron que las semillas en campo sí germinan; sin embargo, se observó que las plántulas de los tratamientos de la zona de rocas mueren más rápido que las de vegetación. Las plántulas

en ambas zonas no sobrevivieron después de tres meses debido a la deshidratación.

#### Pruebas de germinación en invernadero

En todos los tratamientos donde se evaluó el efecto del sustrato se alcanzó en promedio por lo menos el 90% de germinación. El mayor valor se obtuvo para el sustrato natural de la zona de vegetación (96%) seguido del natural de la zona de rocas (94.6%); mientras que para el artificial se registró el valor más bajo (92%). Las semillas empezaron a germinar 7 días después de haber sido sembradas (Fig. 2).

La germinación en invernadero no mostró diferencias significativas entre tratamientos ( $F=0.396, P=0.681$ ). Sin embargo, la altura registrada para las plántulas a los cinco meses de edad resultó

aproximadamente tres veces mayor en el sustrato artificial con un promedio de 2.15 cm comparada con la obtenida para las plantas del sustrato natural de ambas zonas (rocas y vegetación) cuyos valores oscilaron entre 0.61 y 0.75 cm. Además a medida que transcurría el tiempo el sustrato natural iba compactándose debido a su alto contenido de arcilla.

Con respecto a la supervivencia no se observó mortalidad de plántulas durante el período de estudio en ningún tratamiento.

### Reclutamiento

La densidad de plántulas registrada por metro cuadrado fue de  $4.4 \times 10^{-5}$ . La mayor parte de estas se localizaron creciendo en las cercanías de plantas adultas de *M. hamata*.

## Discusión

El mayor porcentaje promedio de germinación se registró en la zona con vegetación (25%), en el tratamiento de exclusión de vertebrados, seguido del que excluyó tanto a vertebrados como a hormigas (20%), esto sugiere la existencia de un micro ambiente ideal para la germinación de las semillas (micrositio) dado por la sombra que proporcionan las plantas. Además la herbivoría parece ser un factor importante en la mortalidad de semillas de *M. hamata*, cuando las condiciones ambientales causadas por el calor y estrés por agua decrecen en importancia (Leirana & Parra 1999).

Los porcentajes de germinación promedio obtenidos para *M. hamata* en las pruebas de campo en los tratamientos de exclusión de hormigas en la zona de rocas y vegetación oscilaron de 2.5 a 7.5 respectivamente y fueron menores al registrado para *Echinocereus*

*pulchellus* var. *pulchellus* (32%), mientras que para el de exclusión de vertebrados el valor para *M. hamata* (25%) duplicó al 12% observado en *E. pulchellus* var. *pulchellus* (Navarro & Flores 2002), lo cual sugiere que posiblemente la herbivoría puede ser un factor determinante en el reclutamiento de plántulas para ambas especies y en el caso de *M. hamata* quizá los vertebrados sean más importantes; mientras que para *E. pulchellus* var. *pulchellus* las hormigas tendrían una influencia mayor. En consecuencia la depredación ocasiona pérdida de semillas y el establecimiento sólo ocurre en micrositios seguros (Flores & Manzanero 1998).

Con respecto al sustrato no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $F= 0.396$ ,  $P=0.681$ ). El porcentaje de germinación promedio obtenido en los tratamientos para *M. hamata* fue de 98%, el cual es ligeramente superior al obtenido en *M. huitzilopochtli* (95%), y mayor al observado en *M. crucigera* que registró el 75% (Flores *et al.* 2004; Contreras & Valverde 1999). A pesar de que los datos mostraron que el sustrato empleado en la germinación de *M. hamata* no influyó de manera importante en los porcentajes de germinación, el crecimiento de las plántulas fue tres veces mayor en el sustrato artificial. Además si consideramos que el número de plántulas que se generaron en dicho sustrato fue mayor de 90% podemos pensar que puede ser usado para propagar la especie en invernadero.

