

CACTÁCEAS

y suculentas mexicanas



VOLUMEN 56 No. 4

OCTUBRE-DICIEMBRE 2011

ISSN 0526-717X

Volumen 56 No. 4
Octubre-diciembre 2011

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
CRICYT, Argentina

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

Asistente editorial
M. en C. Mariana Rojas Aréchiga
Instituto de Ecología, UNAM

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

Impresión
Impresora Múltiple SA de CV
Se imprimieron 1 000 ejemplares, diciembre de 2011
SOCIEDAD MEXICANA DE CACTOLOGÍA, A.C.

Presidenta Fundadora
Dra. Helia Bravo-Hollis †

Presidente
Omar González Zorzano

Vicepresidente
Alberto Pulido Aranda

Bibliotecario
Raymundo García A.

Fotografía de portada:
Ferocactus robustus
Mariana Rojas-Aréchiga



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.

socmexcact@yahoo.com

www.somecacto.com

www.ecologia.unam.mx/laboratorios/dinamica_de_poblaciones/cactusmex/cacsucmex_main.html

La Sociedad Mexicana de Cactología, A.C. financió esta publicación con los fondos obtenidos por los suscriptores y donativos por material de divulgación.

CACTÁCEAS y suculentas mexicanas

Volumen 56 No. 4 octubre-diciembre 2011



Contenido

Fenología reproductiva de *Ferocactus robustus* en San Mateo Tlaíxpan, Tecamachalco, Puebla, México

González Machorro EM & Navarro Carbajal MC..... 100

Nota: *Stenocactus tetraxiphus*

Meyrán García J 112

¿Qué fue, qué es y qué será el nopal?

Reyes Agüero JA 115

Reseña del libro: *Mapping the cacti of Mexico*

Eguiarte Fruns LE 122

Calendario 2012 de la Sociedad Mexicana de Cactología, A.C. ... 127

Mammillaria humboldtii C. Ehrenb.

Altamirano Vázquez HG & Arroyo-Cosultchi G 128

Contents

Reproductive phenology of *Ferocactus robustus* in San Mateo Tlaíxpan, Tecamachalco, Puebla, Mexico

González Machorro EM & Navarro Carbajal MC..... 100

Note: *Stenocactus tetraxiphus*

Meyrán García J 112

¿What was, what is and what will be the "nopal"?

Reyes Agüero JA 115

Book review: *Mapping the cacti of Mexico*

Eguiarte Fruns LE 122

Calendar 2012 from the Mexican Society of Cactology on sale . 127

Mammillaria humboldtii C. Ehrenb.

Altamirano Vázquez HG & Arroyo-Cosultchi G 128

Fenología reproductiva de *Ferocactus robustus* en San Mateo Tlaíxpan, Tecamachalco, Puebla, México

González Machorro Eva María¹ & Navarro Carbajal María del Carmen^{1*}

Resumen

La población estudiada de *Ferocactus robustus* ha disminuido, dada su importancia económica y cultural para los habitantes de San Mateo Tlaíxpan; describir la fenología reproductiva, evaluar la posible relación entre la producción de estructuras reproductivas y el tamaño de las plantas y si el volumen del fruto determina la cantidad de semillas, proporcionará información para la preservación de la especie. Se registró la altura de 170 individuos y el número de estructuras reproductivas que produjeron; se observó la transición de botón a fruto y se determinó el promedio de semillas por fruto. Los ejemplares con alturas superiores a 80 cm produjeron mayor número de estructuras reproductivas. Las épocas de mayor producción de botones, flores y frutos ocurrieron de octubre a diciembre de 2004 y de mayo a julio de 2005. En promedio, 3.14% de los botones transitan a fruto y el volumen del último no determina el número de semillas.

Palabras clave: Fenología, *Ferocactus robustus*, producción de frutos, Tecamachalco.

Abstract

The *Ferocactus robustus* population has declined, because of its economic and cultural importance for the inhabitants of San Mateo Tlaíxpan. Describing the reproductive phenology, assessing the possible relationship between the production of reproductive structures with plants size also if the fruit volume determines the amount of seeds, will provide information for the species preservation. The height of 170 individuals was registered and the number of reproductive structures that were produced; the transition from bud to fruit was observed and the average of seeds for fruit was determined. The individuals with heights of up to 80 cm produced more reproductive structures. The increased production of bud, flowers and fruit occurred from October to December 2004 and from May to July 2005. In average 3.14% of the bud transited to fruit and the volume of the last one does not determine the number of seeds.

Key words: Phenology, *Ferocactus robustus*, fruit production, Tecamachalco.

Introducción

En cactáceas, particularmente del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, México se

han estudiado diversos aspectos como la taxonomía (Hunt & Taylor 1986, 1990; Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada 1991, 1995; Hernández & Godínez 1994; Casas

¹ Laboratorio de Ecología Vegetal, Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Boulevard Valsequillo y Avenida San Claudio. Edificio 112-A, Ciudad Universitaria. Colonia Jardines de San Manuel. C. P. 72570. Tel: (222) 2295500 ext. 7074

*Autor de correspondencia: maria.navarro@correo.buap.mx

Eva María González Machorro

FOTO 1. Individuo de *Ferocactus robustus* en San Mateo Tlaíxpan, Tecamachalco, Puebla.

& Valiente-Banuet 2001; Peters & Martorell 2001; Godínez-Álvarez *et al.* 2008); el efecto del tipo de suelo en la distribución (Aguilera 1970); la importancia de la asociación con plantas nodriza (Valiente-Banuet & Ezcurra 1991); protección contra la herbivoría tanto del individuo como de las flores y frutos (Franco & Nobel 1989; Valiente-Banuet & Ezcurra 1991; Nobel *et al.* 1992); germinación de las semillas (Jordan & Nobel 1981; Del Castillo 1988; Vega-Villasante *et al.* 1996; Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes 2000); así como aspectos demográficos (Valverde 1999; Ortega-Baes 2001; Mendoza-Martínez 2003; Godínez Álvarez & Valiente-Banuet 2004),

Una característica relacionada con la capacidad para producir botones, flores, frutos y semillas es el tamaño de la planta; generalmente, los organismos más grandes en una población son los más fértiles (Ollerton & Lack 1998). Además, la producción de semillas desempeña un papel importante en especies que dependen de la reproducción

sexual para reclutar nuevos individuos. En *Stenocereus griseus*, *Stenocereus respandus*, *Pilosocereus lanuginosus* (Ruíz *et al.* 2000; Petit 2001), *Echinocactus platyacanthus* (Díaz 2005), *Mammillaria crucigera* (Valverde 1999), *Ferocactus cylindraceus* y *Ferocactus wislizenii* (McIntosh 2002) se encontró que el tamaño o número de ramas de las plantas está relacionado positivamente con la cantidad de estructuras reproductivas que producen. Por otro lado, Díaz (2005) mostró en *Echinocactus platyacanthus* que el volumen del fruto influye significativamente en el número de semillas que contiene.

Los conocimientos acerca de la fenología de cactáceas ayudan a entender los procesos que influyen en la reproducción sexual, como la relación con polinizadores, las causas bióticas y abióticas que determinan la fenología y el éxito en la reproducción sexual en poblaciones naturales, incluso con fines económicos y de conservación (McIntosh 2002; Piña 2000; Díaz 2005). Se han estudiado aspectos fenológicos en algunas

especies del género *Mammillaria* (Cabrera & Gómez 2004; Castillo 2004; Navarro & Juárez 2006), así como para otras especies como *Echinocactus platyacanthus* (Eguiarte 2000; Díaz 2005; Jiménez-Sierra 2008), *Echinomastus erectocentrus* var. *acunenensis* (Johnson 1992), *Melocactus curvispinus* (Nassar & Ramírez 2004), *Neoraimondia arequipensis* subsp. *roseiflora* (Novoa *et al.* 2005), *Pilosocereus* sp, *Cereus hexagonus*, *Monvillea* cf. *smithiana* (Ruíz *et al.* 2000), *Stenocereus griseus*, *Subpilocereus repandus* y *Pilosocereus lanuginosus* (Petit 2001).

Para el género *Ferocactus* se han registrado datos de fenología reproductiva en *F. histrix* (Escobar & Huerta 1999), *F. cylindraceus*, *F. wislizeni* (McIntosh 2002) y *Ferocactus robustus* (Piña 2000; Carrillo 2006). En esta última especie, la época reproductiva ocurre durante todo el año y la elevada productividad está marcada por temporadas de sequías y lluvias. La mayoría de los organismos (48%) de la población presenta tallas de aproximadamente 1.5 m de altura y 3 m de diámetro; el promedio de semillas fue de 259 y depende de los polinizadores para producirlas; debido a la baja producción de néctar en las flores, que genera un decremento en los visitantes florales (abejas oligolécticas del género *Diadasia*) que fecunden los óvulos, además al poseer un sistema reproductivo xenogámico facultativo, presenta autocompatibilidad parcial del polen lo que disminuye la cantidad de frutos que se producen, pues se ha observado que los frutos provenientes de flores autopolinizadas tienden a producir menos semillas y son más susceptibles a la aborción (Piña 2000). También el tamaño de las plantas, la asignación de recursos y la disponibilidad de agua son factores importantes en la generación de estructu-

ras reproductivas y la maduración de las mismas (Johnson 1992; Weiher *et al.* 1998; Eguiarte 2000; Petit 2001; Novoa *et al.* 2005; Jiménez - Sierra *et al.* 2007).

En la localidad de San Mateo Tlaíxpan, Tecamachalco, Puebla, la población de *Ferocactus robustus* se ha reducido debido a que los tallos de las plantas son usados como leña y sus frutos son extraídos para el consumo humano; además, los habitantes de la región tienen la creencia de que al colocar piedras sobre las plantas, cuando mueran no atravesarán un camino de espinas afectando con esto, a los individuos. Por lo tanto, estudiar la fenología reproductiva de la especie permitirá generar conocimientos acerca de su biología reproductiva, que serán útiles en la implementación de estrategias para la conservación de sus poblaciones. El objetivo de este trabajo fue describir la fenología reproductiva de la especie, evaluar la posible relación entre la cantidad de estructuras reproductivas y el tamaño de las plantas y si el volumen del fruto determina la cantidad de semillas que produce.

