

Desaparición de una población de *Ariocarpus retusus* Scheidw. por la destrucción de su hábitat en Miquihuana, Tamaulipas, México

Arroyo-Cosultchi Gabriel¹*, Cárdenas Ramos Diana², Martínez-Ramos Marisol¹
& Hernández Ávila Stefanie¹

Resumen

La familia Cactaceae encabeza las listas rojas de especies en peligro de extinción. Las causas incluyen aspectos intrínsecos al taxón como su lento crecimiento y bajas tasas de reclutamiento de nuevos individuos, y las actividades humanas como la extracción ilegal, el cambio de uso de suelo y la destrucción del hábitat. En el 2013 se visitó una población de *Ariocarpus retusus* en una localidad cercana al poblado de Miquihuana, Tamaulipas, México para hacer un estudio de la reproducción y el daño de herbívoros a las flores (florivoría). En un sector de la población se marcaron y midieron 1605 individuos, la densidad encontrada fue de 5.33 ind/m², de la población total el 18% eran individuos reproductivos. A principios de 2014 se visitó nuevamente el sitio con el propósito de evaluar el éxito en la producción de frutos, sin embargo el sitio había sido totalmente arrasado. Desafortunadamente, la destrucción del hábitat es la primera causa de destrucción de la biodiversidad en el mundo, y las cactáceas comparten esta grave situación; el daño registrado para *A. retusus* con más de 2,000 plantas aplastadas junto con toda la flora y fauna acompañante por la destrucción de su hábitat es irreversible, por lo que no hay manera de rescatar a esta población.

Palabras Claves: Cactáceas amenazadas, cambio de uso de suelo, destrucción de hábitat, peligro de extinción.

Abstract

Cactaceae family head lists of red and endangered species, where the factors are both intrinsic to the taxon such as slow growth rates low recruitment of new individuals and extrinsic, especially those related to human activities, namely illegal harvesting, land conversion and loss of habitat. In 2013, a population of *Ariocarpus retusus* was visited close to the town of Miquihuana, Tamaulipas, Mexico, to study their reproductive biology as well as florivory. In a portion of the population we tagged 1,605 individuals giving a density of 5.33 ind/m², of which 18% were reproductive. At the beginning of 2014, we revisited the site to establish the reproductive success and found a completely destroyed population. Unfortunately the loss

¹Laboratorio de Ecología, Sistemática y Fisiología Vegetal, Depto. EL Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, 04960 Coyoacán, México D.F. México.

² Lab. Ecología y Genética. Depto. Ecología de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), 70-275 México, D.F., México.

* Autor de correspondencia: gcosultchi@gmail.com

María C. Mandujano



FOTO 1. Características florales de la especie *Ariocarpus retusus*. Corola blanquecina con una línea media rojiza, estambres amarillentos y estilo blanco. Presencia de lana, flores y botones en la zona apical.

L. Stefanie Hernández.



FOTO 2. Individuo de *Ariocarpus retusus* marcado con chaquiras de cristal.

of habitat is the main cause for the loss of biodiversity worldwide, and the Cactaceae are no exception. The damage done to this population of *A. retusus* of more than 2,000 individuals with the accompanying flora and fauna is basically irreversible, so any attempt at restoring the population is not viable.

Key words: Cactaceae, extinction, habitat loss, threatened species.

Introducción

La importancia de realizar estudios demográficos enfocados a la conservación de cactáceas, los cuales nos permiten comprender la dinámica poblacional y aspectos de historia de vida de estas especies (Godínez-Álvarez *et al.* 2003), surge de la necesidad de conocer sobre este grupo de plantas amenazado a causa de factores como: la destrucción y modificación de su hábitat (Arias *et al.* 2005); la sobrecolecta, que afecta la estructura de tamaños de las poblaciones principalmente cuando se sustraen plántulas o juveniles (Godínez-Álvarez *et al.* 2003).