Debido a que sin aplicación de ningún tratamiento pregerminativo se obtuvo un elevado porcentaje de germinación en los diferentes sustratos, podemos pensar que las semillas de *M. hamata* poseen una viabilidad alta, el porcentaje de germinación observado fue ligeramente mayor al

registrado para *M. magnimamma* (90%) lo cual muestra que las semillas de ambas especies puedan ser capaces de germinar en condiciones diversas (Valverde *et al.* 1999; Ruedas *et al.* 2000). A diferencia de los porcentajes obtenidos para *M. kraehenbuehlii* y *M. oteroi* 92 y 95% respectivamente que son especies en cuyas semillas el tratamiento pregerminativo más eficiente para inducir la germinación fue la actividad corrosiva del ácido sulfúrico al 90% (Flores & Manzanero 2003).

El establecimiento de plántulas de *M. hamata* se observa generalmente al término de la época de lluvias, se registró una densidad de  $4.4 \times 10^{-5}$  plántulas/m<sup>2</sup>, las cuales se localizaron creciendo en las cercanías de plantas adultas de la misma especie; el valor es bajo comparado con la gran producción de semillas, por lo que se sugiere que las plántulas mueren posiblemente a causa de la escasez de agua y la depredación, que como se ha mostrado son factores que limitan el establecimiento de plántulas de otras cactáceas como la columnar *Carnegiea gigantea* donde se registran 2.2 plántulas/m<sup>2</sup> y de *Stenocereus gummosus*, ya que para esta última no se observaron plántulas desarrollándose en el campo (Steenbergh & Lowe 1969; León & Domínguez 1991).

Como en muchas otras plantas para *M. hamata* el establecimiento es un paso crítico en su ciclo de vida, porque las semillas mueren por exceso de calor, falta de agua y nutrientes o por intensa herbivoría. Los arbustos protegen a las semillas de la intensa luz del sol y proveen humedad, materia orgánica y en algunos casos, protección contra herbívoros (Steenbergh & Lowe 1969; León & Domínguez 1991; Leirana & Parra 1999).

Las pruebas de germinación en campo indican que la depredación de semillas y la deshidratación de las plántulas son algunos de los factores que afectan la germinación y establecimiento de los individuos de *M. hamata*. Por otro lado los elevados porcentajes de germinación y el crecimiento de las plántulas registrado en las pruebas de invernadero, sugieren que la utilización de sustrato artificial puede ser una opción para propagar individuos de esta especie.

### Agradecimientos

Las autoras agradecen a José Gabriel Téllez Torres y a Joel Sánchez Pérez por el apoyo técnico brindado para la realización de este trabajo. Así como a Héctor R. Eliosa León por sus sugerencias para mejorar el manuscrito.

### Literatura Citada

- Arias S, Gama S & Guzmán U. 1997. *Flora del Valle de Tehuacán – Cuicatlán*. Fascículo 14. Cactaceae. Instituto de Biología. UNAM. México.
- Bravo-Hollis H & Sánchez-Mejorada H. 1991. *Las Cactáceas de México*. Vol 3 UNAM. D. F. México.
- Contreras M C & Valverde T. 1999. Estudio demográfico de *Mammillaria crucigera* en la región de San José Tilapa, Puebla; México, página 147. En *Memorias de II Congreso Mexicano y I Latinoamericano y del Caribe sobre cactáceas y otras plantas suculentas*. Oaxaca, Oaxaca. México.
- Flores A & Manzanero G. 1998. Notas sobre el efecto de la heterogeneidad ambiental en las

