

CACTÁCEAS y suculentas mexicanas

50
años
1955-2005

VOLUMEN 50 No. 2

ABRIL-JUNIO 2005

ISSN 0526-717X

**CACTÁCEAS Y SUCULENTAS
MEXICANAS**

Volumen 50 No. 2
abril-junio 2005

Editor Fundador
Jorge Meyrán

**Consejo Editorial
Anatomía y Morfología**

Dra. Teresa Terrazas
Colegio de Posgraduados

Ecología

Dr. Arturo Flores-Martínez
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN

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

Dra. Kasuko Aoki
UAM-Xochimilco

Sistemas Reproductivos

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

Taxonomía y Sistemática

Dr. Fernando Chiang
Instituto de Biología, UNAM

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

Diseño editorial y versión electrónica

Palabra en Vuelo, S.A. de C.V.

Impresión

Fototipo SA
Se imprimieron 1 000 ejemplares, mayo de 2005

SOCIEDAD MEXICANA DE CACTOLOGÍA, A. C.

Presidenta Fundadora

Dra. Helia Bravo-Hollis †

Presidenta

Araceli Gutiérrez de la Rosa

Vicepresidente

Joel Pérez Crisanto

Tesorero

Omar González Zorzano

Secretaria

Rosario del P. Camarena González

Bibliotecario

Raymundo García A.

Fotografía de portada:

Ferocactus robustus

Foto: Mariana Rojas Aréchiga



Cactáceas y Suculentas Mexicanas es una revista trimestral de circulación internacional, 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 \$250.00 para México y \$30 USD o 25 € para el extranjero. Pago de suscripciones a la cuenta no. 148-6353704 de Banamex.

Subscription rates: \$30.00 USD or 25.00 €. 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

www.cactus-mall.com/smc/

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

La Sociedad Mexicana de Cactología, A.C. agradece el financiamiento para la publicación de este número a los suscriptores y a las personas que han contribuido con sus donativos adquiriendo el material de divulgación que promueve la Sociedad Mexicana de Cactología, A.C.

CACTÁCEAS y suculentas mexicanas

Volumen 50 No. 2 abril-junio 2005

50
años
1955-2005

Contenido

Distribución y estatus de conservación de *Ferocactus*

robustus (Pfeiff.) Britton & Rose

Carrillo Angeles, Israel Gustavo; Golubov, Jordan;
Rojas-Aréchiga, Mariana & Mandujano, María C. 36

Aprovechamiento del nopal silvestre *Opuntia fuliginosa* Griffiths en el
municipio de Autlán de Navarro, Jalisco.

Puente Ovalle, Pedro & Miranda Medrano, Roberto 56

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

Jiménez-Sierra, Cecilia L.; Rocha-Huerta, César, G.
& Mendoza-Moreno, Samantha 64

Contents

Distribution and conservation status of *Ferocactus*

robustus (Pfeiff.) Britton & Rose

Carrillo Angeles, Israel Gustavo; Golubov, Jordan;
Rojas-Aréchiga, Mariana & Mandujano, María C. 36

Uses of the wild prickly pear *Opuntia fuliginosa* Griffiths in the
municipality of Autlán de Navarro, Jalisco.

Puente Ovalle, Pedro & Miranda Medrano, Roberto 56

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

Jiménez-Sierra, Cecilia L.; Rocha-Huerta, César, G.
& Mendoza-Moreno, Samantha 64



Distribución y estatus de conservación de *Ferocactus robustus* (Pfeiff.) Britton & Rose

Carrillo Angeles, Israel Gustavo¹; Golubov, Jordan²; Rojas-Aréchiga, Mariana¹ & Mandujano, María C.¹

Resumen

En la región del Valle de Tehuacán-Cuicatlán en los estados de Puebla y Oaxaca, México, se localizan cuatro poblaciones de *Ferocactus robustus* (Pfeiff.) Britton & Rose que presentan factores de riesgo para su conservación.

Esta especie no se encuentra incluida actualmente en ninguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-Semarnat-2001). La distribución geográfica del taxón, el estado del hábitat, la vulnerabilidad de la especie y el impacto de las actividades humanas sobre sus poblaciones indican que es necesario situar a *Ferocactus robustus* en una categoría de protección. Tomando como base el Método de Evaluación de Riesgo (MER) desarrollado por la Semarnat, en el cual se toman en consideración cuatro criterios a los que se les otorga un puntaje, esta especie merece más atención porque presenta un puntaje de 13, colocándola en la categoría de “en peligro de extinción”.

Palabras clave: Cactáceas, *Ferocactus robustus*, MER.

Abstract

In the Tehuacán-Cuicatlán Valley in the state of Puebla and Oaxaca, four populations of *Ferocactus robustus* (Pfeiff.) Britton & Rose show risk factors to their conservation.

This species is not actually considered in any risk category in the Norma Oficial Mexicana (NOM-059-Semarnat-2001). The geographical distribution of this species, as well as its habitat conditions, vulnerability and the human impact on their populations indicate that it is necessary for this species to be considered into a risk category which would offer it protection.

Considering the Mexican method of risk evaluation (MER) developed by the Semarnat, in which four criteria are considered, and where each one of them is assigned a numerical value, this species deserves more attention because the numerical value obtained for this species is 13, including it in the category of “in danger of extinction”.

Key words: Cacti, *Ferocactus robustus*, MER.

Introducción

La Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán se localiza en el centro de la República Mexicana, abarcando una superficie de 490 186 hectáreas en los estados de

Puebla y Oaxaca. Se estima que en la región, 30% de las 2,703 especies presentes, son endémicas (Arias-Toledo *et al.*2001). Los endemismos incluyen varias especies de cactáceas, entre ellas, tres especies del género *Ferocactus*: *F. robustus* (Fotos 1,2

¹ Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, A.P. 70-275, México D.F., C.P. 04510, México.

² Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Departamento El Hombre y su Ambiente. Lab. Sistemas de Información Geográfica, Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud C.P. 04960, D.F., México.



Foto 1. Crecimiento cespitoso de plantas de *Ferocactus robustus*. Foto: Erick García.



Foto 2. Acercamiento de una planta de *Ferocactus robustus*. Foto: Mariana Rojas Aréchiga.

y 3), *F. haematacanthus*, y *F. recurvus* (Arias-Montes *et al.* 1997; Arias-Toledo *et al.* 2001; Guzmán *et al.* 2003). De las tres especies sólo *F. haematacanthus* se encuentra en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat-2001 en la categoría de “sujeta a protección especial”.

Como resultado de diferentes estudios realizados en una población de *Ferocactus robustus*, y de las observaciones llevadas a cabo en otras tres poblaciones de esta especie, en el presente trabajo analizamos los cuatro criterios que tienen que ser cubiertos en el Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER), para proponer un estatus de conservación para esta especie, situándola en alguna categoría de la NOM-059-Semarnat-2001 para su protección. El MER es un anexo normativo de la NOM-059-Semarnat-2001 en función del cual se definen las decisiones sobre las categorías de protección.

En *Ferocactus robustus*, como en otras especies cuya distribución está restringida a nuestro país o a ciertas zonas de éste, existe poco conocimiento de las condiciones en que se encuentran sus poblaciones, y la información sobre su ciclo biológico es escasa. Es importante reflexionar sobre este hecho, ya que la falta de atención a ciertas especies, puede favorecer el deterioro de sus poblaciones por actividades humanas, poniendo en riesgo la existencia de la especie. Dos factores que consideramos importantes en la propuesta de integrar a *Ferocactus robustus* en una categoría de la NOM-059-Semarnat-2001 para su protección, además de los estudios realizados en esta especie (Piña 2000; Trujillo 2002; Carrillo-Angeles datos no publicados),

son que *F. robustus* (Foto 1) es una especie endémica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Bravo-Hollis y Sánchez Mejorada 1991), y que sus poblaciones, al menos 4 conocidas por los autores del presente trabajo, se encuentran muy aisladas unas de otras. Una es la población estudiada por Carrillo-Angeles (datos no publicados) ubicada en la comunidad de Plan de Fierro, Puebla (18°20'N, 97°34'O). Las dos poblaciones más cercanas a la de Plan de Fierro se encuentran aproximadamente a 17 km al SO, en el poblado de Los Reyes Metzontla (18°12'N, 97°29'O), y a 4 km al E, en el poblado de San Juan Raya (18°20'N, 97°37'O), las cuales se encuentran muy afectadas por actividades humanas. La cuarta población conocida, en los alrededores de San Antonio Texcala (18°23'N, 97°26'O), se encuentra a 16 km al NE de la población de Plan de Fierro, y también está afectada por actividades humanas. Tomando en cuenta los registros sobre otras poblaciones de *F. robustus* existentes, ésta es la tercera población más cercana a la de Plan de Fierro estudiada por Carrillo-Angeles (datos no publicados). Adicionalmente, Arias-Montes (com. pers.) nos ha informado que durante los recorridos hechos en la región de Tehuacán-Cuicatlán, ha visto al menos diez poblaciones y una en los límites de Puebla y Veracruz, de las cuales la mayoría presentan algún grado de perturbación por actividades humanas.