Material y métodos

Especie y sitio de estudio

Ferocactus robustus (Pfeiff.) Britton & Rose, es un cactus clonal cespitoso de vida larga que forma montículos constituidos por tallos verdes, de forma ovoide o cilíndrica de aproximadamente 10 cm de diámetro y de 8 a 10 costillas; cada montículo se considera como un individuo o clon (Foto 1). Presenta flores amarillas con franjas rojas de aproximadamente 3 cm de longitud; sus frutos son globosos, amarillos, con una pulpa semijugosa de 1.6 a 2.5 cm de largo y de 1.3 a 2.0 cm de ancho (Foto 2). Las semillas son negras (Arias *et al.* 1997). Presenta un sistema reproductivo xenogámico facultativo y su producción de

estructuras reproductivas es asincrónica (Piña 2000). Se propaga vegetativamente, por la separación de fragmentos de tallos, que presentan raíces secundarias formadas a partir de los restos de la raíz principal o de porciones de los tallos de la parte central que se marchitan y pulverizan, lo que permite que la planta quede separada por una zona de tejido muerto de la que se originan nuevos tallos en la base de los tallos aledaños a esta zona (Carrillo-Ángeles *et al.* 2005).

Ferocactus robustus es una especie endémica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, en los estados de Puebla y Oaxaca (Bravo-Hollis & Sánchez Mejorada 1991). Comúnmente se le llama biznaga y aún no se encuentra catalogada en ninguna categoría de riesgo.

La zona de estudio se localiza en el cerro “El Águila” al noreste de San Mateo Tlaixpan, en el municipio de Tecamachalco, Puebla, a 2110 msnm. Presenta un clima semicálido con lluvias en verano y el tipo de vegetación corresponde con matorral xerófilo (INEGI-1997).

Fenología reproductiva

En septiembre de 2004 los individuos de la población fueron censados y se les midió la altura para determinar la estructura de tamaños. Con la finalidad de identificar a los individuos reproductivos, todas las estructuras reproductivas fueron marcadas con pintura, y clasificadas en alguna de las siguientes categorías: botones, flores, frutos inmaduros y frutos maduros; asimismo, se registró quincenalmente la aparición de nuevas estructuras durante un año.

En enero de 2008 se seleccionaron 20 plantas reproductivas (de 81 a 130 cm de altura) y se marcaron 5 tallos por planta (clon), en los cuales se registró el total de botones para observar su transición hasta frutos; las plantas y los tallos fueron elegidos al azar dentro de la población. Durante el periodo reproductivo de 2008 (enero a junio), cada tercer día se registro el número de

estructuras reproductivas abortadas (cuando la estructura se desprendía de la aréola y los botones florales no se desarrollaban a flor; ni las flores, se transformaban en frutos), el número de estructuras reproductivas depredadas; así como la aparición de nuevos botones. A partir de estos datos calculamos la probabilidad de transición de las estructuras reproductivas de una fenofase a otra.

Del total de frutos presentes en la población se eligieron de manera aleatoria 24 frutos, de los cuales se midió su diámetro y longitud con un vernier digital. Para estimar el volumen de los mismos se utilizó la fórmula $(V=1/3 \pi (D/2)^2 t$; donde V = volumen aproximado, D = diámetro de la parte más ancha, π = 3.1416 y t = longitud (Hernández & Treviño 1998).

Posteriormente los frutos fueron colectados y abiertos con una aguja de disección, para extraer las semillas: éstas, se lavaron con agua corriente y fueron secadas a temperatura ambiente. De cada fruto se registró el número de semillas para estimar el promedio por fruto.

Para comparar la variación de la producción de estructuras reproductivas con respecto a la categoría de altura (I, II, III, IV y V) y al tipo de estructura (botones, flores y frutos), los datos del número de estructuras reproductivas se sometieron a un análisis de varianza de dos factores, previa transformación logaritmo natural para cubrir los supuestos de normalidad. Las diferencias entre los grupos se determinaron mediante una prueba de Tukey. Se realizó un análisis de correlación simple con el objeto de evaluar la posible relación entre el volumen del fruto y número de semillas por fruto. En ambos casos se utilizó el programa Statistica ver. 6.0.

Resultados

Se registraron 170 individuos (clones) en la población de *F. robustus*, agrupados de acuerdo a la altura en cinco categorías; la ma-



FOTO 2. Fruto de *Ferocactus robustus* donde se aprecian las semillas.

yoría de organismos (34.11%) pertenecieron a la categoría I; mientras que sólo el 2.9% se agruparon en la categoría V (Cuadro 1).

La época reproductiva se observó de octubre de 2004 a julio de 2005, de manera asincrónica con superposición de cada fenofase. En marzo del 2005 el 46% de las plantas se encontraron en estado vegetativo (*i. e.* sin estructuras reproductivas). Los mayores porcentajes de individuos

con botones (68%), flores (41%) y frutos inmaduros (63%) se apreciaron en julio del mismo año; los frutos maduros fueron observados en el 60% de la población en octubre de 2004 (Fig. 1).

Se observaron diferencias significativas entre las categorías de altura ($F=36.15$, $P=0.00$) y la producción de estructuras reproductivas ($F=33.62$, $P=0.00$) mientras que en la interacción entre ambos factores no existió diferencia ($F=0.664$, $P=0.78$). (Fig. 2).

La menor probabilidad de transición ocurrió de botones a flores (0.14); en contraste, el 80% de las flores genera frutos inmaduros (Fig. 3).

Los tallos de las plantas presentaron en promedio mayor pérdida de botones exclusivamente por abortos (38.4 ± 1.7 , media \pm DE); en contraste, en los frutos inmaduros la mayor pérdida ocurrió por depredación (12.5 ± 0.4). En el 63% de los tallos se observó la aparición de nuevos botones durante el período de estudio.

El volumen promedio del fruto fue de 6.6 ± 2.45 cm³ (media \pm DE); produce 442.9 ± 31.48 (media \pm DE) semillas y no existe relación entre ambas variables ($r=0.11$, $P=0.604$).

CUADRO 1. Categorías de altura para los individuos de una población de *Ferocactus robustus* en San Mateo Tlaixpan, Tecamachalco, Puebla ($N=170$).

Categoría	Altura (cm)	Número de individuos	Porcentaje
I	9-33.2	58	34.11
II	33.3-57.4	52	30.58
III	57.5-81.6	34	20.0
IV	81.7-105.8	21	12.35
V	105.9-130	5	2.9

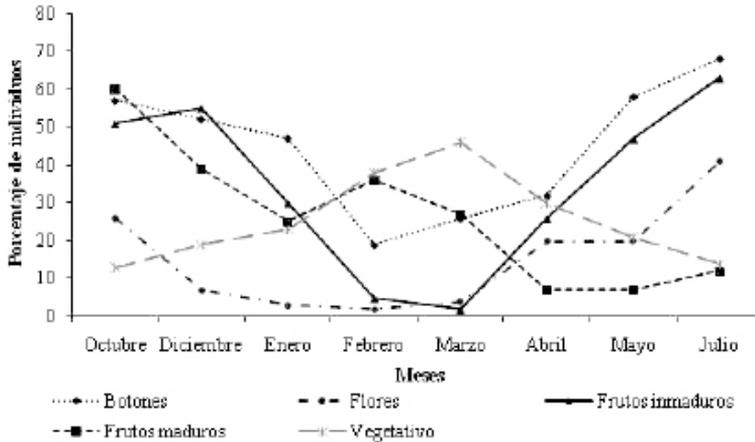


FIGURA 1. Porcentaje de individuos de *Ferocactus robustus* en las diferentes etapas fenológicas registradas de octubre de 2004 a julio de 2005 en el cerro de San Mateo Tlaíxpan, Tecamachalco, Puebla.

Discusión

Los organismos de *Ferocactus robustus* en San Mateo Tlaíxpan, presentaron alturas de 1.3 m y otras poblaciones de Zapotitlán de las Salinas, se observaron plantas de 3m de diámetro y hasta 1200 tallos en un solo montículo (Piña 2000; Carrillo 2006). Estas plantas de grandes tamaños en una población posiblemente correspondan a individuos longevos que se establecieron en condiciones ambientales favorables y se han mantenido a lo largo del tiempo (Jordan & Nobel 1979; Godínez-Álvarez *et al.* 2003). Lo anterior sugiere que las plantas en San Mateo Tlaíxpan no se han mantenido tanto tiempo como las de Zapotitlán de las Salinas, posiblemente por diferencias en la asignación de recursos en los distintos habitats (Carrillo 2006).

Dada su naturaleza clonal, esta planta puede presentar individuos de diferentes tamaños que no necesariamente se correlacionan con la edad; posiblemente en la población estudiada exista una gran canti-

dad de tallos generados por la separación de fragmentos, o porque los tallos de la parte central se hayan marchitado hasta que el tejido muere (Carrillo-Ángeles *et al.* 2005). Por otro lado, la presencia de un gran número de individuos pequeños sugiere que las plantas de *F. robustus* se propagan vegetativamente, debido a que no se encontraron plántulas en el sitio de estudio a pesar de la gran cantidad de semillas que producen sus frutos.

La mayor parte de organismos se agrupa en las categorías pequeñas, semejante a la población de Zapotitlán de las Salinas. Este patrón es, quizá resultado de la lenta transición de las primeras clases de tamaño a las siguientes, además de la retrogresión de los individuos a tamaños menores por medio de propagación clonal, establecimiento y supervivencia de los tallos (Mandujano *et al.* 2001), pues se ha observado que colonias cercanas corresponden al mismo genotipo (Carrillo 2006). Posiblemente la presencia de gran número de individuos pertenecientes a categorías de tallas pequeñas también podría relacionarse con un buen recluta-

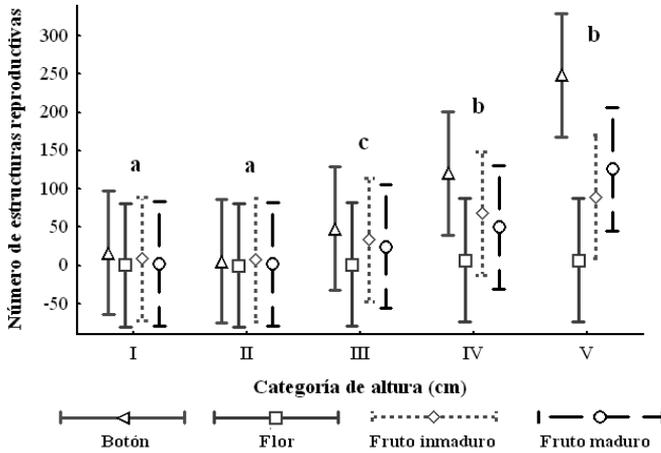


FIGURA 2. Producción de estructuras reproductivas entre categorías de tamaño (altura) y entre tipo de estructura (botones, flores y frutos) de los individuos en la población de *Ferocactus robustus* en el cerro de San Mateo Tlaixpan, Tecamachalco, Puebla (Media + DE). Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0.05$) en el número de estructuras reproductivas por categoría de tamaño.

miento a nivel sexual en épocas favorables (Carrillo 2006), y a la existencia de periodos de tiempo en que las condiciones ambientales no son las óptimas para la germinación y establecimiento de plántulas. Un resultado que apoya la posibilidad de reclutamiento en estas poblaciones naturales es que en condiciones de invernadero aproximadamente el 80% de las semillas de la especie germinan sin necesidad de escarificación (Piña 2000; Navarro & González 2007).