La gran mayoría de las especies de la familia Cactaceae presenta numerosos requerimientos biológicos y ecológicos que las hacen un grupo vulnerable, como el lento crecimiento y escaso reclutamiento que se reflejan en un restablecimiento demográfico lento después de un evento de perturbación (Godínez-Álvarez *et al.* 2003). Algunas especies de cactáceas de las casi 660 especies (endémicas >70%) en México han sido incluidas en la Norma Oficial Mexicana (NOM-ECOL-2010) y lista roja de especies (Arias *et al.* 2005; IUCN 2014; Ortega-Baes & Godínez-Álvarez 2010). Recientemente se decretaron 21 especies de cactáceas como especies prioritarias para México (NOM-2014), entre ellas tres especies del género *Ariocarpus*. Durante las últimas décadas, aproximadamente 60 especies, se sabe que se han colectado

ilegalmente, principalmente especies de los géneros *Ariocarpus*, *Astrophytum* y *Turbinicarpus* (Barcenas 2003), lo cual ha provocado que sus especies sean incluidas en la categoría de amenazadas y estén incluidas en el Apéndice I CITES. Aun con los esfuerzos que se han realizado para la conservación de las poblaciones, se conoce muy poco sobre su biología que ayude a cuantificar el grado de amenaza, así como su distribución geográfica, tamaño y la dinámica de sus poblaciones (Schemske *et al.* 1994; Mandujano *et al.* 2010; Aguilar-Morales *et al.* 2011), requerimientos que son necesarios para evaluar el estado actual de las especies, estos son criterios usados por la unión internacional para la conservación de la naturaleza, IUCN por sus siglas en inglés (IUCN 2001).

En los últimos años se ha visto una disminución de poblaciones enteras de muchas especies, lo que ha llevado a sugerir que la fragmentación de los hábitats es la principal causa de pérdida de la biodiversidad (Hanski 2005). Desafortunadamente, para las cactáceas se ha incrementado el número de reportes que documentan la desaparición de localidades de especies en riesgo por el cambio de uso de suelo, como en *Mammillaria hernandezii*, *M. huitzilopochtli*, *Astrophytum asterias*, *Obregonia denegrii*, *Ariocarpus agavoides*, *Ariocarpus kotschoubeyanus* y *Ferocactus robustus* (Carrillo-Ángeles *et al.* 2005; Golubov *et al.* 2009; Martínez-Peralta & Mandujano 2009). En pocas ocasiones se ha podido rescatar a algunos especímenes

como el caso de *O. denegrii* en un sitio totalmente destruido en Tamaulipas, México (el rescate fue realizado por la Sociedad Mexicana de Cactología y los ejemplares fueron depositado en el Jardín Botánico de la UNAM, S. Arias com. pers.). Se ha visto que la destrucción del hábitat ha tenido un efecto devastador a mayor escala en las poblaciones de cactáceas en México que la colecta ilegal de ejemplares (Golubov *et al.* 2009).

El objetivo original del estudio era obtener los parámetros demográficos para evaluar el efecto de la herbivoría floral en la reproducción de *Ariocarpus retusus*, en una de sus poblaciones mejor conservadas cerca de Miquihuana, Tamaulipas, México, también localidad tipo de *Pelecyphora strobiliformis* (Wederm.) Fric & Schelle.

Materiales y Métodos

Especie de estudio

***Ariocarpus retusus* Scheidw.** Planta globosa aplanada sin espinas, 3-25 cm de altura y 4-30 cm de diámetro, tubérculos triangulares grisáceo-verdoso, azulado-verdoso o amarillo-verdoso terminando en punta aguda 1.5-4 cm de longitud y 1-3.5 cm de diámetro. Flores de 4.5 cm de longitud y 3-5 cm de diámetro originadas en aréolas floríferas de tubérculos jóvenes en ápice con presencia de lana en plantas reproductivas; segmentos externos del perianto blanquecinos e internos lanceolados, ocasionalmente con líneas medias rojizas, acuminados, 2 cm de longitud y 5-9 mm de anchura; estilo blanco con 7 o más lóbulos del estigma, estambres numerosos, filamentos blanquecinos, anteras amarillas, granos de polen 80-85 μm de longitud (Foto 1). Frutos ovoides de 10-25 cm de longitud, emergen secos en el ápice, semillas negras y opacas 1.5 mm de