Materiales y métodos

Amplitud de la distribución geográfica del taxón en México (1-4)

Para determinar la distribución de la especie se obtuvieron las coordenadas geográficas de 5 poblaciones, además de las cuatro

conocidas por los autores (Cuadro 1). Los datos se obtuvieron a partir de los registros incluidos en la Red Mundial de Información sobre Biodiversidad (Remib), depositados en los acervos electrónicos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), y del herbario de la Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU). Las coordenadas geográficas se obtuvieron de cartas del INEGI escala 1:250,000 y se empleó el programa Desktop GARP (Scachetti-Pereira 2001) para modelar el nicho ecológico de *F. robustus* y generar mapas de distribución potencial. El análisis de nicho potencial utilizó 7 variables ambientales (edafología, evapotranspiración,

isotermas, isoyetas, temperatura promedio anual, temperatura mínima absoluta, temperatura máxima absoluta) y dos bióticas (regiones biogeográficas y la carta de uso de suelo y vegetación del inventario nacional forestal 2000), todas en formato digital a escala 1:1,000,000. Dentro del programa hicimos el mapa consenso de los mejores 10 modelos (opción Best Subsets) considerando 10% de error de omisión y 50% de error de comisión. El mapa consenso resultante fue recortado con criterios ecorregionales con el mapa de ecorregiones de Conabio utilizando un Sistema de Información Geográfica (ArcView ver. 3.3) y

Cuadro 1. Las localidades marcadas con el símbolo (*) corresponden a las localidades cuya existencia fue corroborada, del resto sólo se tiene conocimiento por la información obtenida de los registros.

Localidad	Latitud	Longitud	Tipo de vegetación	Altitud
Municipio de Tepanco, Cacaloapan, 10 km al N de Tehuacán	18°35' N	97° 37' 0	Matorral xerófilo	1910 msnm
Meseta de San Lorenzo 3 km al SO de Tehuacán	18°26' N	97° 25' 0	Matorral xerófilo con crasicaules y rosetófilos	1650 msnm
Municipio de Zapotitlán, km 18, carretera 125, 1 km al N de San Antonio Texcala	18°24' N	97° 26' 0	Matorral crasicaule	Desconocida
Municipio de Tlacotepec, lomas al E de San Lucas el viejo, sobre la brecha de Tlacotepec a Xochitlán	18° 40' N	97° 43' 0	Matorral xerófilo con crasicaules	1950 msnm
Cerro al NO de San Luis Tenalacayuca	18° 36' N	97° 33' 0	Matorral xerófilo con <i>Opuntia</i> y leguminosas	1890 msnm
*Municipio de Zapotitlán, Carretera 125, 1 km al N de San Antonio Texcala	18° 23' N	97° 26' 0		Desconocida
*Poblado Plan de Fierro, Municipio de Santa Teloxtoc 10 km al SO de Zapotitlán Salinas,	18° 20' N	97° 35' 0		Desconocida
*Poblado de Los Reyes Metzontla	18° 13' N	97° 29' 0	Matorral xerófilo con crasicaules	Desconocida
*Poblado de San Juan Raya	18° 20' N	97° 37' 0	Matorral xerófilo con crasicaules	Desconocida

como criterio de inclusión los puntos de colecta originales (ver Cuadro 1).

Estado del hábitat con respecto al desarrollo del taxón (1-3)

En este criterio las condiciones generales de las zonas de distribución de las poblaciones de *F. robustus* se determinaron a partir de observaciones en las cuatro poblaciones conocidas, y de las descripciones del hábitat de los ejemplares herborizados del MEXU.

Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón (1-3)

Para evaluar este criterio se consideró la información generada en tres estudios previos sobre germinación (Rojas-Aréchiga 1995; Piña 2000; Trujillo 2002), así como los datos generados en un estudio sobre el efecto de la distribución espacial clonal en la reproducción sexual en una población de esta especie (Carrillo-Angeles datos no publicados), que comprende: 1) la estimación de los niveles de aborto y remoción de frutos, 2) la proporción de individuos que son reproductivos en la población y 3) la estimación de la diversidad clonal a pequeña escala y a nivel de la población.

En los tres estudios de germinación, para evaluar la capacidad germinativa se colectaron semillas de varios individuos de dos poblaciones y se sembraron en cajas de petri con agar bajo condiciones controladas de luz y temperatura en una cámara de germinación a temperatura constante y con fotoperiodo de 12 h. Se consideró una semilla germinada una vez emergida la radícula. Se registró el porcentaje final de germinación obtenido al

final del experimento (Rojas-Aréchiga 1995; Piña 2000; Trujillo 2002).

Para estimar los niveles de aborto y remoción de frutos se marcaron mensualmente (julio-diciembre, 2003) todas las flores de cada uno de los individuos de una muestra de 120 plantas. A principio de cada mes se marcaron todas las flores y botones florales próximos a abrir (>0.8 cm de diámetro) de cada uno de los individuos. Se registró el desarrollo de frutos a fin de mes y el número de frutos que permanecieron en la planta al siguiente mes de haber sido registrados como frutos. Para evaluar la proporción de individuos reproductivos de la población se registró cada mes (julio-diciembre, 2003) la presencia/ausencia de estructuras reproductivas (botones, flores y frutos; Fotos 4, 5 y 6) en cada una de las plantas de la población (423 plantas) (Carrillo-Angeles datos no publicados).

Carrillo-Angeles (datos no publicados) estimó la diversidad clonal con el empleo de marcadores moleculares (RAPD's). El análisis consistió en determinar los genotipos de 32 plantas focales y de todos los individuos localizados dentro de su área de dispersión de polen (área de 15 m de radio), reportada en un estudio realizado en la misma población por Piña (2000). Como índice de diversidad clonal se usó el valor G/N (sensu Ellstrand y Roose, 1987), donde G es el número de genotipos en una muestra y N el tamaño de la muestra. En el análisis a pequeña escala se determinó el G/N para cada una de las áreas de dispersión de las 32 plantas focales, y a nivel de la población se analizaron los datos en conjunto para obtener



Foto 3. Planta de *Ferocactus robustus*. Foto: Israel Carrillo-Angeles.



Foto 4. Flor de *Ferocactus robustus*. Foto: Hugo Piña.

un valor G/N poblacional. El tamaño de la muestra empleada en el análisis de la diversidad clonal fue de 266 plantas (Carrillo-Angeles datos no publicados).

Impacto de la actividad humana sobre el taxón (1-4)

Este criterio se determinó mediante la observación de presencia de actividad humana en cuatro poblaciones de *Ferocactus robustus*: San Antonio Texcala, Plan de Fierro, Los Reyes Metzontla y San Juan Raya. Los criterios que se emplearon para considerar presencia de impacto humano fueron: presencia de ganado, caminos, casas o campos de cultivo dentro de las áreas ocupadas por las poblaciones de *Ferocactus robustus*. La población de Plan de Fierro corresponde a la estudiada por Carrillo-Angeles (datos no publicados). De este estudio, se muestra evidencia fotográfica del impacto provocado por la apertura de caminos, y se presenta una estimación de la proporción de individuos eliminados por esta actividad. Esta estimación se realizó a partir de un plano de distribución espacial de todas las plantas de la población, trazado antes de la apertura de los caminos. Sobre el plano se trazaron las áreas aproximadas de los caminos abiertos y se contaron todos los individuos dentro de estas áreas para calcular la proporción del total de plantas de la población, que fueron eliminadas (Figura 1).

Resultados

Criterio A

La distribución de *Ferocactus robustus* reportada en la literatura indica que la especie es endémica de la zona de Tehuacán-

Cuicatlán (Bravo-Hollis & Sánchez Mejorada 1991; Arias-Montes *et al.* 1997; Arias-Toledo *et al.* 2001). Más recientemente se reportó la distribución de esta especie hasta los límites del estado de Puebla con el estado de Veracruz (Guzmán *et al.* 2003), pero no se conoce la localización exacta, y no fueron encontrados ejemplares herborizados en las colecciones consultadas.

Considerando los registros de las colecciones y nuestras observaciones en campo, se conoce la localización de 10 poblaciones, de las cuales sólo de cuatro tenemos corroborada su existencia (Cuadro 1).

El análisis GARP indica que el área donde puede distribuirse *Ferocactus robustus* se encuentra restringida al estado de Puebla (Figura 2), en la región comprendida por los alrededores de la ciudad de Tehuacán y el valle de Zapotitlán Salinas. La superficie del área probable de distribución de *Ferocactus robustus* es de aproximadamente 3916 km², la cual corresponde al 0.2% de la superficie total del territorio nacional (1,964,375 km², INEGI). Esta superficie es menor al 5% de la superficie del territorio nacional, por lo que la calificación correspondiente a este criterio es de 4.