La época reproductiva de *F. robustus*, ocurrió durante toda la etapa de muestreo; se detectó superposición de todas las fenofases lo que coincide con otros estudios para la misma especie (Piña 2000; Carrillo 2006); así como, para *Ferocactus histrix* (Del Castillo 1988; Escobar & Huerta 1999), *Stenocereus gummosus*, *Stenocereus quereta-*

roensis, *Mammillaria crucigera*, *Echinocereus pulchellus* var. *pulchellus* y *Stenocactus crispatus* (León de la Luz & Domínguez 1991; Lomeli-Mijes & Pimienta-Barrios 1993; Contreras 2000; Navarro & Flores 2002; López & Navarro 2009).

Este patrón asincrónico y extendido puede ser una estrategia de los individuos que previene la competencia intraespecífica por polinizadores y dispersores al permanecer con flores y frutos durante largas temporadas (Rathcke & Lacey 1985); ocasionado por factores intrínsecos como el tamaño y el genotipo de la planta (Eguiarte 2000). Además podría estar determinada por la cantidad de recursos disponibles (Valverde 1999), puesto que se ha observado que la disponibilidad de agua en el hábitat y en la estructura de la planta favorece la pro-

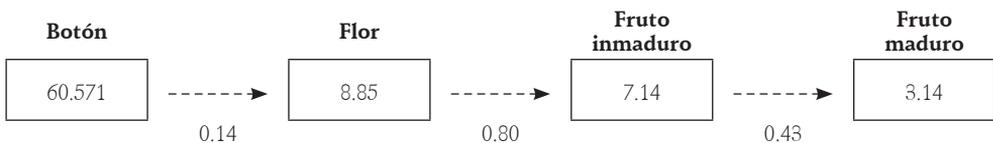


FIGURA 3. Probabilidades de transición de las estructuras reproductivas de *Ferocactus robustus* en San Mateo Tlaixpan, Tecamachalco, Puebla. Los valores dentro de los cuadros indican el número promedio de estructuras, los números intercalados representan probabilidades de transformación entre las diferentes etapas.

ducción de flores y el desarrollo de frutos en *F. robustus* (Piña 2000; Carrillo 2006). Lo anterior sugiere que el inicio de las lluvias induce a la producción de estructuras reproductivas, en virtud de que el 60% de los individuos de la población de Tecamachalco comenzaron a producir estructuras al iniciar esta época (marzo-abril del 2005).

El tamaño de las plantas es otro factor relacionado con la producción de estructuras reproductivas; se observó que los individuos pertenecientes a las categorías III, IV y V (57.5-130 cm) generaron mayor cantidad de botones, flores y frutos que las plantas de las otras categorías.

Se encontró variación entre la altura de las plantas de *F. robustus* y la producción de estructuras reproductivas ($F= 36.15$, $P= 0.00$); lo mismo se ha registrado para *Ferocactus cylindraceus*, *Ferocactus wislizeni* (McIntosh 2002), *E. platyacanthus* (Eguiarte 2000; Díaz 2005), *Mammillaria hamata* (Castillo 2004), *Stenocereus griseus* (Ruiz *et al.* 2000), *Stenocereus respandus*, y *Pilosocereus lanuginosus* (Petit 2001). Los individuos con mayores tallas o con mayor número de ramificaciones posiblemente sean capaces de adquirir mayor cantidad de recursos e invertirlos tanto en el crecimiento como en la reproducción sexual y así asegurar su descendencia (Díaz 2005).

A pesar de que las plantas son reproductivamente activas, se observó que una baja proporción de botones llegan a fructificar, similar a la población del Valle de Tehuacán (Carrillo 2006). La mayoría de los botones (86%), fueron abortados; este valor es semejante al observado en *Pterocereus gaumeri* (88-96%) y superior a los registrados en *Stenocereus gummosus* (41%), *Echinocereus pulchellus* var. *pulchellus* (56 - 75%) y *Peniocereus striatus* (55%). (Méndez *et*

al. 2005; León de la Luz & Domínguez 1991; Navarro & Flores 2002; Cervantes-Corral *et al.* 2004). Algunos factores que pueden influir en este patrón son: la disponibilidad de recursos posiblemente agua (León de la Luz & Domínguez 1991; Johnson 1992; Méndez *et al.* 2005). En *F. robustus* la producción de estructuras reproductivas sufre un incremento conforme se presentan las lluvias en el sitio de estudio (abril a octubre de 2008), las cuales permiten a las plantas adquirir mayor tamaño, generar más tallos y un incremento en la posibilidad de desarrollar estructuras reproductivas; el lugar de crecimiento (condiciones de humedad y luz); la acción de patógenos y de herbívoros (Jordano 2004).

Para los individuos de *Ferocactus robustus*, en Tehuacán, se observó que cuando ocurrió autogamia, solo el 25% de los frutos alcanzan la maduración y en promedio se generan 96 semillas por fruto; en contraste 85% frutos y 315 semillas se generan a partir de polinización cruzada (Piña 2000). El porcentaje de frutos que alcanzaron la madurez en la población estudiada (43%), sugiere que en la mayoría de las flores que produjeron las plantas de Tecamachalco, posiblemente ocurrió autogamia, que no permitió la fecundación de los óvulos ni la formación de frutos.

A pesar de que los frutos de *F. robustus* producen en promedio gran número de semillas (442) no se observaron plántulas en el sitio de estudio; posiblemente, debido a la escasez de situaciones favorables como lluvia abundante y temperaturas óptimas que faciliten la germinación y a la escasez de plantas nodriza que garanticen el crecimiento y establecimiento de nuevos individuos (Piña 2000). Se ha observado que posterior a la germinación, las plántulas

FOTO 3. Individuo de *Ferocactus robustus* en floración.

son individuos muy vulnerables que están expuestos a diversas amenazas bióticas (herbivoría, competencia, alelopatía) y abióticas (deseccación del suelo, niveles de radiación, sitios y temperaturas inadecuadas) que limitan su supervivencia, provoca que sólo una pequeña fracción de los individuos consiga establecerse y que la fase de plántula sea una de las etapas más críticas en el ciclo de vida (Padilla 2008).

En *F. robustus*, el tamaño del fruto no determina la cantidad de semillas que contiene, similar a *Pterocereus gaumeri* (Méndez *et al.* 2005), *Mammillaria crucigera* (Valverde 1999), y en contraste con *Echinocactus platyacanthus* (Díaz 2005). El número de semillas puede ser el reflejo de la presencia de polinizadores, de la viabilidad,

identidad y cantidad de polen que permite la fecundación de los óvulos, así como de la disponibilidad de recursos que posibiliten invertir energía para producir semillas (Johnson 1992; Piña 2000)

Literatura citada

- Aguilera H N. 1970. Suelo de las zonas áridas de Tehuacán, Puebla y sus relaciones con las cactáceas. *Cact Suc Mex* **15**:51-61.
- Arias S, Gama S. & Guzmán U. 1997. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fascículo 14. *Cactaceae* A. L. Juss. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bravo-Hollis H & Sánchez-Mejorada H. 1991. *Las Cactáceas de México*. Vol. II Universidad Nacional Autónoma de México. México.

- Bravo-Hollis H & Scheinvar L. 1995. *El interesante mundo de las Cactáceas*. CONACYT, FCE. México, D.F.
- Cabrera LJ & Gómez S. 2004. Biología Reproductiva de *Mammillaria mathildae* (Cactaceae), especie microendémica del Estado de Querétaro y en peligro de extinción. Resúmenes del IV Congreso Mexicano y III Latinoamericano y el Caribe de Cactáceas y otras Suculentas. Guadalajara, Jalisco, México.
- Carrillo-Ángeles IG. 2006. Distribución especial de clones de *Ferocactus robustus*: consecuencias sobre la reproducción sexual. Tesis de Maestría (Biología Ambiental). Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Carrillo-Ángeles 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.
- Casas A & Valiente-Banuet A. 2001. Los recursos vegetales del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Biodiversitas* **35**:12–14.
- Castillo AD. 2004. Estado actual de la población y fenología reproductiva de *Mammillaria hamata*, en la localidad de los Ángeles Tetela, Puebla. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Universidad Autónoma de Puebla. Puebla. México.
- Cervantes-Corral F, Reyes-Olivas A, Casillas-Álvarez P & Palacios-Soto M. 2004. Demografía floral y sistemas de reproducción de *Peniocereus striatus* (Brandege) F. Buxbaum en Sinaloa. Resúmenes del IV Congreso Mexicano y III Latinoamericano y el Caribe de Cactáceas y otras Suculentas. Guadalajara, Jalisco, México.
- Contreras MC. 2000. Dinámica poblacional de *Mammillaria crucigera* (Cactaceae), una especie rara de la región Tehuacán-Cuicatlán. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Del Castillo R. 1988. Fenología y remoción de semillas de *Ferocactus histrix*. *Cact Suc Mex* **33**:5–14.
- Díaz HH. 2005. Descripción de la morfometría y fenología reproductiva de *Echinocactus platyacanthus* en el municipio de Tecali de Herrera, Puebla. Tesis profesional. Escuela de Biología. Universidad Autónoma de Puebla. México.
- Eguiarte L. 2000. Análisis de la distribución y estructura de las poblaciones de *Echinocactus platyacanthus*. Link & Otto, en el Valle de Zapotitlán, Puebla. Informe de proyecto L009. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Escobar V & Huerta F. 1999. Relaciones ecológicas de *Ferocactus histrix* (DC.) Lindsay en los Llanos de Ojuelos, Jalisco-Zacatecas. *Cact Suc Mex* **44**:40–48.
- Franco AC & Nobel PS. 1989. Effect of nurse plants on the microhabitat and growth of cacti. *J. Ecol* **77**: 870–886.
- Godínez-Álvarez H & Valiente-Banuet A. 2004. Demography of the columnar cactus *Neobuxbaumia macrocephala*: a comparative approach using population projection matrices. *Plant Ecol* **174**:109–118.
- Godínez-Álvarez H, Jiménez M, Mendoza M, Pérez F, Roldán P, Ríos-Casanova L & Lira R. 2008. Densidad, estructura poblacional, reproducción y supervivencia de cuatro especies de plantas útiles en el Valle de Tehuacán, México. *Rev Mex Biodiv* **79**:393–403.
- Godínez-Álvarez H, Valverde T & Ortega-Baes P. 2003. Demographic trends in the Cactaceae. *Bot Rev* **69**:173–203.
- Hernández BT & Treviño CJ. 1998. Notas referentes al fruto de *Ariocarpus agavoides* (Castañeda) Anderson. *Cact Suc Mex* **43**:80–84.