longitud y 1.3 mm de diámetro, se desprenden rápidamente quedando en los tubérculos o en el suelo (Anderson 2001; Avilés 2013; Barthlott & Hunt 2000; Rodríguez 2010). Especie endémica del desierto Chihuahuense, se distribuye en: Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí Tamaulipas y Zacatecas (Guzmán-Cruz *et al.* 2003). Crece en colinas calizas y pedregosas, rara vez yesosas y en matorrales rosetófilos, se localiza entre los 1300 a 1800 m snm (Rodríguez 2010).

El periodo de floración de *Ariocarpus retusus*, ocurre en el otoño, el periodo de antesis se presenta alrededor de las 11 h, generalmente cuando el ambiente se torna nublado y lluvioso (Martínez-Peralta & Mandujano 2012; Martínez-Peralta *et al.* 2014). La polinización la realizan abejas que son atraídas por la disponibilidad de recompensas florales como el néctar y el polen, por tanto la presencia de estos recursos, además de atraer polinizadores, atrae a otros organismos que consumen otras partes de la flor causando daños estructurales (daño en perianto) y en los órganos reproductivos (consumo de gametos, estambres y pistilo). En esta especie se han observado como floríferos ortópteros y escarabajos (Martínez-Peralta & Mandujano 2012).

Ariocarpus retusus junto con el resto de las especies del género están el Apéndice I de CITES. Las especies del género han sido extensivamente colectadas de forma ilegal y se conoce una o pocas localidades por especie. Los Huicholes han utilizado a este género junto con *Lophophora williamsii* (peyote) como plantas ceremoniales, de ahí su nombre de "falso peyote". Los nativos americanos han usado el mucilago como pegamento (Anderson 2001).

Sitio de estudio

El estudio se realizó cercano a la cabecera del municipio de Miquihuana, Tamaulipas, Méxi-