- historias de vida de las plántulas. *Cact Suc Mex* **43**:30-35.
- Flores A & Manzanero G. 2003. Germinación comparativa de especies del género *Mammillaria* endémicas de Oaxaca, México. *Cact Suc Mex* **48**: 36-51.
- Flores A, Manzanero G, Golubov J & Mandujano M. 2004. Análisis poblacional de una especie protegida de Oaxaca, página 121. En *Memorias de IV Congreso Mexicano y III Latinoamericano y del Caribe sobre cactáceas y otras plantas suculentas*. Guadalajara, Jalisco. México.
- Guzmán U, Arias S & Dávila P. 2003. *Catálogo de Cactáceas Mexicanas*. UNAM. CONABIO. México, D.F.
- Hernández H & Godínez H. 1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. *Acta Bot Mex* **26**:33-52.
- León J & 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.
- Leirana-Alcocer J & Parra-Tabla V. 1999. Factors affecting the distribution, abundance and seedling survival of *Mammillaria gaumeri*, an endemic cactus of coastal Yucatán, México. *J Arid Environ* **41**:421-428.
- Navarro M C & Flores A. 2002. Aspectos demográficos de *Echinocereus pulchellus*. var. *pulchellus* en el Municipio de Chignahuapan, Puebla. *Cact Suc Mex* **47**: 24-32.
- Reyes J. 1994. Métodos para la propagación de cactáceas mexicanas. *Amaranto* **7**:1-12.
- Rodríguez C & Ezcurra E. 2000. Distribución espacial en el hábitat de *Mammillaria pectinifera* y *M. carnea* en el valle de Zapotitlán Salinas, Puebla, México. *Cact Suc Mex*. **45**:5-14.
- Ruedas M, Valverde T & Castillo S. 2000. Respuesta germinativa y crecimiento de plántulas de *Mammillaria magnimamma* (Cactaceae) bajo diferentes condiciones ambientales. *Bol Soc Bot Mex* **66**:25-35.
- Steel D R & Torrie H J 1985. *Bioestadística Principios y Procedimientos*. Mc. Graw Hill. Segunda Edición. Bogotá Colombia.
- Steenbergh W & Lowe C. 1969. Critical Factors during the first years of life of the saguaro (*Cereus giganteus*) at Saguaro National Monument, Arizona. *Ecology*. **50**: 825-834.
- Valverde T, Trejo M & Castillo S. 1999. Patrón de distribución y abundancia de *Mammillaria magnimamma* en la Reserva del Pedregal de San Ángel, México, D.F. *Cact Suc Mex* **44**:64-74.
- Zavala-Hurtado A. 1997. *Suculentas mexicanas/ Cactáceas*. UNAM. CONABIO. CVS Publicaciones. México.

---

Recibido: agosto 2006, aceptado: enero 2007.

Received: august 2006, accepted: january 2007

## Lista de revisores durante el 2007

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 2007.



Dra. Kazuko Aoki – *Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco*  
Biol. José Arévalo – *Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco*  
Dr. Salvador Arias – *Instituto de Biología, UNAM*  
Dr. Oscar Briones – *Instituto de Ecología A.C.*  
Dr. Javier Caballero – *Jardín Botánico, Instituto de Biología, UNAM*  
Dr. Fernando Chiang – *Instituto de Biología, UNAM*  
Dr. Luis Eguiarte Fruns – *Instituto de Ecología, UNAM*  
Dr. Arturo Flores Martínez – *Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN*  
M. en C. Alejandro Flores Martínez – *CIIDIR-IPN, Oaxaca*  
Dra. Raquel Galván – *Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN*

Dr. Jordan Golubov – *Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco*  
Dra. Cecilia Jiménez Sierra – *Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa*  
Dr. Roberto Kiesling – *Instituto Darwinion, Argentina*  
Dra. María C. Mandujano Sánchez – *Instituto de Ecología, UNAM*  
M. en C. Gladys Manzanero Medina – *CIIDIR-IPN, Oaxaca*  
Dr. Carlos Martorell – *Facultad de Ciencias, UNAM*  
Dr. Francisco Molina – *Instituto de Ecología, UNAM – Campus Hermosillo*  
Dr. Jafet Nassar – *Instituto Venezolano de Investigación Científica, Venezuela*  
Lic. Clara Rojas Aréchiga – *Museo de las Ciencias, Universum.*  
M. en C. Mariana Rojas Aréchiga – *Instituto de Ecología, UNAM*  
Dra. Teresa Terrazas – *Colegio de Posgraduados, Edo. de México*

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: [cactus@miranda.ecologia.unam.mx](mailto:cactus@miranda.ecologia.unam.mx)

# Normas editoriales

(Instructions for authors)

*Cactáceas y Suculentas Mexicanas* es una revista trimestral de circulación internacional que publica la Sociedad Mexicana de Cactología, A.C. Esta revista está disponible para toda contribución original científica o de divulgación sobre las cactáceas y otras plantas suculentas.