- Hernández HN & Godínez H. 1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. *Act Bot Mex* **26**:33-52.
- Hunt D & Taylor NP. 1986. The genera of Cactaceae: towards a new consensus. *Bradleya* **4**:65-78.
- Hunt D & Taylor NP. 1990. The genera of Cactaceae: progress towards a consensus. *Bradleya* **8**:85-107.
- INEGI. 1997. Enciclopedia de los Municipios de Puebla. Tecamachalco. Puebla.
- Jiménez-Sierra C, Mandujano MC & Eguiarte LE. 2007. Are populations of the candy barrel cactus (*Echinocactus platyacanthus*) in the Desert of Tehuacán, México at risk? Population projection matrix and Life Table Response Analysis. *Biol Conserv* **135**:278-292.
- Johnson RA. 1992. Pollination and reproductive ecology of acuña cactus, *Echinomastus erectocentrus* var. *acunensis* (Cactaceae). *Int J Plant Sci* **153**:400-408.
- Jordan PW & Nobel PS. 1979. Infrequent establishment of seedlings of *Agave deserti* (Agavaceae) in the Northwestern Sonoran desert. *Am J Bot* **66**:1079-1084.
- Jordan PW & Nobel PS. 1981. Seedling establishment of *Ferocactus acanthodes* in relation to drought. *Ecology* **62**:901-906.
- Jordano P, Pulido F, Arroyo J, García-Castaño JL & García-Fayos P. 2004. Procesos de limitación demográfica. En: Valladares, F. (ed.). Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante.
- León de la Luz JL & Domínguez R. 1991. Evaluación de la reproducción por semilla de la pitaya agria (*Stenocereus gummosus*) en Baja California Sur, México. *Act Bot Mex* **14**:75-87.
- Lomeli-Mijes E & Pimienta-Barrios E. 1993. Demografía reproductiva del pitayo (*Stenocereus queretaorensis* (Web.) Buxbaum). *Cact Suc Mex* **38**:13-19.
- López & Navarro. 2009. Estudio demográfico de *Stenocactus crispatus* (Cactaceae) en Los Ángeles Tetela, Puebla, México. *Cact Suc Mex* **54**:100-112
- Mandujano MC, Montaña C, Franco M, Golubov J & Flores-Martínez A. 2001. Integration of demographic annual variability in a clonal desert cactus. *Ecology* **82**:344-359.
- McIntosh M. 2002. Flowering phenology and reproductive output in two sister species of *Ferocactus* (Cactaceae). *Plant Ecol* **159**:1-13.
- Méndez M, Durán R, Dzib G, Simá L, Simá P, Orellana R. 2005. Floral demography and reproductive system of *Pterocereus gaumeri*, a rare columnar cactus endemic to Mexico. *J Arid Environ* **62**:363-376.
- Mendoza-Martínez D. 2003. Demografía de la *Mammillaria kraehenbuehlii* (Kraenz) en la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán. Tesis de maestría. ITAO.
- Nassar JM & Ramírez N. 2004. Reproductive biology of the melon cactus *Melocactus curvispinus* (Cactaceae). *Plant Syst Evol* **238**:31-44
- Navarro MC & González ME. 2007. Efecto de la escarificación de semillas en la germinación y crecimiento de *Ferocactus robustus* (Pfeiff.) Britton & Rose (Cactaceae). *Zonas Áridas* **11**:195-205.
- Navarro MC & Juárez S. 2006. Evaluación de algunos parámetros demográficos de *Mammillaria zephyranthoides* en Cuautinchán, Puebla, México. *Zonas Áridas* **10**:74-83.
- Navarro MC & Flores A. 2002. Aspectos demográficos de *Echinocereus pulchellus* var. *pulchellus* en el municipio de Chignahuapan, Puebla. *Cact Suc Mex* **47**:23-31.
- Nobel PS, Miller MP & Graham AE. 1992. Influence of rocks on soil temperature, soil

- water potential, and rooting patterns for desert succulents. *Oecologia* **92**:90-96.
- Novoa S, Ceroni A & Arellano C. 2005. Contribución al conocimiento de la fenología del cactus *Neoraimondia arequipensis* subsp. roseiflora (Werdermann & Backeberg) Ostolaza (Cactaceae) en el Valle del Río Chillón, Lima-Perú. *Ecología Aplicada* **4**:35-40.
- Ollerton J & Lack A. 1998. Relationships between flowering phenology, plant size and reproductive success in *Lotus corniculatus* (Fabaceae). *Plant Ecol* **139**:35-47.
- Ortega-Baes P. 2001. Demografía de la cactácea columnar *Escontria chiotilla*. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de México.
- Padilla RFM. 2008. Factores limitantes y estrategias de establecimiento de plantas leñosas en ambientes semiáridos. Implicaciones para la restauración Estación Experimental de Zonas Áridas (CSIC). General Segura, 1. 04001 Almería, España. *Ecosistemas* **17**:155-159.
- Peters E & Martorell C. 2001. Conocimiento y conservación de las Mamillarias endémicas del Valle de Tehucán-Cuicatlán. Universidad Autónoma de México. Instituto de Ecología.
- Petit S. 2001. The reproductive phenology of three sympatric species of columnar cacti on Curacao. *J Arid Environ* **49**:521-531.
- Piña RHH. 2000. Ecología reproductiva de *Ferocactus robustus* en el Valle de Zapotitlán Salinas, Puebla. Tesis de maestría. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México.
- Rathcke B & Lacey E. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. *Ann Rev Ecol Syst* **16**:179-214.
- Rojas-Aréchiga M & Vázquez-Yanes C. 2000. Cactus seed germination: a review. *J Arid Environ* **44**:85-104.
- Ruiz A, Santos M & Cavelier J. 2000. Estudio fenológico de Cactáceas en el Enclave Seco de la Tatacona, Colombia. *Biotropica* **32**:397-407.
- Valiente-Banuet A. & Ezcurra E. 1991. Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa luisiana* in the Tehuacán Valley, México. *J Ecol* **79**:961-971.
- Valverde T. 1999. Dinámica poblacional de *Mammillaria crucigera* y *Neobuxbaumia macrocephala* en la región de Tehuacán-Cuicatlán. Informe de proyecto R129. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Vega-Villasante F, Nolasco H, Montaña C, Romero-Schmidt H & Vega-Villasante E. 1996. Efecto de la temperatura, acidez, iluminación, salinidad, irradiación solar y humedad sobre la germinación de semillas de *Pachycereus pecten-aborigium* "Cardón Barbón" (Cactaceae). *Cact Suc Mex* **41**:51-61.
- Weiher E, Clarke GD & Keddy PA. 1998. Community assembly rules, morphological dispersion, and the coexistence of plant species. *Oikos* **81**:309-322.

Recibido: noviembre 2011; aceptado: diciembre 2011.
Received: November 2011; Accepted: December 2011.

Nota: *Stenocactus tetraxiphus*

Meyrán García Jorge¹

Resumen

Tomando en cuenta el tamaño de la flor se concluye que las plantas del género *Stenocactus* de lugares cercano a Pachuca corresponden a *S. heteracanthus*, de flor grande (de 25 a 40 mm de longitud) y las plantas alrededor de la ciudad de Zacatecas a *S. tetraxiphus* de flor pequeña (15 a 20(-25) mm de longitud).

Abstract

Taking into consideration the size of the flower it is concluded that the plants of genus *Stenocactus* from locations near Pachuca correspond to *S. heteracanthus*, with large flowers (from 25 to 40 mm in length) and that the plants from locations around the city of Zacatecas correspond to *S. tetraxiphus*, with a smaller flower (15 to 20 (25) mm in length).

Introducción

El nombre de *Echinocactus tetraxiphus* apareció por primera vez en *Cactaeae horto Dyckensi culta* en el año de 1844 sin descripción de la especie, por lo cual se considera *nomen nudum*; fue validado por Schumann en 1898 en *Gesamtbeschreibung der Kakteen*, con una descripción aceptable, pero sin datos de la flor. El género *Echinocactus* fue desmembrado y un grupo de taxa incluidos en el subgénero *Stenocactus* pasó a *Echinofossulocactus* y más tarde a *Stenocactus* como género. Este género presenta especies muy variables morfológicamente, con pocas características importantes que ayuden a diferenciarlas, motivo por el cual, ésta y casi todas las demás especies, excepto *S. coptonogonus* y *S. multicostatus*, han sido confundidas entre sí o se han creado nuevos

taxa que pronto pasan a sinonimia. Lo más grave es que algunos botánicos han descrito muy bien a plantas con identificación errónea, asegurando que es otra especie.

Stenocactus tetraxiphus fue considerado por Britton y Rose en 1920 como sinónimo de *S. heteracanthus*, más tarde Bravo (1937) lo cita como especie, con flor de 35 mm de largo y Backeberg (1961) lo refiere también como especie y con flor de 35 mm de largo. Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada (1991) creen que los ejemplares citados de Hidalgo pueden corresponder a *S. heteracanthus* y que la localidad propia de *S. tetraxiphus* es la de Zacatecas.

Las semejanzas en el número de espinas provocaron confusión entre las dos especies, el color de las espinas es diferente y esto podría ayudar a identificarlas, pero

¹ Benito Juárez 42, Colonia San Álvaro, 02090, México, D. F.
Correo electrónico: doctormeyran@hotmail.com

el color puede tener algún valor solamente cuando es constante en varias poblaciones, y además hay que tener en cuenta sus variaciones, pues plantas con espinas centrales negruzcas cambian a grisáceas o morenas después de 3 o 4 años y viceversa.

El tamaño de la flor tiene más importancia. En *Stenocactus* existen dos grandes grupos, uno con flor grande de 30 a 40 mm de largo, aunque algunas pueden llegar a tener 25 mm, y otro grupo con flor pequeña de 15-20 mm de largo que puede a veces llegar a 25 mm. Las plantas de alrededor de Pachuca (Hidalgo) tienen flor grande y corresponden a *S. heteracanthus*; y las plantas de flor pequeña corresponden a varias poblaciones cercanas a la ciudad de Zacatecas y a Los Campos (Zacatecas), a la que llamaremos *S. tetraaxiphus*.