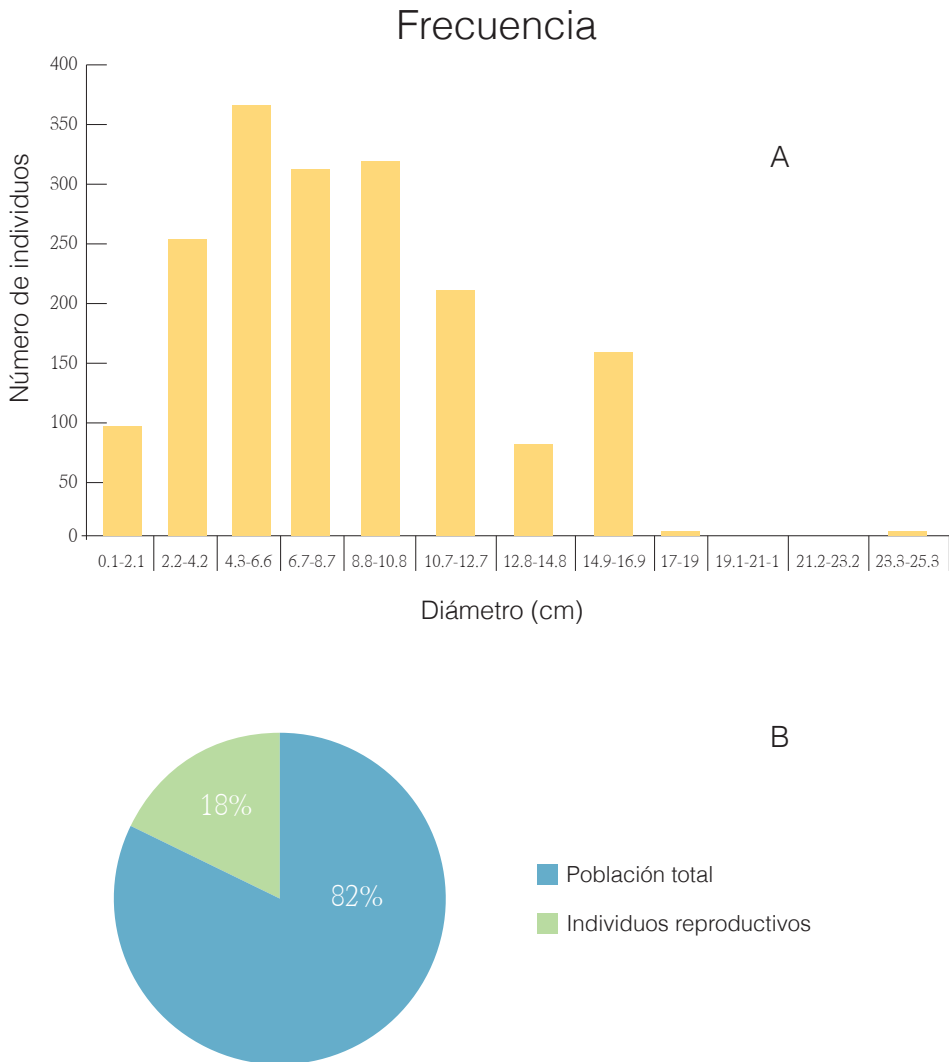


FIGURA 1. Población de *Ariocarpus retusus* en Miquihuna, Tamaulipas. En la figura (A) se presenta la frecuencia de individuos por categoría de diámetro (cm) ($N=1,605$). En la figura (B) se muestra el porcentaje de individuos reproductivos de la población total.

co. Esta es parte del desierto Chihuahuense que comprende la Sierra Madre Oriental. Colinda al Norte y al Oeste con Nuevo León, al sur con los Municipios de Bustamante y Palmillas, y al este con el municipio de Jaumave (INEGI 2009).

La vegetación predominantemente en Miquihuana la conforman bosques aciculifolios (62.4%), matorral espinoso, matorral bajo espinoso (27%) y pastizal (2%); con 50 especies de cactáceas (18 especies únicas) (Martínez-Avalos



FOTOS 3 y 4. Individuos con flor que fueron seleccionados para los estudios de reproducción y florivoria.

& Jurado 2005). Se ha reportado la presencia de osos, venados cola blanca y una gran diversidad de vegetación de clima seco (INEGI 2009).

Las temperaturas oscilan entre los 8 - 20 °C. El régimen de lluvias es de julio a septiembre con precipitaciones pluviales de 496.8 (300 - 900) mm. El clima predominante es templado subhúmedo con lluvias escasas todo el año, los meses más calurosos son de mayo a agosto, con vientos dominantes del Sureste y Suroeste y en invierno predominan los del Norte. El uso potencial de la tierra es apto para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino y se menciona que no es apto para la agricultura, el uso del suelo para fines agrícolas es únicamente el 8.4% (INEGI 2009).

Métodos demográficos

El trabajo de campo se realizó en un predio (23° 34' 39" N y 99° 46' 0" W, 1,892 m.s.n.m.) cercano a la localidad de Miquihuna, Tamaulipas del 2 al 8 de octubre de 2013; consistió en ubicar espacialmente a los individuos de la población de *Ariocarpus retusus*. Para esto se delimitaron dos parcelas de 10 × 15 m. Dentro de cada parcela se marcaron los individuos con chaquiras de cristal de diferentes colores, siguiendo el siguiente código de números y colores: 0=azul marino, 1=azul cielo, 2=amarillo, 3=verde bandera, 4=blanco, 5=anaranjado, 6=negro, 7=lila, 8=rojo y 9=verde limón; estas chaquiras se colocaron en series numéricas comenzando desde el 1, para asignar un número a cada individuo, la marca de chaquiras se sujetan con alambres de cobre, los cuales se encontraban enredados a un clavo de aluminio, el cual fue colocado en la parte inferior de la planta (Foto 2). Posteriormente de cada individuo se midió el diámetro (cm) y se registró la presencia de lana, botones y flores, y se registraba si había algún tipo de daño en las estructuras reproduc-

tivas (Fotos 3 y 4). Además los individuos se mapearon usando un sistema de coordenadas polares y posteriormente fue transformado a un sistema cartesiano.