Criterio B

De acuerdo con las observaciones realizadas en las 4 poblaciones conocidas y la información sobre el hábitat reportada en los ejemplares herborizados, el tipo de vegetación al que se encuentran asociadas las poblaciones de *Ferocactus robustus* es el matorral xerófilo con crasicaules (Fotos 7 y 8). Los suelos de las zonas donde se ubican las poblaciones son en general calizos,

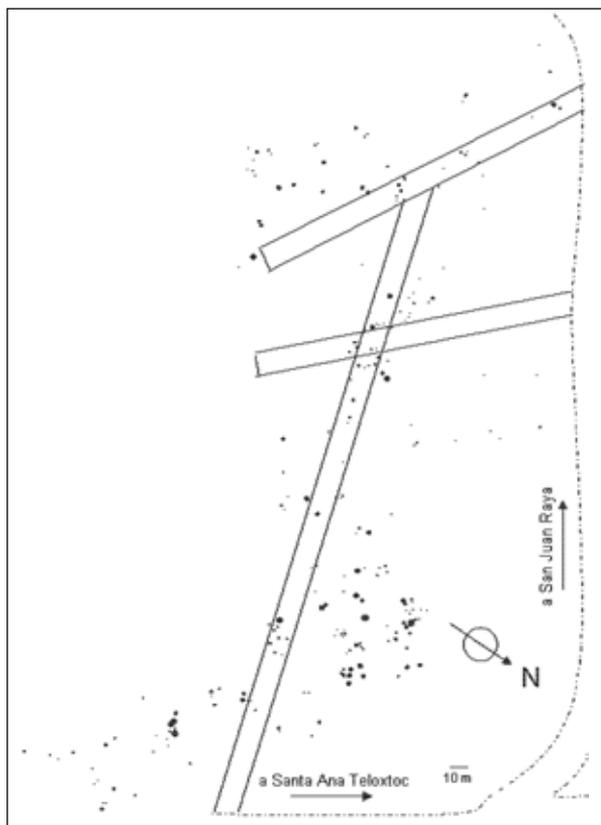


Figura 1. Plano de distribución espacial de los individuos de la población PF. Las áreas rectangulares representan la ubicación de los caminos abiertos durante 2004.

someros y pedregosos (Fotos 9 y 10). A este criterio le asignamos un valor de 2, debido a que las características del suelo indican una alta susceptibilidad a la erosión.

Criterio C.

Los resultados obtenidos por Carrillo-Angeles (datos no publicados) muestran un alto porcentaje de botones florales abortados y de frutos removidos. Durante los 6 meses de registro se siguió el desarrollo de 1018 botones florales, de los cuales sólo el 26% se desarrollaron a fruto (Figura 3a). El porcentaje de frutos que fueron removidos un mes después de haber sido registrados fue de 60% (Figura 3b). El porcentaje del

total de individuos de la población (423 plantas) que fueron reproductivos al menos en uno de los seis meses de estudio fue 46% (Figura 4). Los valores de G/N obtenidos para las 32 áreas de dispersión de las plantas focales indican una gran heterogeneidad en el vecindario genético (Carrillo-Angeles datos no publicados). Los valores de G/N cercanos a 0 indican que los individuos que dentro del área de dispersión de polen de una planta focal tienen el mismo genotipo, mientras que un valor de G/N igual a 1 indica que cada individuo dentro del área de dispersión de polen tiene un genotipo distinto. El número de genotipos encontrados en la muestra fue intermedio resultan-



Foto 5. Fruto de *Ferocactus robustus*. Foto: Mariana Rojas Aréchiga.



Foto 6. Frutos de *Ferocactus robustus*. Foto: Mariana Rojas Aréchiga.

do un valor de G/N para la población de 0.43 (Carrillo-Angeles datos no publicados). Adicionalmente, en esta población no se han observado plántulas ni individuos jóvenes, lo cual sugiere que el reclutamiento vía sexual ha sido nulo desde hace mucho tiempo, fenómeno que ha sido observado en otro trabajo en la misma población (Piña 2000)

Los resultados de germinación obtenidos de tres estudios previamente realizados (Rojas-Aréchiga 1995; Piña 2000; Trujillo 2002) bajo condiciones controladas de la-

boratorio se resumen en el Cuadro 2. Cabe resaltar que el porcentaje de germinación obtenido para esta especie es bajo con respecto a lo reportado para muchas especies de cactáceas (Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes 2000).

La información generada en estos estudios sugiere una alta vulnerabilidad del taxón debido a diversos problemas en la reproducción sexual. A manera de resumen, pocas flores llegan a desarrollarse a frutos y una gran proporción de éstos son removidos de la planta madre,

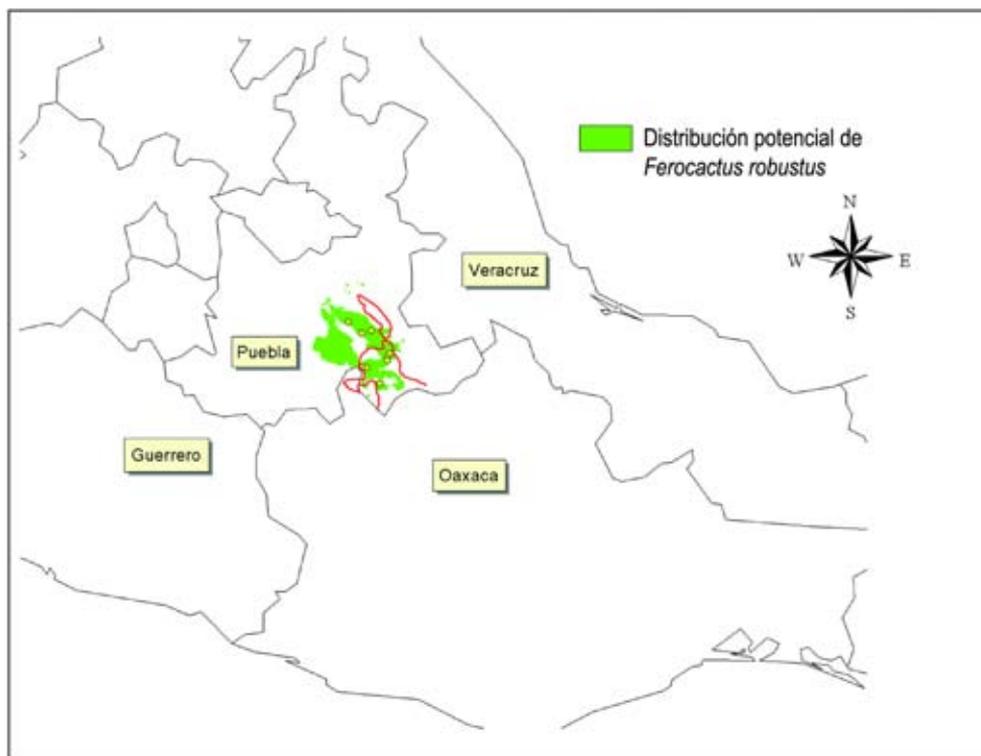


Figura 2. Mapa del área probable de distribución de *Ferocactus robustus* obtenido con el análisis GARP. Los puntos amarillo representan las poblaciones de las cuales existe registro en alguna colección y las poblaciones conocidas por los autores. La línea en color rojo indica los límites aproximados de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán en el estado de Puebla.

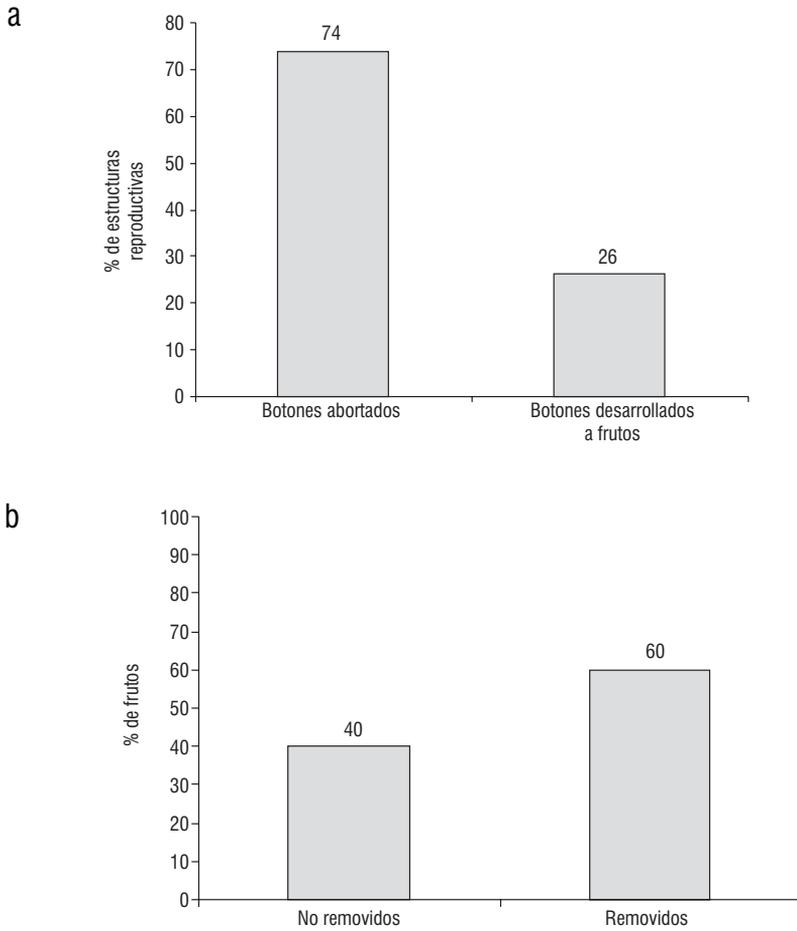


Figura 3a y b. Porcentaje de: a) botones que se desarrollan a fruto y b) de frutos inmaduros removidos (Tomado de Carrillo-Angeles datos no publicados).