Una forma muy práctica y rápida sería considerar el nombre inválido y crear uno nuevo, con ejemplar de herbario y con todos los requisitos reglamentarios, y la otra preferir el nombre antiguo, tratar de correlacionarlo con las plantas de una región y evitar crear nuevos nombres que al final dan más sinónimos y provocan más confusión.

Material y métodos

La descripción original dice:

Echinocactus tetraaxiphus Otto in Schumann, Gesamtb. Kakt. 363. 1898.

Cuerpo solitario, cilíndrico, redondeado arriba, deprimido en el ápice, con fieltro lanoso abundante, blanco, algo tomentoso, sobresaliendo las espinas abigarradas, amarillas y morenas, cuerpo verde claro, hasta 15 cm de alto y 10 cm de diámetro. Costillas 30 o más, delgadas, onduladas, en las aréolas ensanchadas. Aréolas bastante cercanas, separadas hasta 1.5 cm, circulares, encima el paquete

de espinas alargado hacia afuera, entonces en forma de huevo de tres lados, de 8 mm de diámetro mayor, con abundante fieltro blanco, tomentoso, al final desnudas. Espinas radiales 16-18, hialinas, luego blancas, aciculares, las inferiores más gruesas, hasta de 15 mm de largo. Espinas centrales 4, anchas, casi papiráceas o en forma de espada, la superior la más larga, algo encorvada, anillada, hasta de 4 cm de largo, amarillo oscuro hasta moreno, más tarde todas las espinas grisáceas. La flor no es conocida.

Distribución geográfica

En México, por Real del Monte en el Estado de Hidalgo: Ehrenberg; por Pachuca Mathsson; se supone también por Zacatecas: Mathsson.

Schumann (1898) incluye a *Echinocactus heteracanthus* Mühlenfordt como sinónimo de la especie antes referida. Hay que señalar que al final señala: "se supone también de Zacatecas". *E. heteracanthus* fue conocido antes y muy probablemente al comparar las plantas y sobre todo la espinación, que son semejantes, consideraron que era una sola especie. En las dos no está descrita la flor, que en las poblaciones alrededor de Pachuca, *E. heteracanthus*, es grande y en las de Zacatecas, *E. tetraaxiphus*, es pequeña.

Resultados

La descripción de las plantas de Zacatecas es la siguiente:

Stenocactus tetraaxiphus

Plantas solitarias, rara vez en grupos con 4-10 cabezas, cuerpo semiesférico, de 8-12 cm de diámetro, rara vez cilíndrico, hasta 9 cm de alto, deprimido en el ápice, con 34-42 costillas, poco onduladas, algo ensanchadas en las aréolas, éstas 3 y a veces 2 por costilla, aréolas elipsoides, de 2-3 por 3-4 mm, separadas 1.7-3 cm entre sí, con lana blanquecina luego grisácea y al final desnudas; espinas radiales (9-)10-13, de

10-12 mm de largo, vítreas o blanquecinas; espinas centrales 4, la superior aplanada, de 15-40 mm de longitud por 2-2.5 mm de ancho, las dos laterales de 12-20 mm de largo, subuladas o algo aplanadas, de 1 mm de ancho, la inferior subulada o algo aplanada, de 12-30 (-45) mm de largo por 1-1.5 mm de ancho; algo anilladas, blanquecinas o amarillentas, con la punta o más de media espina morena a negruzca, a veces con base engrosada; las espinas jóvenes, sobre todo cuando son subuladas, rojizas con la punta más oscura. Flor de 17-25 mm de largo, tubo algo campanulado, segmentos externos del perianto lanceolados, acuminados, con los bordes blancos, con franja media púrpura, filamentos blanquecinos, lóbulos del estigma 8, blanquecinos.

Distribución: Zacatecas: lado oriental de los cerros situados al occidente de la ciudad de Zacatecas (Meyrán 3052); a 5 km (Meyrán 3721, 3971 y 4672 (números de colecta) y a 6.5 km (Meyrán 4188) hacia el oeste de la ciudad en la carretera que va a Durango y a Jerez; alrededores de Venta Grande, y en Los Campos, en el límite con Jalisco (plantas colectadas por del Castillo (Meyrán 4767, aún existe en colección de plantas vivas).

Los ejemplares jóvenes de 1-2 cm de diámetro son tuberculados, con 15-16 espinas radiales y una central encorvada hacia el ápice.

Comentarios y conclusiones

Comparando las plantas de las poblaciones cercanas a la ciudad de Zacatecas y de Los Campos con la descripción original de *E. tetraxiphus*, se encuentran pocas diferencias, la más importante es en el número de espinas radiales, 16-18 en el texto de Schumann y 10-13 en las poblaciones estudiadas. Sin embargo, en el dibujo original de T. Gürke, (Schumann pág. 364) solamente aparecen

12 espinas radiales. Como ya fue señalado, las diferencias en el número de espinas con *S. heteracanthus* son escasas, radiales 11-13, y en un grupo de plantas 3 centrales, pero en la mayoría 4; a veces podría tomarse en cuenta el color de ellas, pero es una característica variable. El carácter principal que logra hacer la diferencia entre las dos especies es el tamaño de la flor. Por estas razones se considera que la idea de Bravo-Hollis y Sánchez Mejorada (1991) es la correcta, los ejemplares de Zacatecas corresponden a *E. tetraxiphus*.

Literatura citada

- Backeberg C. 1961. *Die Cactaceae*, tomo V. Fischer, Jena.
- Bravo-Hollis H. 1937. *Las Cactáceas de México*. UNAM. México.
- Bravo-Hollis H. & Sánchez-Mejorada H. 1991. *Las Cactáceas de México*. vol. 2. UNAM, México D.F.
- Britton NL. & Rose JN. 1963. *The Cactaceae*. Dover Ed. N.Y.
- Meyrán, J. 1975. *Echinofossulocactus heteracanthus*. *Cact Suc Mex* **20**:35-38.
- Rümppler T. 1866. *Handbuch Cacteenkunde*. Ed. Wöller, Leipzig.
- Schumann, K. 1898. *Gesamtbeschreibung der Kakteen*. Neumann-Neudamm. Berlin.

Recibido: noviembre 2007; aceptado: noviembre 2011.
Received: November 2007; Accepted: November 2011.

¿Qué fue, qué es y qué será el nopal?

Reyes Agüero Juan Antonio¹

En este espacio quiero relatar y reflexionar sobre diversos aspectos sobre el nopal, “mi planta preferida”. Escribiré lo que se me quedó en el tintero y que deseo divulgar después de trabajar toda mi vida en la investigación de las especies de *Opuntia*, para ello, he dividido esta nota en tres tiempos: Lo que fue, lo que es y lo que será.

Primer tiempo: ¿Qué fue el nopal?

El nopal fue el eje de la economía cazadora-recolectora de los indígenas Chichimecas del altiplano mexicano; dice el cronista: “...comen (tunas) de noche y de día... y todo el tiempo se les pasa en bailar.” Es decir, el nopal fue el cómplice de la época dorada del mitote, eterno y frenético; pero entre danza y danza preparaban las tunas pasadas, deshidratadas, para consumirlas meses después; o las cáscaras secas y hechas polvo para la comida nómada. Junto con el maguey y el mezquite, el nopal formó el triunvirato de plantas sagradas de estas tierras. Fue también, la noble contribución Otomí al consorcio de plantas domesticadas que abastecieron a las grandes civilizaciones prehispánicas; es decir, junto al maíz, el frijol, la calabaza, el girasol, el cacao, y un largo etcétera de plantas mesoamericanas domesticadas, proveyó la riqueza nutricional precortesiana; así, encontramos por ejemplo, semillas que fueron tostadas hace 1800 años en Teotihuacan. Por extensión, fue la noble contribución del mundo otomí a todo el planeta, al heredar una planta domesticada.

El nopal fue el fin del peregrinar mítico, el 13 de julio de 1325, cuando los abuelos aztecas encontraron la señal profética: el nopal sobre el que se posaba el águila, que sostenía en una de sus patas a una víbora, dice la mayoría, o una tuna, dicen pocos; tuna, símbolo del corazón humano obtenido en los sacrificios humanos; corazones llamados *teonochtli* o tuna divina o *cuauhnochtli* o tuna de águila (Foto 1).

La diosa otomí *Acpaxapo* sólo aceptaba ofrendas de flores de nopal. (<http://marianoflores.wordpress.com/category/mexico-prehispanico/>)

Fue una relación profunda registrada en códices, esculturas, leyendas y topónimos: Nopaltepec, Nochistlán, Xoconoshco, Tenochtitlán; por supuesto, Tenochtitlán, o “donde el nopal silvestre” o “lugar del tunal sobre la piedra” o “el tunal divino donde está Mexitli”, lo que quieran que signifique, pero siempre tuna.

El nopal era el tallo seco para anunciar, con abundante humo, el inicio del Fuego Nuevo; y quien sabe, a lo mejor así también anunciaban el *Habemus Tlatoani*.

En la vida del día a día, era el nopalito cocido, asado, crudo; combinado con carne

¹ Instituto de Investigación de Zonas Desérticas-Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Altair Num. 200, Fracc. del Llano, San Luis Potosí, S.L.P. CP 78370
correo electrónico: reyesaguero@uaslp.mx



FOTO 1. Códice Mendocino. Lámina de la fundación de *Tenochtitlán*, en la parte central aparece el águila sobre un nopal, y a sus lados dividida por una X formada por canales azul turquesa, una serie de señores, cada uno con su nombre pintado a la usanza indígena. Toda esta escena está enmarcada por una serie de cuadros azul turquesa con los símbolos de los años *ácatl* (caña), *tochtli* (conejo), *cali* (casa) y *técpatl* (pedernal), los cuales están dando la fecha del acontecimiento central. En la parte inferior se observa una escena de guerra contra *Culhuacán* y *Tenayuca*.

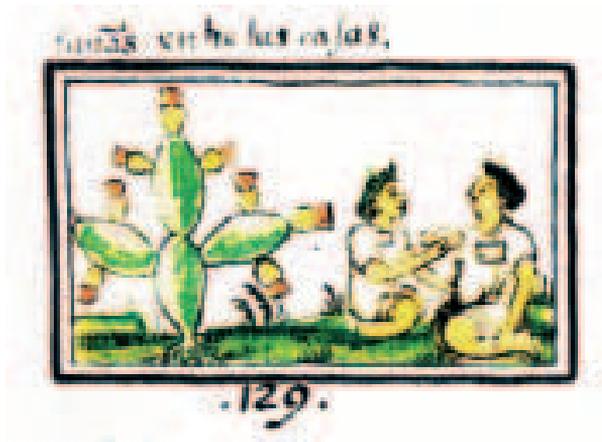


FOTO 2. El nopal con tunas y a un lado están dando de beber a la mujer embarazada que tiene problemas en el parto. Códice Florentino (libro XI).