Resultados

En la salida a campo de octubre de 2013 se censaron 1,605 individuos en dos parcelas de 10 x 15 m y presentaron una densidad de 5.33 ind/m². El 60% de la población eran individuos con diámetros intermedios (4.3-10.8 cm) y escasos individuos en las categorías de plántula posiblemente por la baja tasa de reclutamiento y en los individuos de mayor tamaño esto podría deberse a la extracción ilegal (Fig. 1A). El 18% fueron individuos reproductivos (Fig. 1B).

Desafortunadamente el objetivo de la investigación no se pudo completar, ya que durante la última semana del mes de febrero del año 2014, se realizó un visita al sitio de estudio, para determinar la formación de los frutos a partir del registro de floración individual recolectado previamente, porque el terreno donde se encontraba establecida la población en estudio fue desmontado por los ejidatarios (Foto 5 y 6) de esta comunidad, allí nos informaron que el terreno se destinaría para una pequeña presa captadora de agua para el ganado, en beneficio de los pobladores. Dada los resultados del presente reporte es evidente que la obra del ejido afectó significativamente a la población de *Ariocarpus retusus* con la pérdida de aproximadamente 2000 plantas, ya que no se habían marcado todos los individuos, simplemente de las plantas marcadas 1,590 individuos estaban muertos, desenraizados e ilocalizables (Fotos 7 y 8), y únicamente se pudieron rescatar 10 plantas enteras.

Discusión

Alarmantemente, el mayor impacto de la destrucción del hábitat ha ocurrido en sitios en que diversos estudios cactológicos (e.g., Martínez-Avalos & Jurado 2005; Gómez-Hinostrosa & Hernández 2000), señalan que son *hotspots* de alta diversidad e importancia o prioridad para la conservación, debido a su riqueza de endemismos, a la presencia de diversas especies vegetales en alguna categoría de la NOM-059 y porque carecen de protección legal, no son parte de áreas protegidas (Golubov *et al.* 2009).

Con respecto a la afectación de las poblaciones, si bien existen reportes de otras localidades de *A. retusus*, pues esta especie presenta la más amplia distribución de este género, es posible que de varias de estas localidades solamente se conserve el ejemplar registrado de herbario, pero la localidad haya sido transformada y ya no exista (Aguilar-Morales *et al.* 2011). El sitio destruido de *A. retusus* de Miquihuana presentaba una alta densidad, con plantas grandes de 25 cm de diámetro y 18% de la población producía semillas, se desconoce el efecto de la pérdida de este hábitat sobre otras especies que se registraron en el sitio, como es el caso de la especie rara y endémica, *Pelecyphora strobiliformis* que está catalogada en la NOM-059 y en el Apéndice I de CITES en la categoría de amenazada y que sí observamos en el sitio. Además, no se conoce de estudios publicados que describan la demografía de las especies que habitan en la zona de Miquihuana y zonas aledañas, por lo que también hay pérdidas en el avance de la investigación. Por ejemplo, de todas las especies prioritarias propuestas

en la NOM-2014 (21 especies) solo de seis (*i.e.*, *Ariocarpus scaphirostris*, *Carnegiea gigantea*, *Echinocactus platyacanthus*, *Lophophora diffusa*, *Mammillaria gaumeri* y *M. hernandezii*) se han obtenido estudios demográficos a detalle (Díaz 2013; Ferrer *et al.* 2011; Jiménez-Sierra *et al.* 2007; Mandujano *et al.*, 2007; Ureta & Martorell 2009), enfrentamos una cifra similar de reportes de desaparición de localidades que de estudios poblacionales con criterios para la conservación.