## 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. 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 de correspondencia. **Resumen**: En español, máximo de 150 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. **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. **Resultados**: Los resultados deben enfocarse a los detalles importantes de las tablas

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 EE (error estándar), g.l. (grados de libertad),  $N$  (tamaño de muestra),  $CV$  (coeficiente de variación) y poner en cursivas los estimadores (p. ej.  $r^2$ , prueba de  $t$ ,  $F$ ,  $P$ ). 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 tres copias del texto de buena calidad y una copia en disco para PC, en formato Word 6.0 o posterior, ASCII o RTF. Notas o reseñas de libros son bienvenidos, con una longitud máxima de 2,000 (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. 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 pueden enviarse en papel o de preferencia transparencia de buen contraste. Anote el nombre del autor y el número de la ilustración al reverso de la misma. Las ilustraciones pueden enviarse en formato electrónico con las siguientes características: formato Tiff de al menos 1200 dpi en tamaño carta, 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 incertadas 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 Cereoideae, 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 braditiana* (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>>

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*

Las tres copias del manuscrito deben enviarse al editor, anexando fotografías e ilustraciones a la siguiente dirección: Dra. María C. Mandujano, Dr. Jordan Golubov. Instituto de Ecología, UNAM. Apartado Postal 70-275, Ciudad Universitaria, UNAM. México, D.F. 04510, México. Envíos electrónicos al correo: [cactus@miranda.ecologia.unam.mx](mailto:cactus@miranda.ecologia.unam.mx)

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).

# *Graptopetalum superbum* (Kimmach) Acevedo-Rosas & Cházaro



Algunos miembros de la familia Crassulaceae han demostrado ser sumamente ornamentales y particularmente algunas especies se han destacado tal es el caso de esta planta, que fue descrita en 1987 a partir de ejemplares cultivados, sin que se conociera su hábitat. Es una planta glabra, de tallos ramificados desde la base, escamosos, suberectos a semidecumbentes de 20 cm o más de largo. Hojas de 4 a 6 cm de largo y 2 a 2.5 cm de ancho, de color rosa a gris-violeta, glaucas, pruinosas, oblongo-obovadas, con un mucrón deltoide largo y ancho. Las hojas cubren sólo la parte apical del tallo formando una roseta densa y plana. Tallos florales hasta 4 por roseta, laterales, ascendentes a horizontales de 30 a 40 cm de largo, difusos y extendidos, con 12 a 15 ramas. Flores con sépalos adpresos a los pétalos, lanceolados, de 3 a 4 mm de largo, la corola una vez abierta mide hasta 16 mm de diámetro con pétalos triangulares agudos, amarillo-verdosos con manchas de color marrón rojizo. Destaca que todas las estructuras, desde los tallos hasta los sépalos, presenten el mismo color rosa-violeta glauco, cubierto de cera.

La historia, que vale la pena recordar por lo curiosa que ésta resulta, cuenta que M. Kimmach recibió un ejemplar de esta planta de un cultivador de California en los Estados Unidos, quien la había recibido del propietario de un vivero de California, quien, a su vez, la recibió de un profesor de la Universidad de Guadalajara que radicaba en La Barca, Jalisco, y que la compró en una venta de muebles y plantas de una señora recién fallecida en la misma ciudad. En aquel momento fue descrita como *Graptopetalum pentandrum* ssp. *superbum* por la gran semejanza que tiene con *G. pentandrum* Moran, otra planta que fue descubierta y descrita en las mismas condiciones, a partir de plantas compradas y cultivadas en vivero y que años más tarde se le encontró en el campo. En 1992 fue publicado el descubrimiento de su hábitat por botánicos mexicanos en una barranca del municipio de Juchitlán, Jalisco y en 2003 dejó de ser subespecie de *G. pentandrum* del que se distingue por su tamaño más grande, una superficie del tallo escamosa, un color rosa-violeta de la roseta, hojas oblongo-obovadas y un mayor número de ramas en la inflorescencia. Hasta la fecha, todas las plantas que se tienen en cultivo, provienen de aquel ejemplar comprado en Jalisco, que llegó a California, ingresó al Huntington Botanical Garden (HBG49307) y fue distribuido por el International Succulent Institute bajo el número ISI 1661 en 1986.

Es una planta de fácil cultivo, que requiere de buena iluminación para adquirir su bello color pero que necesita ser resguardada de la lluvia para mantener su capa de cera y la apariencia tan delicada que posee.

Texto y foto: Omar González Zorzano

Sociedad Mexicana de Cactología, A. C., ozorzano@prodigy.net.mx