FOTO 3. Gusano atentando contra el maíz (arriba) y contra un nopal (abajo). Códice Florentino.

de venado, guajolote o de huachinango; mezclado con hueva de *Axayacatl* o con hormigas *Azcamolli* o flores en ensaladas o fruta convertida en miel, queso de tuna, o cerveza llamada *nochoctli*. Era la fuente granate de la cochinilla. Pintura para cara, para la vestimenta; pintura, tal vez, para

los Huachichiles, chichimecas de estas latitudes potosinas, caracterizados por sus cabelleras púrpuras. La baba era la medicina de la parturienta; con grasa de insecto la baba era crema para pies, labios y manos gastadas. Fue el tesito bienhechor para la cruda post-peyote. Era baba para fijar los

colores en telas y murales, para limpiar el agua turbia, pegamento en la argamasa para unir adobes y enlucir paredes (Sahagún, 1938).

Como una colección de alfileteros, que así describían al nopal, fue el asombro de los cronistas europeos sorprendidos con la gran riqueza de tunas, su nuevo nombre; el *nopalli* del náhuatl perdió ante la tuna del Tahíno; fue el camino de Alvar Núñez Cabeza de Vaca quien comiendo tunas anduvo desde la Florida hasta Nayarit, cooperando con su granito de arena para que en el reino de su majestad jamás se ocultara el sol.

Fue trampa preparada por los frailes: registraron el jeroglífico *Pater noster* con una bandera y un nopal, que se leía *pantli nochli*. Por supuesto, fue la medicina contra las enfermedades nuevas y viejas (Foto 2); y el alimento novedoso para la plaga de ovejas, cabras y vacas que llegaron de allende el mar a cubrir los zacatales americanos. El nopal fue la herencia generosa del mundo prehispánico a los españoles, a los criollos y a los mestizos que somos hoy. Fue el nopal adaptado incluso a los escudos heráldicos y a los rancieros árboles genealógicos, pero democratizado en el escudo nacional.

Fue la época que ha falta de refrigerador, buenas eran las “tunas pasadas” y mejores eran las “tunas aparceradas”.

Fueron los escritos del Alexander Von Humboldt para discutir la especie exacta en la que vivía la cochinilla que proveía el color granate.

El nopal, con su cochinilla, vistió de rojo el uniforme de realistas y de insurgentes; vistió de rojo a la propia bandera trigarante; protagonizó la historia para trazar los límites entre Zacatecas y San Luis Potosí: ahí donde las tunas se abren generosamente

solas y son más dulces, ahí es San Luis Potosí. Fue el recurso que salvó de la hambruna a los pobres de las guerras en México.

Fue el apodo, nopalito, para Don Pascual Ortiz Rubio, quien sabe si apodo cariñoso, pero seguramente sí descriptivo. Fue Don Joaquín Pardavé en su papel de Margarito Pimentel de la Cueva y Santos Arias o el “Rey del queso de tuna” en el cine en blanco y negro; lució como escenografía a lo Gabriel Figueroa en la epopeya fílmica de la Revolución Mexicana.

Segundo tiempo: ¿Qué es el nopal?

Es una relación personal que iniciamos como especie humana hace al menos unos 15 000 años, pero bien pudieran ser 35 000, que es cuando andando, andando, llegamos a estas tierras. Con certeza sabemos que es nuestro alimento desde hace unos 9 000 años.

Es una diversidad biológica de 215 especies en América, *ca.* 83 especies en México (Guzmán *et al.* 2003) y 29 especies en el altiplano potosino-zacatecano, de las que 16 son exclusivas de esa zona.

Es una riqueza biológica incrementada por los humanos al agregar 126 cultivares; riqueza que apreciamos al andar en los mercados o por los caminos de México desde abril hasta diciembre, pero principalmente entre mayo y septiembre; disfrutar de tonalidades del verde-amarillo al rojo-púrpura; de la pulpa y su dulzura que escurre jugosa por la boca con sus 19° de azúcares; tan rica es, que hasta las semillas nos tragamos; o de salivita segregada al tenor de las cáscaras ácidas del xoconostle.

Es un catálogo mestizo de 265 nombres comunes, entre los que más me gustan están: Apalillo, Bonda, Cacalote, Cayahual, Chirrión, Comicalla, Isbini, Galarzo, Papan-

tón, Piniche y Reventón. Es un catálogo de nombres indígena: *Guichi* en zapoteca, *Héel* en seri, *Irá* en tarahumara, *Ixhkähä* o *Xot'ä* en otomí, *Naabo* en mayo, *Nacá* en cora, *Nacarité* en huichol, *Nopalli* en náhuatl, *Pak'an* en maya, *Paré* en purépecha y *Vindia* en mixteco. Es un catálogo en voces extranjeras: Beles etíopes; Akira marroquí; Algerina sudafricana; Palma Adensada brasileña; Higo Mexicano en Colombia; Tasajillo portorriqueño; Cactus Prickly Pear de los gringos; Higo de Pala venezolano; Sabra israelí; Cactus Raquette francés; el Feigenkaktus alemán; Opunzia italiana; Tabaibo portugués y Chumbera española. Es un catálogo científico con su carga de incertidumbre ¿será *streptacantha*, será *megacantha* o será *lasiacantha*? Es difícil de saber.

Es la preocupación por la inevitable extinción. Ahí van perdiéndose *Opuntia chaffeyi* y *O. pachyrrhiza*; pero igual o más preocupante es la pérdida de la cultura del nopal. Cultura que se queda en los solares de los viejos y que juntos, los solares y los viejos, se derrumban en sus soledades y en sus sabidurías; cultura, entonces, que se diluye en los caminos que los hijos y los nietos construyen hacia la ciudad o hacia el inevitable norte.

Curioso, el maguey tuvo su diosa en Mahahuel, pero no se ha identificado un dios prehispánico del nopal; en contraste, en la religión católica si se alcanzó acomodarse en el Cristo del Nopal, del cerro de San Andrés Reglita y en Nuestra Señora del Nopal en El Mezquital.

Es la planta que genera ambiente de casa, que humaniza la aridez del paisaje en el ámbito del solar doméstico del altiplano. Son solares enriquecidos hasta con 18 cultivares en apenas un palmo del terreno. Es el cerco vivo para delimitar el hasta ahí nomás, por favor no pase. Será jacal, pero es

propiedad privada. Es el cómplice perfecto a falta de letrinas, es el poste para amarrar al marrano.

El nopal significa una extensión de 61 112 ha de plantaciones que proveen 373 735 t de fruta cada año; y de extensiones aproximadas de 12 500 h para nopalito. Es trabajo agrícola de desmonte, aradura, rastreo, rallado y cercado; de selección del material, de la fecha precisa de plantación y de la forma de plantar; de vigilar el enraizamiento y reponer los nopales muertos; de deshierbas y podas, y de aplicar abonos, fertilizantes, pesticidas y, si es posible, riegos. Chiquioencita pues. A pesar de ese esfuerzo, es el rendimiento promedio de tuna de 7 t/ha en México, contra las 40 t/ha en Sicilia; digo, como para dar coraje, pero nuestras tunas saben más sabrosas.

Es refuerzo de bordos para detener el camino de la erosión. Hogar, manutención y cobijo para aves, insectos, abejas solitarias, venados, jabalís, tortugas y liebres, coyotes y conejos.

Es la medicina del pulque, pues cómo estará de malo que hay que curarlo con tuna. Es la ensalada de nopalitos de tapón para el altiplano potosino, de milpa alta para los del centro, de Valtierra para los del Bajío, de nopalitos bolañeros para los tequileños, de duraznillo para los de Nieves Zacatecas.

Es la advertencia: “me he de comer esa tuna, aunque me espine la mano” (Canción mexicana de la época de oro, autor: Manuel Esperón, interpretación original de Jorge Negrete). Es el reproche: al nopal nomás lo visitamos cuando tiene tunas, o nopalitos o forraje; ultimadamente, como que lo visitamos mucho ¿no?, al menos más de lo que dice el refrán. Es la abnegación: “el que con nopales anda, a espinarse se enseña”.

Agustín Prieto



Agustín Prieto



FOTOS 4 y 5. Plantaciones de nopal en Tlayacapan, Morelos.

Es el ponte listo mi cuate: “no le busques tunas al huizache”. Es canción en voz de Jorge Negrete: “Es sangre brava y colorada / retadora como filo de puñal / es la sangre de mi raza, soñadora y cancionera / sangre brava y pelionera / valentona y pependciera / como penca de nopal”. Y del México en blanco y negro saltamos surrealismo del Heavy Nopal de Astrid Hadad y sus faldas de nopalera.

Es el temor no tan infundado de que los chinos nos lo pirateen. Es la certeza de que ante la organización mundial que registra las variedades vegetales, con sede en Suiza, están debidamente consignadas las principales especies y los cultivares más apreciados, como un patrimonio del pueblo de México (Fotos 4 y 5).

Es un tono homeopático: la tintura de la flor fresca sirve hasta para aliviar la locura, no se diga el mal de amores; es el antiinflamatorio, el antidiabético predilecto, el controlador del colesterol: bueno, sirve hasta para disminuir los efectos de la cruda.

Es la materia prima para papel, alcohol, azúcar, vinagre, vino, licores, artesanías, potasa, ácido oxálico, mermelada, fertilizante, aceite, champús, acondicionadores, jabones, cremas y lociones y un largo, largo etcétera (Pimienta Barrios 1990).

Tercer tiempo: ¿Qué será el nopal?

Será el estudio de su genoma, pero como seguro será insuficiente, nos seguiremos con el estudio de su proteoma. Será la cura para lo que venga y será sorpresa en la expresión ¿también para esos sirve el nopal? Será la planta clave para restaurar El Gran Tunal. La planta dispuesta a detener la degradación de suelos aquí y en África; la que ayude a resolver los problemas de hambre;

la materia prima de la industria porvenir. Puede ser, pero hace falta que como nación recuperemos el interés en este conjunto megadiverso denominado “nopal”. El país requiere inversión en su estudio biológico, de conservación, de inventarios, de ingeniar sistemas de preservación y exportación. Como un cactus más, el nopal adolece de la pérdida de agrosistemas, del cambio de uso de suelo, del productor que cambia la nopalera por un invernadero de lechugas de semilla certificada: será “la maldición de malinche seguir cambiando nuestras riquezas por los espejos con brillo” El nopal deberá, en síntesis, ser el trabajo que nos espera.