La obtención de datos en campo es difícil y costosa, por lo retirado de las poblaciones de cactáceas y suculentas endémicas que se encuentran en cierta categoría de riesgo en la NOM-059. Es importante determinar información como: ¿Cuántos individuos presenta la población o el tamaño de las poblaciones? ¿Cuántos individuos son maduros y/o reproductivos? ¿Cuál es el tiempo generacional? ¿Cuál es la tasa de crecimiento poblacional? ya que esta información es la base para sugerir una re-categorización de la especie en la lista roja de IUCN o en la NOM-059 y establecer los lineamientos para la conservación de la biodiversidad (Schemske *et al.* 1994).

Por lo tanto es necesario que esta información se de a conocer a la población. Una de las modalidades para preservar estas especies consiste en promover el eco-turismo con la modalidad de senderismo para la observación de la flora y fauna dejando una derrama económica a la comunidad, además del establecimiento de unidades productivas de cactus como el *A. retusus* y *Pelecyphora strobiliformis*, que son buscados por coleccionistas y aficionados. De acuerdo con Hanski (2005) hay que tomar acciones que involucren dar responsabilidad a

O. Sandino Guerrero Eloisa



FOTO 5. Apariencia del terreno al inicio del estudio en dos cuadrantes de 10 x 15 cm ($N=1,605$ individuos) (3 de octubre 2013).

O. Sandino Guerrero Eloisa



FOTO 6. Cambio sufrido en el terreno a causa de actividades antropogénicas por parte de la comunidad (4 marzo 2014).

O. Sandino Guerrero Eloisa



O. Sandino Guerrero Eloisa



FOTO 7 y 8. Plantas desenraizadas de *Areocarpus retusus* en el sitio de estudio.

diversos actores sociales si verdaderamente se desea conservar la biodiversidad.

Agradecimientos

A los ejidatarios de Miquihuana, Tamaulipas por la autorización para trabajar en sus terrenos. Al Biol. Oscar Sandino Guerrero por su apoyo en el trabajo de campo. A los revisores anónimos por los comentarios. El trabajo fue financiado por el proyecto IN UNAM-PAPIIT IN 207411 a Dra. María C. Mandujano.

Literatura citada

- Aguilar-Morales G., Martínez- Peralta C., Feria-Arroyo T. P., Golubov J., & Mandujano M. C. 2011. Distribución geográfica del género *Ariocarpus* Scheidweiler (Cactaceae). *Cact Suc Mex* **56**:49-63.
- Anderson EF. 2001. *The Cactus Family*. Timber Press, Portland Oregon. E.U.
- Arias S, Guzmán U, Mandujano MC, Soto-Galván M & Golubov J. 2005. Comparación entre los listados NOM-059-ECOL-2001, IUCN y CITES sobre la conservación de la familia Cactaceae en México. *Cact Suc Mex* **50**:100-125.
- Bárceñas RT. 2003. Chihuahuan desert cacti in Mexico: an assessment of trade, management and conservation priorities. En: Robbin SCS. (Ed.), *Prickly Trade: Trade and Conservation of Chihuahuan Desert Cacti*. World Wildlife Fund, TRAFFIC North America, Washington DC.
- Barthlott W & Hunt DR. 2000. *Seed diversity in the Cactaceae subfamily Cactoideae*. David Hunt, England. **5**:1-173.
- Carrillo-Angeles IG, Golubov J, Rojas-Aréchiga M & Mandujano MC. 2005. Distribución y estatus de conservación de *Ferocactus robustus* (Pfeiff.) Britton *et* Rose. *Cact Suc Mex* **50**:36-55.
- CITES. Appendices I, II and III [Online]. [Cited 09 Nov. 2011]; Available from: [http:// www.cites.org/eng/app/appendices.pdf](http://www.cites.org/eng/app/appendices.pdf)
- Díaz OS. 2013. Dinámica poblacional de *Lophophora diffusa* "peyote" (Cactaceae) en una localidad del Estado de Querétaro. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. D.F México.
- Ferrer M, Durán R, Méndez M, Dorantes A & DZib G. 2011. Dinámica poblacional de genets y ramets de *Mammillaria gaumeri* Cactáceae endémica de Yucatán. *Bol Soc Bot Mex* **105**:83-105.
- Godínez-Álvarez H, Valverde T & Ortega-Baes P. 2003. Demographic Trends in the Cactaceae. *Bot Rev* **69**:173-203.
- Golubov J, Mandujano MC & Aguilar G. 2009. The Conservation Massacre: much more than meets the eye. *CSJ* **81**:56-58.
- Gómez-Hinostrosa C & Hernández H M. 2000. Diversity, geographical distribution, and conservation of Cactaceae in the Mier y Noriega region, Mexico. *Biodiv Conserv* **9**:403-418.
- Guzmán-Cruz U, Arias S, Dávila PD. 2002. *Catálogo de Cactáceas Mexicanas*. UNAM y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- Hanski I. 2005. Landscape fragmentation, biodiversity loss and the social response. *EMBO reports*. **6**: 388-392.
- INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Municipio de Miquihuana, Tamaulipas. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/28/28026.pdf>
- IUCN 2001. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survi-