en estado de inmadurez. La germinación es en general baja y no se ha observado reclutamiento vía sexual. Finalmente, los resultados moleculares sugieren que el reclutamiento en la especie se lleva a cabo principalmente por propagación clonal, y que existen relativamente pocos genotipos representados en las poblaciones. De acuerdo con lo anterior el

valor que asignamos a este criterio es de 3.

Criterio D.

En las cuatro poblaciones se encontró evidencia de actividades humanas y deterioro de las poblaciones de *Ferocactus robustus*. La población de los Reyes Metzontla (18° 13' N, 97° 29' O) actualmente se encuen-

Cuadro 2. Porcentaje máximo de germinación obtenido para *Ferocactus robustus* bajo dos condiciones de temperatura.

Germinación (%)	Condiciones controladas	Referencia
30	28° C; fotoperiodo 12 h	Piña 2000
45	30 °C; fotoperiodo 12 h	Rojas-Aréchiga 1995
40 (a los 15 días de colecta) 87.8 (a los 278 días de colecta)	28 °C; fotoperiodo 12 h	Trujillo 2002

tra representada por treinta a cuarenta plantas, y el área se encuentra dividida en campos de cultivo. Los individuos se encuentran principalmente en los linderos de los terrenos de cultivo. En la población de San Juan Raya (18° 20' N, 97° 37' O) se observaron algunas plantas a las orillas del camino al poblado de San Juan Raya. La presencia de algunos individuos dentro del área habitada sugiere que esta población era más grande y que varios individuos fueron removidos conforme se fueron construyendo más casas. En la población de San Antonio Texcala (18° 23' N, 97° 26' O) la carretera 125 (Tehuacán-Huajuapán de León) se encuentra a unos pocos metros de su área de distribución, en el tramo San Antonio Texcala-Zapotitlán Salinas.

Hasta finales del mes de enero del 2004, la población de Plan de Fierro (18° 20' N, 97° 35' O) era una de las que presentaba menor impacto por actividades humanas. En el periodo entre enero y agosto del 2004 se construyeron tres brechas de aproximadamente 10 m de ancho dentro del área ocupada por la población de *F. robustus* (Fotos 11a y 11b). Se estima que cerca de 130 individuos de la población PF fueron eliminados durante la apertura de brechas de aproximadamente 10 m de ancho, lo que

representa el 30% del número total de individuos de la población (Carrillo-Angeles datos no publicados).

Con base en la información anterior consideramos que las poblaciones muestran un nivel alto de impacto por actividades humanas, por lo que el valor asignado a este criterio es de 4.

La evaluación de los criterios establecidos en la NOM-059-Semarnat-2001 para el Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER) indican que *F. robustus* debe ser considerada en la categoría de especie en peligro de extinción, ya que el valor total de la sumatoria de los puntajes de los cuatro criterios evaluados es igual a 13.

Discusión

En este estudio evaluamos la distribución de *Ferocactus robustus* y su estatus de conservación con la información generada por los autores y de revisiones de herbario y bibliográficas. La información presentada en este trabajo sustenta la propuesta de incluir a esta especie en la NOM-059-Semarnat-2001, mostrando la alta vulnerabilidad que presentan varias de sus



Foto 7. Aspecto de la vegetación circundante. Foto: Erick García.



Foto 8. Matorral crasicaule. Foto: Erick García.



Foto 9. Aspecto del suelo donde crece *Ferocactus robustus*. Foto: Erick García.



Figura 10. *Ferocactus robustus* creciendo en suelo pedregoso. Foto: Erick García.

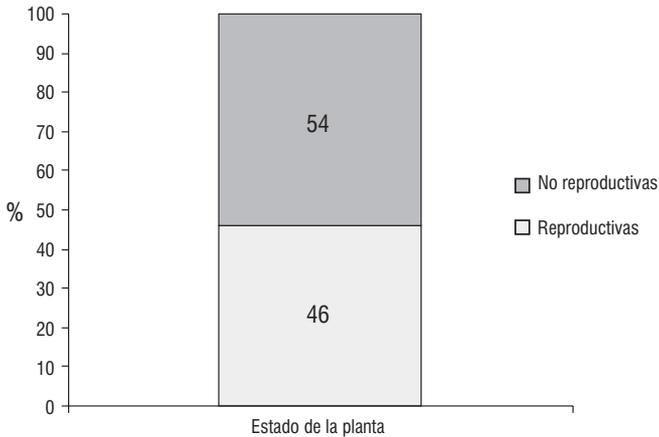


Figura 4. Porcentaje de plantas reproductivas y no reproductivas en la población de Plan de Fierro (Tomado de Carrillo-Angeles datos no publicados).

poblaciones. La información en conjunto revela tres tipos de factores que influyen en el riesgo de extinción de la especie. El primero está relacionado con la distribución de la especie, en el segundo caso están las características intrínsecas a la especie, y en el último los niveles de afectación que muestran las poblaciones por actividades humanas.

En el primer caso, de acuerdo con el análisis GARP, el área probable de distribución de *Ferocactus robustus* se restringe al estado de Puebla, lo cual contrasta con la distribución reportada en la bibliografía, que la sitúa también en la región de Cuicatlán, Oaxaca (Bravo-Hollis & Sánchez Mejorada, 1991; Arias-Montes *et al.* 1997; Arias-Toledo *et al.* 2001), y en los límites del estado de Puebla con el estado de Veracruz (Guzmán *et al.* 2003), lo cual sugiere que la distribución de esta especie puede estar restringida a una superficie menor de la reportada en la literatura, y que es necesario hacer un estudio más amplio para de-

terminar la distribución actual de esta especie. Por otro lado, cabe destacar que más del 50% del área probable de distribución de *Ferocactus robustus* se encuentra ubicada fuera de los límites de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (Figura 2), por lo que la normatividad que protege a las especies dentro del área de la reserva, puede excluir a varias poblaciones de esta especie. Al menos tres poblaciones, de las cuales existe registro se encuentran fuera de la reserva.

En el segundo caso, los estudios indican que el reclutamiento por reproducción sexual presenta varias dificultades, lo cual es mostrado por los bajos porcentajes de germinación reportados para la especie (Rojas-Aréchiga 1995; Piña 2000; Trujillo 2002), los altos porcentajes de aborto de botones y de frutos y de remoción de frutos inmaduros (Piña 2000; Carrillo-Angeles datos no publicados), así como por la ausencia de plántulas que indiquen un reclutamiento vía sexual reciente (Piña

2000; Carrillo-Angeles datos no publicados). Asimismo un valor de G/N de 0.43 (bajo) sugiere un alto reclutamiento clonal (Ellstrand & Roose 1987) lo cual ha sido observado en esta especie. (Carrillo-Angeles datos no publicados; Fotos 12 y 13). Aunado a estos resultados, existe una evaluación de la dispersión de polen (Piña 2000) que sugiere que el flujo genético entre las poblaciones es muy bajo o probablemente nulo, ya que el polen de una planta determinada es transportado a una distancia máxima de 15 metros. La posibilidad de un bajo flujo genético entre las poblaciones es otro factor de riesgo si consideramos la distribución que presentan las poblaciones, las cuales se encuentran separadas unas de otras por distancias mayores a 1 km.