Literatura citada

- Anónimo. Códice Mendocino.
 Esperón M. <http://www.sacm.org.mx/archivos/biografias.asp?txtSocio=08021>
<http://marianoflores.wordpress.com/category/mexico-prehispanico/>. Consultado enero 2011.
 Pimienta Barrios E. 1990. *El nopal tunero*. Universidad de Guadalajara.
 Quintana-Ascencio P. 1985. Dispersión de las semillas de nopal (*Opuntia* spp.) por animales silvestres y domésticos en El Gran Tunal, San Luis Potosí. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México.
 Reyes-Agüero J A. 2005. Variación morfológica de *Opuntia* (Cactaceae) y su relación con la domesticación en la Altiplanicie Meridional de México. Posgrado en ciencias biológicas, UNAM.
 Sahagún FB. 1938. *Historia general de las cosas de Nueva España*. México, Editorial Pedro Robredo.

Reseña del libro: *Mapping the cacti of Mexico*

Eguiarte Luis E.

Reseña: Hernández H.M. y C. Gómez-Hinostrosa. 2011. *Mapping the Cacti of Mexico*. Their geographical distribution based on referenced records. Succulent Plant Research, Volume Seven. dh books, Milborne Port, England. ISBN 978-0-9538134-8-3. 128 páginas.

¿Para que queremos un nuevo libro de mapas? La representación gráfica de la distribución de las especies siempre ha sido atractiva para los biólogos, ya que a partir de los mapas se pueden hacer inferencias sobre los procesos ecológicos y evolutivos de las especies. Para plantas suculentas, podemos mencionar el extraordinario trabajo de H.S. Gentry (1982) sobre los agaves de Norte América, donde uno de sus principales intereses son los mapas con los datos de colecta de las especies. También debemos mencionar la monumental obra de R.M. Turner, J.E. Bowers y T. L. Burgess (1995), que aunque es general para la flora del Desierto Sonorense, incluye gran cantidad de agavaceas y cactaceas. Sin embargo, colecciones de mapas para cactáceas son raros. En una reseña anterior, comenté sobre dos obras que presentan mapas de la distribución de nopales (Calva & Larson 2008; Scheinvar *et al.* 2009). Tradicionalmente ha habido resistencia por parte de los estudiosos de los cactus de presentar mapas, al considerar que datos detallados de la distribución de las especies abren las puerta a

la colecta ilegal e irracional de las especies raras por parte de comerciantes sin escrúpulos y coleccionistas criminales. Sin embargo, estos mapas son centrales para estudios modernos ecológicos, de conservación y evolutivos. En esta obra, Héctor Hernández y Carlos Gómez presentan mapas de distribución para 114 especies de cactáceas de México (una fracción substancial de las 560 especies que se reconocen para el país), de 33 géneros, en algunos casos presentando mapas que incluyen a otros países donde también se encuentran las especies. Los mapas son derivados de un trabajo monumental de compilación de datos georreferenciados para la familia, usando 5783 registros de una base de datos mucho más amplia (tan sólo del Herbario Nacional de México reporta 18465 registros). Además de los detallados mapas, se incluyen buenas fotos de 34 especies de cactus.

Los autores describen algunos patrones interesantes sobre las cactáceas. Por ejemplo, en Norte América, la mayor parte de los registros de colecta se encuentran entre los 1500 y 2 mil metros de altitud sobre el nivel del mar (msnm), mientras que en Centro América la mayoría de las los registros se encuentran por debajo de los 500 msnm. En América del Sur, aunque la mayor parte de sus registros también están a menos de 500 msnm, hay numerosos registros entre 3000 y 5000 msnm, mismos que en las otras localidades prácti-

¹ Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.
Correo electrónico: fruns@servidor.unam.mx

camente no existen ¿A qué se deben estas diferencias? Faltaría contrastar estos registros contra una hipótesis nula, que sería la distribución cartográfica real de las altitudes de cada región; si la distribución de los cactus es diferente a esta “disponibilidad” cartográfica de altitudes, entonces habría que ver si realmente en Sudamérica tenemos un exceso de linajes de cactus adaptados a grandes altitudes, y si en Centro América se encuentran casi puros linajes de cactáceas de zonas tropicales húmedas, comparando con la distribución de los diferentes linajes filogenéticos que describe Hernández- Hernández *et al.* (2011) en su reciente estudio.

También destacan la distribuciones discontinuas de algunas especies. Tal vez la más notable es la de la biznaga de espinas amarillas, el *Echinocactus grusonii*, que solo se encuentra en un área muy pequeña en la cuenca del río Moctezuma, en los alrededores de la presa de Zimapán entre los estados de Querétaro e Hidalgo, y en una pequeña región del suroeste de Zacatecas, a unos 500 km de distancia. Faltaría entender la causas de estas distribuciones disyuntas y su relevancia para la genética y la ecología de la conservación de las cactáceas.

Muchas cactáceas son microendémicas. Los autores reportan que el 30% de una muestra de 142 cactáceas del desierto Chihuahuense se encuentran en un área de menos de 10 km², ¡apenas un poco mas grande que un cuadrado de sólo unos 3 x 3 km de largo! Esto lo podemos contrastar con el género *Agave*, que aunque se considera que parte de su gran diversidad se debe a la presencia de especies microendémicas, el 60% de las especies con menores áreas de distribución, ocupan en promedio un área varios ordenes de magnitud

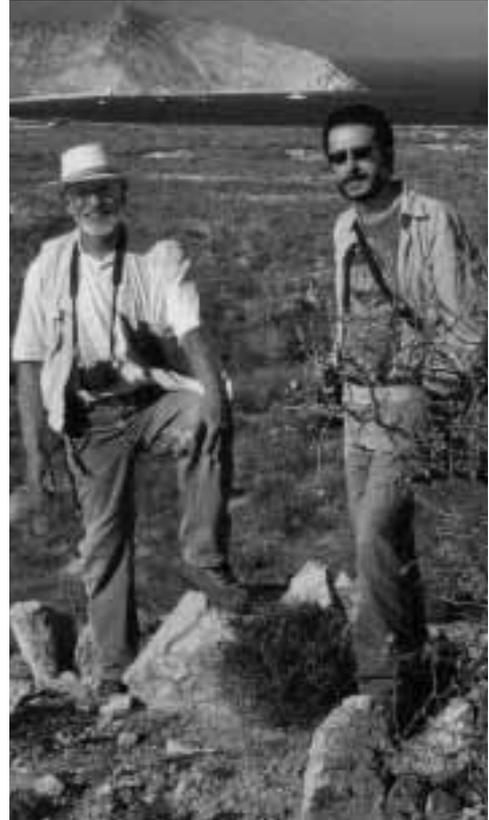


FOTO 1. Los autores: Héctor M. Hernández y Carlos Gómez-Hinostrosa.

más grande, de 36 100 km² (Eguiarte *et al.* 2012), que equivale a un cuadrado de 190 x 190 km.

En contraste, otras especies de Cactaceae tiene distribuciones amplísimas, como *Rhypsalis baccifera*, con una notable distribución natural en la Américas, ¡pero también se encuentra en Africa, incluyendo Madagascar y en el océano Indico, llegando hasta la Isla de Ceilán! Desafortunadamente, no se discuten las causas de esta distribución anómala, ya que el resto de la familia Cactaceae solo se distribuye de manera natural en el continente americano ¿Cómo llegó esta especie y se distri-

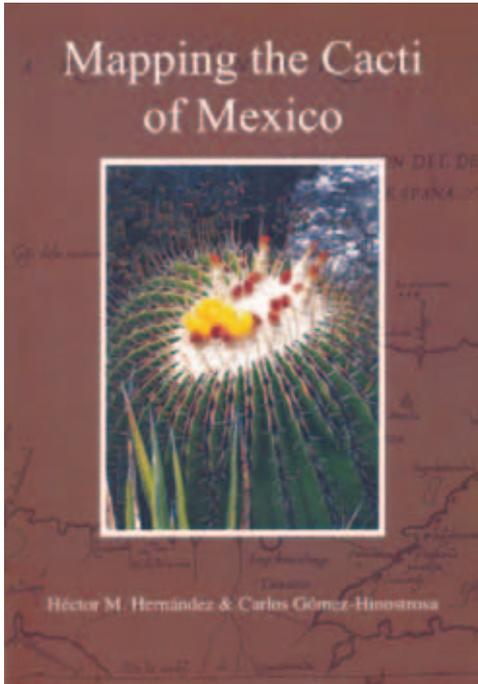


FOTO 2: Portada.

buyó por todas estas áreas tropicales? ¿qué podrían decirnos los marcadores genéticos de su historia? *Acanthocereus tetragonus* y *Melocactus curvispinus* también tienen amplias distribuciones, incluyendo México, el Caribe, Centro América y el Norte de Sudamérica. Los autores mencionan una correlación aparente entre el rango de distribución geográfica y los mecanismos de dispersión: Las especies que tienen mecanismos de dispersión “eficientes”, por aves y mamíferos, como los géneros *Opuntia*, *Acanthocereus*, *Hylocereus*, *Stenocereus*, tienden a tener distribuciones amplias, mientras que los géneros que tienen frutos escondidos, pequeños, secos y poco atractivos, como *Ariocarpus*, *Aztekium*, *Pelecyphora*, *Turbincarpus* tienen muchas veces distribuciones muy limitadas. Como los autores mencionan, se necesitarían estu-

FOTO 3. *Ortegocactus macdougalii*.

dios detallados y estadísticos para analizar la relación entre diferentes características ecológicas, incluyendo la dispersión entre otras, con sus patrones de distribución espacial, y tal vez yo sugiero con sus números de especies y tasas de diversificación.