- val Commission, Gland Switzerland and Cambridge, UK.
- IUCN 2014. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.1. <www.iucnredlist.org>. consultado el 10 de marzo 2014.
- Jiménez-Sierra C, Mandujano MC & Eguiarte L. 2007. Are populations of the candy barrel cactus (*Echinocactus platyacanthus*) in the desert of Tehuacán, Mexico at risk? Population projection matrix and life table response analysis. *Biol Conserv* **135**:278-292.
- Mandujano MC, Verhulst JAM, Carrillo-Angeles IG & Golubov J. 2007. Population dynamics of *Ariocarpus scaphirostris* Bödeker (Cactaceae): evaluating the status of a threatened species. *Int J Plant Sci* **168**:1035-1044.
- Mandujano MC, Carrillo-Angeles I, Martínez-Peralta C., & Golubov J. 2010. Reproductive biology of Cactaceae. En Ramawat KG, (ed.). *Desert Plants - Biology and Biotechnology*. Springer.
- Martínez-Avalos JG & Jurado E. 2005. Geographic distribution and conservation of Cactaceae from Tamaulipas Mexico. *Biodiv Conserv* **14**:2483-2506.
- Martínez-Peralta C & Mandujano MC. 2009. Saqueo en poblaciones naturales *Ariocarpus*: el caso de *A. agavoides*. *Cact Suc Mex* **54**:60-62.
- Martínez-Peralta C & Mandujano MC. 2012. Biología de la polinización y fenología reproductiva del género *Ariocarpus* Scheidweiler (Cactaceae). *Cact Suc Mex* **57**:114-127.
- Martínez-Peralta C, Vázquez-Lobo A, Molina-Freaner F, Golubov J & Mandujano MC. 2014. A comparative study of the reproductive traits and floral morphology of a genus of geophytic cacti. *Int J Plant Sci* **175**:663-680.
- NOM-059-ECOL-2014. Lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación. Diario Oficial de la Federación Marzo de 2014. México. <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5334865&fecha=05/03/2014>. consultado el 10 marzo 2014
- Ortega-Baes P. & Godínez-Alvarez H. 2005. Global diversity and conservation priorities in the Cactaceae. *Biodiv Conserv* **15**:817-827.
- Schemske DW, Husband BC, Ruckelshaus MH, Goodwillie C, Parker IM & Bishop, J.G., 1994. Evaluating approaches to the conservation of rare and endangered plants. *Ecology* **75**:584-606.
- Ureta C & Martorell C. 2009. Identifying the impacts of chronic anthropogenic disturbance on two threatened cacti to provide guidelines for population-dynamics restoration. *Biol Conserv* **142**:1992-2001.

Recibido: marzo 2014; Aceptado: abril 2014.
Received: March 2014; Accepted: April 2014.