Desafortunadamente no es fácil comparar todo estos datos, debido a que no hay estudios con otras cactáceas con forma de vida cespitosa, como lo es *F. robustus*. No obstante, una parte de la información puede ser comparada. Los bajos porcentajes de germinación de *F. robustus* contrastan con los porcentajes obtenidos para otras cactáceas (Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes 2000; Flores-Martínez & Manzanero-Medina 2003; Martínez-Avalos *et al.* 2004), en las que varía entre 65 y 93%. Aunque se sabe que el reclutamiento mediante reproducción sexual es poco frecuente en zonas áridas (Mandujano *et al.* 1996), varios trabajos registran la presencia de plántulas e individuos jóvenes en varias especies de cactáceas, principalmente debajo de arbustos que sirven como nodrizas (Valiente-Banuet *et al.* 1991; Cody 1993; Mandujano *et al.* 1998;

Leirana Alcocer & Parra Tabla 1999; De Viana *et al.* 2001; Reyes-Olivas *et al.*, 2002), lo cual no se observó en la población de *F. robustus* estudiada por Carrillo-Angeles (datos no publicados). Finalmente, el índice G/N poblacional sitúa a la población de *F. robustus* en niveles altos de clonalidad comparado con las poblaciones de otra cactácea clonal (*Stenocereus eruca*), en la que el índice G/N tiene valores entre 0.80 y 0.86 (Clark-Tapia, *et al.* 2005).

En el último tipo de factores que influyen en el riesgo de extinción de la especie, el impacto provocado por actividades humanas en las poblaciones de *F. robustus*, puede ser mayor de lo que se estima si consideramos las características intrínsecas a la especie que se describieron anteriormente, ya que aspectos como la dispersión de polen y la variabilidad genética pueden estarse modificando por la fragmentación de las poblaciones y la eliminación de plantas. Aunado a esto, es importante mencionar que *F. robustus* es una especie que localmente tiene poca importancia económica comparada con otras cactáceas de la región, lo que la hace más vulnerable durante los desmontes realizados por la gente del lugar. Los habitantes de la zona mencionan su utilización para separar linderos y formar terrazas para retener suelo en los campos de cultivo, y en la literatura se reporta el uso de la semilla para fines alimenticios (Arias-Montes *et al.* 1997).

La evidencia compilada en este trabajo muestra que *F. robustus* es una especie en riesgo y consideramos que la información

a



b



Fotos 11a y 11 b. Vista de uno de los caminos abiertos en la población de *F. robustus* en la localidad de Plan de Fierro. A) antes de la apertura de caminos B) después de la apertura de caminos. Como referencia las flechas señalan el extremo derecho del mismo cerro en ambas fotos. Fotos: Israel Carrillo-Angeles.



Foto 12. Propagación clonal por muerte tisular en plantas de *Ferocactus robustus*. Foto: Erick García.



Foto 13. Propagación clonal por separación de fragmentos de plantas de *Ferocactus robustus*. Foto: Erick García.

es suficiente para sustentar que esta especie debe ingresar a las listas de especies amenazadas y en especial a la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-Semarnat-2001).

Finalmente, es importante mencionar que después de comparar la metodología empleada en la evaluación del Método de Evaluación de Riesgo (MER) para otras especies de cactáceas consideramos existe una gran heterogeneidad (p. ej. Hernández-Martínez *et al.* 2002; Martínez-Avalos *et al.* 2004; Flores-Martínez *et al.* 2005). La heterogeneidad observada en los métodos empleados para realizar un MER y en la información que se usa para sustentar el mismo, se debe a varios factores. En primer lugar, gran parte de la información empleada proviene de estudios cuyo objetivo es distinto al de evaluar el estatus de conservación de una especie determinada. En segundo lugar, desconocemos la distribución real de un gran número de especies, la existencia de muchas de sus poblaciones y el nivel de deterioro que estas enfrentan. Por otro lado, debido a la complejidad y la alta variación en el comportamiento de las especies y a la dificultad para identificar los principales factores ambientales que influyen en dicho comportamiento, resulta difícil establecer criterios concretos para hacer las evaluaciones iguales, ya que cada especie presenta atributos diversos, y la información necesaria para tener un panorama completo sólo puede ser obtenida en estudios a largo plazo. Este último punto resulta altamente restrictivo en la valoración del estatus de conservación de muchas especies, ya que el deterioro de sus poblaciones por actividades hu-

manas generalmente es más rápido que la obtención de información en función de la cual se pueden establecer medidas de manejo y conservación adecuadas. Más aún, el deterioro por actividades humanas que muestran muchas poblaciones de distintas especies impiden realizar evaluaciones de sus características biológicas. En este sentido, el punto de partida para establecer el estatus de conservación de una especie en particular puede estar enfocado al conocimiento del mayor número posible de poblaciones y a la evaluación del riesgo que enfrentan por actividades humanas, y en función de estos factores dar prioridad a otro tipo de estudios en aquellas especies que enfrenten mayor riesgo.

Literatura citada

- Arias Montes, S.; Gama López S. & Guzmán Cruz, L.U. 1997. *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Fascículo 14. Instituto de Biología, UNAM, México.
- Arias Toledo, A.A.; Valverde Valdéz, M.T. & Reyes Santiago, J. 2001. *Las plantas de la Región de Zapotitlán Salinas, Puebla*. Instituto Nacional de Ecología-Semarnat y UNAM, México.
- Bravo-Hollis, H. & Sánchez-Mejorada, H. 1991. *Las Cactáceas de México*. UNAM, México.
- Clark Tapia, R.; Alfonso Corrado, C.; Eguiarte, L.E. & Molina, F. 2005 Clonal diversity and distribution in *Stenocereus eruca*, a narrow endemic cactus of the Sonoran desert. *American Journal of Botany*. **92**:272-278.
- Cody, L. M. 1993. Do cholla cacti (*Opuntia* spp. Subgenus *Cylindropuntia*) use or need nurse plants in the Mojave Desert? *Journal of Arid Environments* **24**:139-154.

- De Viana, M.L. & Manly, B.F.J. 2001. Application of randomization methods to study the association of *Trichocereus pasacana* (Cactaceae) with potential nurse plants. *Plant Ecology* **156**:193-197.
- Ellstrand, N.C. & Roose, M.L. 1987. Patterns of genotypic diversity in clonal plant species. *American Journal of Botany*. **74**:123-131
- Flores-Martínez, A. & Manzanero Medina, G. I. 2003. Germinación comparativa de especies del género *Mammillaria* endémicas de Oaxaca, México. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* **2**:36-51.
- Flores-Martínez, A. & Manzanero Medina, G.I. 2005. Método de Evaluación de Riesgo de extinción de *Mammillaria huitzilopochtli* D. R. Hunt. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* **50**:15-26
- Guzmán, U., S. Arias & Dávila, P. 2003. *Catálogo de Cactáceas Mexicanas*. UNAM y Conabio, México.
- Hernández-Martínez, M.M. & Sánchez-Martínez, E. 2002. Informe de una nueva localidad de *Mammillaria mathildae* y una propuesta para modificar su categoría legal de conservación. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* **47**:4-10
- Krebs, J. C. 1999. *Ecological Methodology*, Second edition. Addison Wesley Longman, Inc. U.S.A. 620 p.
- Leirana-Alcocer, J. & Parra-Tabla, V. 1999. Factors affecting the distribution, abundance and seedling survival of *Mammillaria gaumeri*, an endemic cactus of coastal Yucatan, México. *Journal of Arid Environments* **41**:421-428
- Mandujano, M.C.; Montaña, C. & Eguiarte, L.E. 1996. Reproductive ecology and inbreeding depression in *Opuntia rastrojera* (Cactaceae) in the Chihuahuan desert: Why are sexually derived recruitments so rare?. *American Journal of Botany* **83**: 63-70
- Mandujano, M.C.; Montaña, C.; Méndez, I. & Golubov, J. 1998. The relative contributions of sexual reproduction and clonal propagation in *Opuntia rastrojera* from two habitats in the Chihuahuan desert. *Journal of Ecology* **86**:911-921.
- Martínez-Avalos, J.G.; Mandujano, M.C.; Golubov, J.; Soto, M. & Verhulst, J. 2004. Análisis del Método de Evaluación de Riesgo (MER) del "Falso Peyote" (*Astrophytum asterias* (Zucc) Lem.) en México. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* **49**:118-127.
- Piña, H.H. 2000. *Ecología reproductiva de Ferocactus robustus en el Valle de Zapotitlán Salinas, Puebla*. Tesis de Maestría. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN. México D.F.
- Reyes-Olivas, A.; García-Moya, E. & López-Mata, L. 2002. Cacti-shrub interactions in the coastal desert of northern Sinaloa, México. *Journal of Arid Environments* **52**: 431-445.
- Rojas-Aréchiga, M. 1995. *Estudios sobre la germinación de cactáceas del Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla*. Tesis de Maestría. UNAM, México, D.F.
- Rojas-Aréchiga, M. & Vázquez Yanes, C. 2000. Cactus seed germination: a review. *Journal of Arid Environments* **44**:85-104.
- Scachetti-Pereira, R. 2001. Desktop GARP ver 1.1.3, software on line. The University of Kansas, USA. <http://www.lifemapper.org/desktopgarp/>.
- Trujillo, A. 2002. *Germinación y establecimiento de Ferocactus robustus*. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN.
- Valiente-Banuet, A.; Vite, F. & Zavala-Hurtado, J. 1991. Interaction between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse shrub *Mimosa luisiana*. *Journal of Vegetation Science* **2**:11-14.