Otras observaciones importantes que se discuten en la obra es que en la mayor parte de los géneros con especies cercanas, estas especies tienen distribuciones alopatricas (cada especie vive en diferentes lugares), sugiriendo mecanismos de especiación por aislamiento geográfico, como se ha sugerido para la mayor parte de los vertebrados desde tiempos de Ernst Mayr. Aunque hay algunos géneros, como por ejemplo *Echinocactus*, *Polaskia* o *Thelocactus*, donde en una localidad se pueden encontrar dos o tres especies del género, los autores sospechan que esto se debe a un contacto secundario, al que se llegó después de los eventos de especiación. También se sugiere que la alopoliploidía (poliploidía generada de la cruce de dos especies diferentes) parece ser importante como un mecanismo de especiación (ya que los híbridos –al tener

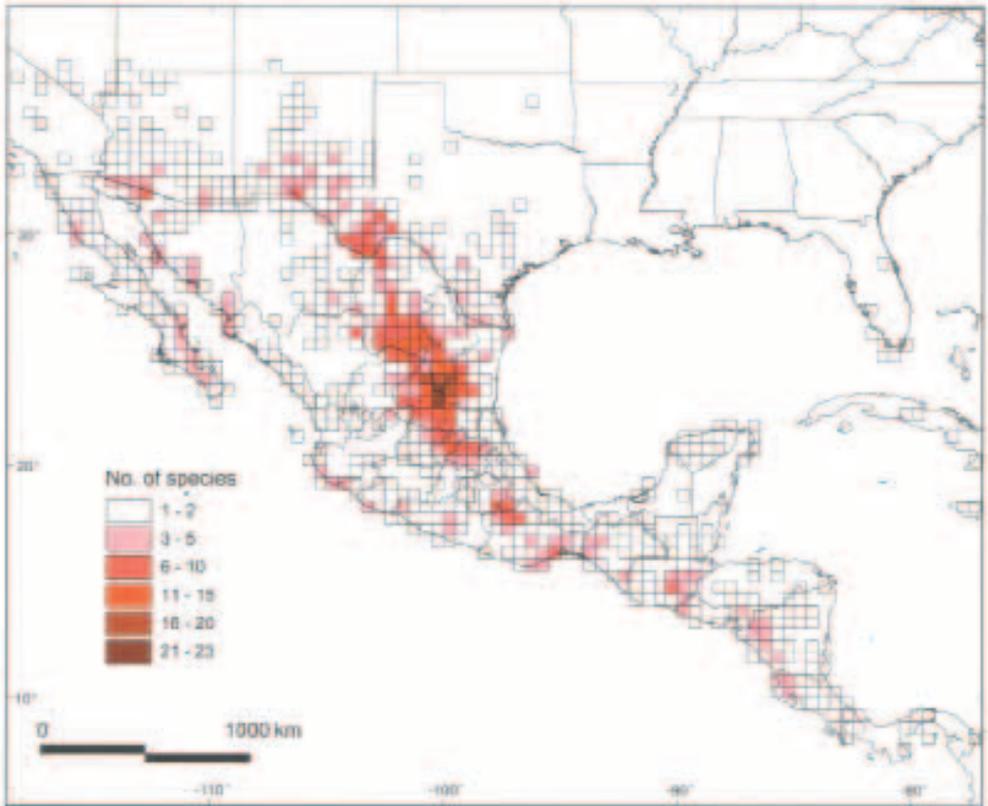
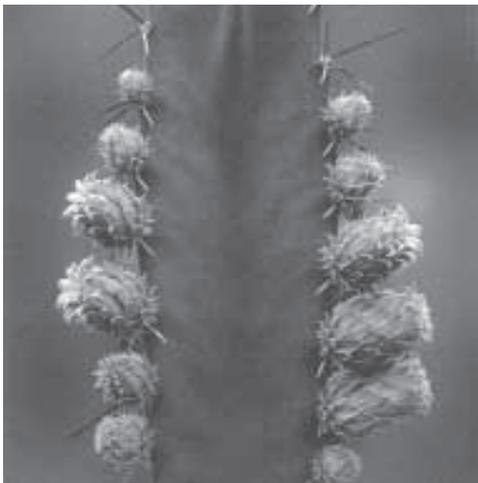


FIGURA 1. Patrón de riqueza de especies de cactus mexicanos basado en la distribución de 114 especies.

un número cromosómico diferente a sus ancestros— no se pueden cruzar con ellos, y por lo tanto representan una nueva especie) en géneros como *Opuntia*. Estas sugerencias preliminares van a ser muy importantes para eventualmente entender las causas de la gran diversidad de la familia.

De particular interés es su figura 3 (Figura 1), donde se muestra con color, el número de especies de cactus en México, Suroeste de los Estados Unidos y Centroamérica. Destaca la altísima concentración de especies, hasta 23 de las 114 analizadas en regiones del Desierto Chihuahuense, en particular en la zona del Huizache y Mier y Noriega, en el norte-centro de San Luis

Potosí y el sur de Nuevo León, confirmando otros estudios previos liderados por el Dr. Hernández. Otras regiones muy diversas son Tolimán en Querétaro, las zonas aledañas a los puntos mencionados de San Luis Potosí y Nuevo León, el valle de Cuatro Ciénegas en Coahuila, la localidad del Big Bend en Tejas junto a México y la bien conocida región de Tehuacán-Cuicatlán. Otras localidades que se sabe ricas en cactáceas, como las del desierto de Sonora, no se visualizaron en el mapa por la elección de especies del estudio. La pregunta central es ¿Por qué hay tantas especies en el Desierto Chihuahuense? y ¿Por qué estos puntos en particular tienen tanta riqueza de cactá-

FOTO 4. *Pterocereus gaumeri* subsp. *foetidus*.

ceas? El revisor sospecha que se debe a que son zonas que funcionaron como “refugios” en el pasado, durante momentos en los cuales el clima fue muy extremo, y junto con sus alumnos esta realizando estudios filogeográficos para explorar estas hipótesis.

Para mí, la principal relevancia y utilidad del trabajo es que, de sólo ver los mapas, surgen multitud de hipótesis evolutivas que se pueden explorar con el uso de marcadores genéticos, que es mi especialidad. Por ejemplo, la distribución disyunta de *Echinocactus grusonii* sugiere un claro estudio de genética de la conservación y diferenciación en el género, especialmente comparando con la especie cercana, *Echinocactus platyacanthus*, que tiene también una distribución disyunta, aunque más amplia, es más común y sus poblaciones no están nunca tan aisladas. Se pueden proponer muchos otros proyectos fascinantes, pero se los dejo de tarea al lector, con la esperanza de que ino me ganen mis proyectos favoritos!

Esperamos ansiosamente que en el futuro los autores presenten los mapas de los géneros que faltaron en la obra, mismos

que decidieron no incluir en este momento ya que tiene problemas taxonómicos y/o no tenían suficientes datos de distribución. Considero que éste es un trabajo original, cuidadosamente hecho e ilustrado, que resulta muy atractivo y útil para todos los interesados en la familia en México, por lo que recomiendo que lo adquieran antes de que se agote, especialmente los ecólogos, biólogos de la conservación, y genetistas de poblaciones-filogeógrafos, ya que ofrece un abanico fascinante de ideas, hipótesis y proyectos de investigación.

Literatura citada

- Eguiarte LE. 2011. El futuro del nopal y sus frutos, xoconostles y tunas. *Cact Suc Mex* **56**:22-28.
- Eguiarte LE., E. Aguirre-Planter, X. Aguirre, R. Colín, A. González, M. Rocha, E. Scheinvar, L. Trejo y V. Souza. 2012. From isozymes to genomics: Population genetics and conservation of *Agave* in México. En prensa. *Memoirs del New York Botanical Garden*.
- Gentry H.S. 1982. *Agaves of Continental North America*. University of Arizona press. Tucson, Arizona, EUA.
- Hernández-Hernández T., H. M Hernández, J. A. De-Nova, R. Puente, L. E Eguiarte & S. Magallón. 2011. Phylogenetic relationships and evolution of growth form in Cactaceae (Caryophyllales, Eudicotyledoneae). *Am J Bot* **98**:44-61.
- Turner R.M., J. E. Bowers & T. L Burgess. 1995. *Sonoran Desert Plants. An Ecological atlas*. University of Arizona press. Tucson, Arizona, EUA.

Recibido: diciembre 2011; aceptado: diciembre 2011.
Received: December 2011; Accepted: December 2011.

Calendario 2012 de la Sociedad Mexicana de Cactología, A.C., a la venta en la tienda del Jardín Botánico, UNAM y en el Laboratorio de Genética y Ecología en el Instituto de Ecología, UNAM.

2012



ENERO

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

FEBRERO

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



MARZO

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

ABRIL

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

MAYO

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



JUNIO

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



JULIO

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



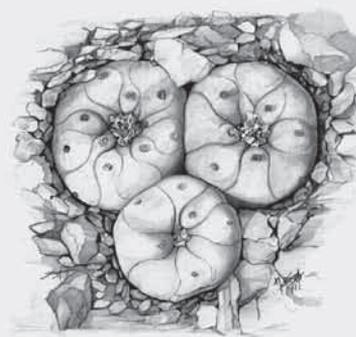
AGOSTO

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



SEPTIEMBRE

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



OCTUBRE

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

NOVIEMBRE

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

DICIEMBRE

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

Mammillaria humboldtii C. Ehrenb.



Nombre común: “bola de hilo”, biznaga bola de nieve.

Mammillaria humboldtii es una cactácea globosa endémica de la zona semiárida del estado de Hidalgo. Es de tallo simple o cespitoso en la base, globoso-aplanado. Tubérculos dispuestos en 13 y 21 series espiraladas, cilíndricos, con el ápice redondeado, de 12 mm de longitud y 2 a 3 mm de anchura en la base, de color verde claro, con jugo acuoso.

Axilas con lana blanca y con 7 u 8 cerdas blancas, de diferentes tamaños. Aréolas circulares o ligeramente ovales, al principio con lana. Espinas radiales 80 o más, dispuestas en varias series, de diferentes longitudes, de unos 2 a 8 mm, muy delgadamente aciculares, rectas, horizontales, semiflexibles, niveas, con la extremidad basal ligeramente amarillenta. Espinas centrales ninguna. Flores de 15 mm de diámetro; segmentos interiores del perianto lineares, obtusos, de color rojo brillante, con el margen de color rosa claro; filamentos rojos, anteras anaranjadas; estilo amarillo, lóbulos del estigma 3, verdes. Fruto claviforme, rojizo; perianto seco no persistente. Semillas obovadas, con hilo basal; testa foveolada, negra, brillante.

La localidad tipo se encuentra entre Ixmiquilpan y Metztlán. Glass la reporta al N de Vizarrón; Ehrenberg la cita de Ixmiquilpan y Sánchez-Mejorada indica que crece en Gilo, municipio de Eloxochitlán, Hidalgo y Arias la reporta en Tolantongo. (Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada 1991, *Las Cactáceas de México*).

Se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en categoría de amenazada, esta incluida en el Apéndice II de CITES.

Altamirano Vázquez Hugo G. & Arroyo-Cosultchi Gabriel

Laboratorio de Ecología, Sistemática y Fisiología Vegetal, Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, Departamento El Hombre y su Ambiente. Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Tel. (52) 55-5483-7153
Correo electrónico: altamiranovazq@gmail.com