Aprovechamiento del nopal silvestre *Opuntia fuliginosa* Griffiths en el municipio de Autlán de Navarro, Jalisco

Puente Ovalle, Pedro¹ & Miranda Medrano, Roberto¹

Resumen

En la región de la costa sur del estado de Jalisco existe una gran diversidad de especies silvestres, por mencionar algunas; calabaza (*Cucurbita* spp.), tomate silvestre (*Lycopersicum* spp.), maíz (*Zea* spp.), tomate de cáscara (*Physalis* spp.) y el nopal silvestre o “nopal de cerro” (*Opuntia fuliginosa*). Este último se localiza en pendientes altas y bajas del municipio de Autlán, de esta planta se aprovechan las partes vegetativas o nopalitos a través de corte por los recolectores que lo utilizan para el autoconsumo y comercialización en el mercado y calles de este municipio. El ingreso de la venta mejora la economía familiar de algunas familias, sin embargo, no existe una cultura de establecimiento de nuevas plantaciones, motivo por el cual existe el riesgo de desaparición de esta planta por diversos factores como cambio del uso del suelo, senectud, plagas y enfermedades. Los nopalitos se utilizan como alimento, medicina y como combustible para el campesino.

Palabras clave: Aprovechamiento, comercialización, cosecha, *Opuntia*, propagación, recolección.

Abstract

A large diversity of wild plant species are used for human consumption can be found in the south coastal region of the state of Jalisco (e.g. squash *Cucurbita* spp.), wild tomato (*Lycopersicum*), maize (*Zea* spp.) and the wild prickly pear (*O. fuliginosa*). *O. fuliginosa* is found in low areas and steep slopes of the municipality of Autlán. The vegetative portions of this species are commonly used for self-consumption and local marketing. The income gained by the sale of *O. fuliginosa* improves the economy of some families, however there is no incentive to generate managed artificial populations that can be exploited intensively. As all the products are taken from wild populations these are under pressure by land use changes, senescence, pests and diseases. Vegetative portions of this species or “nopalitos” are used as food, medicine and fuel.

Key word: Commercialization, harvesting, *Opuntia*, propagation, recollection, utilization.

Introducción

En los últimos años ha ocurrido un deterioro notable de las zonas boscosas del occidente de México, debido a la sobreexplotación de los recursos naturales renovables para

cubrir las necesidades de la población (Pimienta 1999). Muchas especies de nopalaras de zonas áridas, han sobrevivido al medio a través de adaptaciones para resistir la sequía (Granados & Castañeda 1991) y porque son un recurso constante para los po-

¹ Departamento de Producción Agrícola, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. Independencia Nacional 151, Autlán de Navarro, Jalisco. C.P. 48900 Teléfono: (317) 38 25010 ext. 7135 email: puente@cucsur.udg.mx y rmiranda@cucsur.udg.



Foto 1. Planta de nopal (*Opuntia fuliginosa* Griffiths) en Autlán, Jalisco. Foto: Pedro Puente Ovalle.

bladores. En la región de la costa sur existen especies silvestres que son usadas en la alimentación de los habitantes y también son sujetas a la recolección y venta para generar recursos económicos, por ejemplo el bone-te (*Jacaratia mexicana*), ciruelo silvestre (*Spondias* spp.), copalcojote (*Cytocarpa procera*), agilote (*Vitex mollis*), anona (*Annona reticulata*), parota (*Enterolobium cyclocarpum*), zapote blanco (*Casimiroa edulis*), pitaya (*Stenocereus queretaroensis*) y el nopal de cerro (*Opuntia fuliginosa* Griffiths) (Foto 1). Ventura (1977) menciona que el nopal crece abundantemente en terrenos pedregosos, sembrados desordenadamente. Para los habitantes de las zonas desérticas y semidesérticas, el nopal se utiliza en la alimentación humana y en la alimentación del ganado (Molina 1991). El cultivo del nopal en zonas semiáridas, ha surgido como una necesidad del agricultor para buscar alternativas de menor riesgo ante las condiciones climáticas fluctuantes que prevalecen, y que causan pérdidas totales o parciales en los cultivos agrícolas tradicionales (Pimienta 1990). La falta de recursos hace que los habitantes de las regiones áridas y semiáridas utilicen la vegetación natu-

ral en donde solo unas cuantas especies son objeto de explotación intensiva con fines de comercio e industrialización (Rzedowski 1994).

Fuera de México es mínimo el uso de los nopales como verdura. La falta de popularidad se debe en parte a la falta de familiaridad en la preparación de éstos y a la ausencia de material fresco durante todo el año, aunque la preservación del nopal verdura se puede incrementar a 30 días mediante refrigeración (Nobel 1998). La recolección de los nopalitos por los campesinos se realiza para el autoconsumo y para la comercialización como fuente de



Foto 2. Poblaciones del nopal silvestre en la delegación de El Chante, municipio de Autlán. Foto: Pedro Puente Ovalle.

ingresos. El consumo de éstos por los habitantes de Autlán es importante ya que lo incluyen en su dieta alimenticia y medicinal. Sin embargo, hay poca información sobre esta especie y sobre los factores que están influyendo en su desaparición continua, motivo por el cual se realiza este estudio. En esta región *Opuntia fuliginosa* es conocido como nopal de cerro, nopal silvestre o nopalitos (ya procesado).

Sitio de estudio

El municipio de Autlán con 962.30 km² cuadrados se localiza en la región suroeste del estado (19°34'30" a 19°53'45" N y 104°07'00" a 104°27'35" O, 900 msnm). Los suelos en el valle de Autlán están clasificados como feozem puros o asociados con vertisol, fluvisol y gleysol donde alcanzan una profundidad promedio superior a los 100 cm, lo que hace factible el uso de maquinaria pesada y barbecho profundo (Martínez & Pérez 1994). Existen tres diferentes tipos de vegetación: 1) Bosque tropical caducifolio con especies arbóreas no espinosas, (e.g. *Lysiloma acapulcense*, *L. microphyllum*, *Leucaena esculenta*, *Bursera penicillata*, *Ziziphus mexicana*, *Guazuma ulmifolia*), 2) Bosque tropical subcaducifolio (*Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Ficus glabrata* y *Ceiba pentandra*) y 3) Matorral subtropical, (*Acacia farnesiana*, *Acacia macilenta* y *Prosopis laevigata*; Foto 2).

Descripción taxonómica del nopal silvestre (*Opuntia fuliginosa* Griffiths)

Planta arbustiva a arbórea de 1.5 a 4 m de alto, tronco bien definido con corteza negra. Artículos aplanados a abovados, de 24 cm de largo y 16 cm de ancho, verde cla-

ro, algunas ocasiones toman un matiz oscuro producido por el crecimiento de un hongo; epidermis glabra, lustrosa; hojas subuladas acuminadas de 8 a 12 mm de largo. Aréolas elípticas, abovadas, algo elevadas, de 5 a 10 series, distantes entre sí de 3 a 5 cm, con fieltro marrón y borde con fieltro compacto blanco-grisáceo; glóquidas de 3 a 4 mm de largo, amarillas a ligeramente morenas. Espinas aciculares, divergentes, recurvadas, algunas con la base aplanada, con menos de 2 cm de largo, en algunas plantas las espinas son de casi 3 cm de largo, en número de 2 a 4, de blancas a marrón, la punta y base traslúcida, con el tiempo se vuelven de grises a negruzcas y aumentan en tamaño y número. Flores de 5 a 7 cm de largo y de 4 a 6 cm de diámetro en la anthesis, amarillas; segmentos externos espatulados, amarillos con la punta rojiza, con línea central más oscura; pericarpelo subgloboso a abovado, con escasas espinas muy delgadas y caducas. Frutos redondeados a obpiriformes, de 4 cm de largo, rojizos; pericarpelo con numerosas aréolas con fieltro blanquecino a marrón claro, glóquidas abundantes amarillas; semillas reniformes, blanco-marrón, de 4 mm de largo (González *et al.* 2001).

Área de distribución

En México *O. fuliginosa* está reportada para Colima, Jalisco, Michoacán y Morelos. En Jalisco tiene una amplia distribución, se encuentra en los municipios de Acatic, Autlán, Arandas, Chapala, Cocula, Cuquío, Cuautitlán, El Grullo, El Limón, Jocotepec, San Martín Hidalgo y Tequila. Habita en bosque tropical caducifolio, subcaducifolio, bosque de pino y encino, matorral xerófilo y pastizales (González *et al.* 2001). Se con-

sultaron diversos ejemplares del Herbario ZEA del Centro Universitario de la Costa Sur ubicado en Autlán, colectados por: Santana y Lomes 6064, De Niz y Robles 48 y De Niz *et al.* 61.

Trabajo de campo

La investigación se realizó en el municipio de Autlán, Jalisco a través de prospecciones de campo a las poblaciones de *Opuntia fuliginosa* existentes en comunidades y delegaciones del municipio estableciéndose 18 sitios para la toma de datos. Dentro de cada sitio se registraron coordenadas y altitudes con el apoyo de un Geoposicionador satelital (GPS), y se observó si existían plantas de nopal silvestre y el estado fitosanitario, así como el estado del terreno. También se realizaron una serie de entrevistas a recolectores y consumidores que tienen residencia en el municipio de Autlán, que recolectan, comercializan y además consumen en diferentes formas los nopalitos. Además se estableció una plantación de nopal silvestre en el terreno denominado el cristiano a 2 km de la población de Autlán siguiendo la metodología que usan en la región.

Resultados

Propagación de nopal

Selección y corte de pencas o cladodios. El primer paso es la selección de una población adulta de nopal para el corte de cladodios, los cuales se encontraron de manera abundante en las localidades de La Noria, Chiquihuitán y El Chante, libres de plagas y enfermedades. Para hacer una plantación se cortan las pencas maduras y de tamaño adecuado durante los meses de

mayo y junio. Esto para que al momento de plantarse la penca tenga suficientes reservas para soportar las temperaturas y el estrés durante el proceso de enraizamiento y por la proximidad de la temporada de lluvias. Las pencas se cortan en la base para que exista una cicatrización adecuada, se colocan en cartones u otro recipiente para ser trasladadas al lugar de plantación, colocando cartón entre las pencas para evitar que se dañen. La preparación del terreno se realiza de manera manual, además de remover la vegetación secundaria, se quitan las piedras que dificultan la plantación y el terreno se cerca con alambre de púas para impedir el paso de ganado vacuno o caprino que pueda dañar las pencas ya plantadas.

Siembra. Antes de proceder a plantar las pencas se desinfectan con una mezcla de un fungicida (Cupravit), diluido en agua en una cubeta de 20 litros. Las pencas se siembran con una distancia de 1 ó 2 m entre plantas y entre surcos. Para la siembra se realiza un corte ligero para impregnarla con una hormona de enraizamiento (Radix 1500). En condiciones naturales, *O. fuliginosa* puede propagarse de manera natural por la caída de pencas.

Recolección

La recolección de nopalitos de *Opuntia fuliginosa* Griffiths se realiza de manera manual en los cerros del municipio de Autlán, desde el mes de marzo al mes de agosto. Cuando los nopalitos están tiernos y tienen el tamaño de 15 a 25 cm de largo y 10 a 15 de ancho son muy demandados por la población por su consistencia y sabor. Los campesinos que viven en las comunidades,



Foto 3. Comercialización de nopalitos y otros productos en locales fijos en el mercado Juárez en Autlán, Jalisco.

delegaciones o en Autlán, acuden a las poblaciones de nopal para cosechar los nopalitos.

Comercialización

Entre las personas que recolectan, consumen y comercializan el nopal de cerro según las entrevistas se definen en varias categorías: i) Los que recolectan el nopal para consumo familiar, los cuales acuden a los cerros cercanos a su vivienda acompañados por algún miembro de su familia, recolectan los nopalitos, le quitan las espinas, lo cortan en trozos pequeños y los ponen a cocer agregándole algunos pedazos de cebolla para que “tome sabor”, ii) Los que recolectan el nopal en pocas cantidades y lo comercializan en la población rural y urbana, quienes acuden a los cerros dos o tres veces por semana, cortan los nopales de la misma manera, les quitan las espinas y los venden enteros en bolsas de plástico a la población yendo de casa en casa, y iii) Los que recolectan el nopal en grandes cantidades y lo venden en el mercado y calles, estos tienen su vivienda en la delegación de El Corcovado, población cercana a Autlán, siendo como 15 familias que se dedican a esta actividad, recolectan

el nopal en los cerros cercanos a su población, haciéndose acompañar por familiares y cuando se escasea el producto se trasladan a los municipios de Unión de Tula o Ayutla para recolectarlo, lo colocan en costales y lo trasladan a su vivienda, en donde le quitan las espinas, lo cortan en trozos pequeños, una parte de estos la empaacan en bolsas de plástico con un peso aproximado de un kilo y otra la cuecen, lo llevan ya cocido en un recipiente de plástico. También lo comercializan en otros municipios cercanos donde algunas personas ya tienen un puesto fijo en el mercado y otras lo ofertan colocando su producto en una caja de madera en puestos ambulantes afuera del mercado ahí lo venden a razón de 5 a 10 pesos la bolsa de nopal crudo con un peso de un kilo y de 4 a 6 pesos la taza de nopal ya cocido (Foto 3). Los recolectores tienen un ingreso de la venta de su producto de \$300 a \$400 diarios, haciendo la aclaración que venden el nopal de cerro la mitad del año (seis meses), los demás meses del año venden el nopal de casa (*Opuntia cochenillifera*) y además venden otros productos (panelas y quesos, tamales colados, ahuilotes cocidos y semillas de parotas cocidas).

En comunidades de Chiquihuitán, Ayutita, La Noria, Mezquitán, Tecamatlán, Bellavista, El Chacalito y en las delegaciones de El Corcovado, Ahuacapán y El Chante (Figura 1) se observó la presencia de nopal de cerro en los solares o patios de las casas. Para su cultivo en ocasiones se le aplica estiércol de bovino como fertilizante, lo que permite la producción de nopalitos, utilizados para el consumo familiar dos o tres veces por semana.

También se encontró la presencia de otros nopales silvestres, “venadilla” (*Opuntia karwiskiana*), nopal blanco (*Opuntia atropes*) que se utilizan en menor grado para consumo familiar. Otro nopal cultivado en Mezquitán, Ayutita y en El Corcovado, es el “nopal de casa” (*Opuntia cochenillifera*) el cual es comercializado en la época en que no hay nopal de cerro.

Discusión

Opuntia fuliginosa se encuentra abundantemente en los siguientes sitios: Casa de Piedra, La Noria, Tecamatlán y El Chante y en menor existencia en Mezquitán, El Corcovado, Ahuacapán, Ayutita, Rincón de Luisa, Lagunillas del municipio de Autlán, asimismo González *et al.* (2001) la reporta en El Grullo, El Limón, Cuautitlán, Cocula, Arandas, Chapala y San Martín Hidalgo en el estado de Jalisco.

La recolección manual de los nopalitos se realiza en Autlán por los recolectores en enero y febrero cuando los nopales tienen de 15 a 25 cm de largo, para después quitarle las espinas, cortarlo en porciones y empaclarlo en bolsas de plástico o cocerlo

para su comercialización o consumo. Flores citado por Barbera *et al.* (1999) menciona que los cladodios deben cosecharse a los 30 ó 60 días después de brotar, cuando pesen entre 80 y 120 gramos y tengan de 15 a 20 cm de largo. Algunos productores cosechan jalando y dándole vuelta a los nopalitos, lo cual puede producir daños y pudriciones a la planta.

La comercialización de los nopalitos cortados o cocidos es realizada por los recolectores en las calles y mercado de la ciudad de Autlán o en otros municipios generando un ingreso económico significativo que ha representado para algunos tener mejores condiciones de vida. Flores (citado por Barbera *et al.* 1999), menciona que en San Luis Potosí los nopalitos de *O. robusta* Wendl, se recolectan, se limpian, se pesan y empaican en arpilleras para ser transportados a mercados donde son vendidos en fresco a cinco empresas de San Luis Potosí para ser procesadas, empacadas y exportadas o enviadas al mercado nacional.

El aprovechamiento de los nopalitos por los habitantes de Autlán, es a través de la preparación de diferentes maneras para la alimentación humana, también se utiliza en la medicina para el control de diabetes, en el estreñimiento digestivo, se utiliza ya seco en la cocción de alimentos y en algunos casos para la construcción de viviendas. Flores (citado por Barbera *et al.* 1999), menciona que su uso es como fruta, hortaliza y forraje; cercos para casa, jardín y parcela agrícola; protección del suelo; planta medicinal; materia prima para la fabricación de cosméticos y a nivel ex-

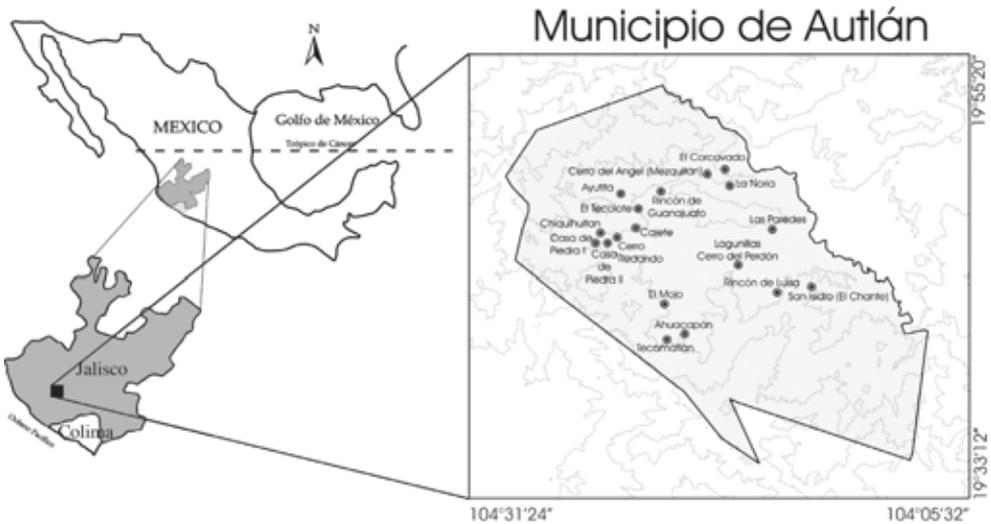


Figura 1. Poblaciones de nopal silvestre (*Opuntia fuliginosa* Griffiths) en el municipio de Autlán

perimental se ha obtenido fructosa, pectina, colorante, etcétera. También se utiliza la grana cochinilla, insecto que se alimenta en los tallos y es usado como colorante rojizo. Melgarejo (2000) menciona que el nopal de verdura es utilizado por la población mexicana desde la época prehispánica; al quitarle las espinas se consume en sopas, cremas, guisados, ensaladas, postres, bebidas y productos industrializados.

Las plagas son un factor importante para la desaparición de los nopales en Autlán, no se ha encontrado hasta la fecha un control de éstas, motivo por lo cual siguen los daños en las nopaleras silvestres, las plagas que causan daño son: el picudo barrenador (*Cactophagus spinolae*), chinche gris (*Chelinidea tabulata*), gallina ciega (*Phyllophaga* sp.)

y cochinilla o grana (*Dactylopius indicus*), la cual se encontró únicamente en la comunidad de Tecomatlán y aunque el nombre de esta ciudad se debe a este insecto es casi nula su existencia. Medina (2000) manifiesta que en Autlán se hacen intentos aislados para rescatar el cultivo de la cochinilla o grana e inclusive llegar a su industrialización. Se realizó el control de las plagas con la aplicación de un insecticida biológico (Bio-Bit), jabón en polvo o con la aplicación de un fungicida (Cupravit). Pimienta (1990) menciona que los trabajos de investigación sobre plagas y enfermedades del nopal han sido aislados y en su mayoría descriptivos sobre los principales parásitos que afectan el nopal. Todas las poblaciones de nopal se encuentran en bosque tropical caducifolio con diferentes grados de perturbación antropogénica.

Los cultivos tradicionales aún utilizados son: maíz, calabaza, pepino y recolección de pitayas (*Stenocereus queretaroensis*) en los meses de abril y mayo. La destrucción de áreas cubiertas de vegetación, para utilizarlas como coamiles, el cambio de uso del suelo, la incorporación de nuevos cultivos de agave azul (*Agave tequilana* Weber), el sobrepastoreo, la sobreexplotación, plagas y enfermedades, erosión continua de los cerros y la senectud, están influyendo en la desaparición del nopal silvestre.

Agradecimientos

Al Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara por su apoyo económico en la realización de esta investigación, al Dr. Enrique García Flores por sus observaciones y de manera especial a la compañera Raquel Álvarez Rodríguez por su apoyo constante en la revisión de esta publicación.

Literatura Citada

Castañeda, J. H. F., 1988. *Jalisco en México*. Gobierno del Estado de Jalisco. México.

Gobierno del estado de Jalisco, 1992. *Enciclopedia temática de Jalisco*, tomo VIII municipio 1.

González, D. A., Riojas. L. M. E., & Arreola. N. H., 2001. *El genero Opuntia en Jalisco*. Universidad de Guadalajara. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D. F. México.

Granados, S. D., & Castañeda, P.A.D. 1991. *El nopal historia, fisiología, genética e importancia frutícola*. Editorial Trillas. D. F., México.

Flores, V. C. A., 1999. Producción, industrialización y comercialización de nopalitos, páginas

97-105. En: *Agroecología, cultivo y usos del nopal*. Editorial. FAO.

Martínez, B. H., & Pérez, M. M., 1994. *Características físicas del valle de Aulán*. Estudios Jaliscienses, Colegio de Jalisco, México.

Medina, L. E., 2000. *Crónicas de Aulán de la Grana, Jalisco*. Editorial Universidad de Guadalajara, México.

Melgarejo, M. P., 2000. *Tratado de fruticultura, para zonas áridas y semiáridas*. Editorial Mundi-Prensa.

Molina, G. J., 1991. *Recursos agrícolas de zonas áridas y semiáridas de México*. Colegio de Postgraduados Chapingo, México.

Nobel, S. P., 1998. *Los incomparables agaves y cactus*. Editorial Trillas, México.

Pimienta, B. E., 1990. *El nopal tunero*. Editorial Universidad de Guadalajara, México.

Pimienta, B. E., 1999. *El pitayo en Jalisco y especies afines en México*. Editorial Universidad de Guadalajara, Fundación Produce Jalisco A C.

Puente, O. P., 1998. *Caracterización del sistema de producción del pitayo silvestre (Stenocereus queretaroensis Weber Buxbaum) en el municipio de Aulán de Navarro, Jalisco*.

Rzedowski, Z., 1994. *Vegetación de México*. Editorial Limusa, Noriega Editores. D. F., México

Santana, M. F. J., Guzmán. H. L., & Sánchez. R. E. V., 1993. *Listado florístico del municipio de Aulán de Navarro, Jalisco*, México, Inédito.

Vázquez, G. A. J.; Cuevas, R.; Cochrane, G. T.; Iltis, S.H.; Santana, H. F. J. & Guzmán M. L. 1995. *Flora de Manantlán*, Editorial Universidad de Guadalajara-IMEC BIO- University of Wisconsin- Madison Mexico.

Ventura, B. J., 1977. *Estudio socioeconómico del estado de Baja California Norte y del cultivo del nopal*. Tesis de Licenciatura, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México.

Villaseñor, R., 1988. *Aulán*, Gobierno del Estado de Jalisco. México.

Recibido: Julio 2004, aceptado: Abril 2005.
Received: July 2004, accepted: April 2005.



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

La “liendrilla”, *Astrophytum ornatum*, es una planta toneliforme de hasta 160 cm de altura y 30 cm de diámetro. Su tallo presenta de 5 a 8 costillas agudas y espiraladas de color verde claro grisáceo, con pequeños puntos blancos llamados estigmas, constituidos por tricomas, especialmente abundantes en los individuos juveniles. Sus areólas distan entre sí de 1.5 a 2.5 cm y presentan de una a dos espinas centrales y de 6 a 10 radiales. Sus flores infundibuliformes de 5 a 7 cm de longitud y de color amarillo canario. Sus frutos de 2.5 a 3 cm de longitud son globoso-alargados, escamosos, longitudinalmente dehiscentes y contienen alrededor de 30 semillas de 2.5 a 3 mm de longitud con testa negra y brillante. Sus flores requieren la visita de insectos para ser polinizadas, aunque también resultan ser un recurso muy apreciado para otros insectos que actúan como depredadores, como los saltamontes, quienes consumen estambres, estigmas y pétalos de las flores (Bravo-Hollis y Sánchez Mejorada 1991. *Las Cactáceas de México*). La especie es endémica de México, sus poblaciones están en los estados de San Luis Potosí, Aguascalientes, Querétaro e Hidalgo (Bravo-Hollis y Sánchez Mejorada 1991. *Las Cactáceas de México*; Guzmán *et al.* 2003, *Catálogo de Cactáceas Mexicanas*). En la Barranca de Metztitlán crece sobre suelos calizos, acompañada de *Cephalocereus senilis* y *Turbinicarpus horripilus*. Sus poblaciones se localizan principalmente en los alrededores del poblado de Metztitlán (Jiménez-Sierra y Reyes-Santiago. 2003. *Metztitlán: Lugar de la luna y de las maravillas*). Es una planta con alto valor ornamental y sus poblaciones se han reducido por colecta directa y destrucción de su hábitat. La especie está amenazada (Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat-2001). La preservación del hábitat de *A. ornatum*, beneficiaría a especies como *C. senilis* y *T. horripilus*, que también requieren protección.

Texto: Jiménez-Sierra, Cecilia L.;¹ Rocha-Huerta, César G.^{1,2} y Mendoza-Moreno Samantha.^{1,2} Foto: Matías-Palafox, Ma. Loraine¹

¹ Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Iztapalapa, C.P. 09340. México D.F. Correo electrónico: ceci@xanum.uam.mx

² Jardín Botánico, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Correo electrónico: cbs204382969@xanum.uam.mx