

Evaluación del estado de conservación del peyote queretano *Lophophora diffusa* Croizat (Bravo), cactácea endémica del desierto Querétaro-Hidalguense, México

Díaz-Segura Omar^{1*}, Jiménez-Sierra Cecilia Leonor^{1*}, Matías-Palafox María Loraine¹
& Vázquez-Díaz Erasmo¹

Resumen

El “peyote queretano”, *Lophophora diffusa*, es una cactácea endémica de la región semiárida Querétaro-Hidalguense. Las poblaciones de esta especie son mermadas por el saqueo directo de individuos debido a sus supuestas propiedades químicas y curativas. Además, los sitios en donde habita están sujetos a transformaciones constantes por cambios de uso del suelo. La especie es señalada como amenazada (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como vulnerable (Vu) en la Lista Roja de la UICN y está incluida en el Apéndice II de CITES. Sin embargo, la asignación de estas categorías ha sido un tanto subjetiva debido a la carencia de información sobre muchos aspectos de la biología de la especie. En este trabajo se aplicó el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER) (Anexo I de la NOM-059-SEMARNAT-2010) con el fin de justificar la re-categorización de *L. diffusa* como especie en peligro de extinción (P).

Palabras clave: Conservación, disturbio, especie en peligro, MER, Peyote.

Abstract

The “peyote queretano” *Lophophora diffusa*, is an endemic cactus from the semiarid region Querétaro-Hidalguense. Their populations have decreased by direct plunder of individuals due to their supposed healing and chemical properties. In addition, sites are subject to constant changes in land use. The species is designated as threatened (A) in the NOM-059-SEMARNAT-2010, as Vulnerable (VU) in the IUCN Red List and is listed in Appendix II of CITES. However, the designation of this species into those categories is somewhat subjective because of the lack of information on many aspects of the biology of the species. In this paper we apply the “Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México” (MER) (Annex I of the NOM-059-SEMARNAT-2010) to justify the reclassification of *L. diffusa* as endangered species (P).

Key words: Conservation, disturbance, endangered species, MER, Peyote.

¹ Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Apartado postal 55-535, CP 09340 México, D. F., México.

*Correspondencia: diso_007@hotmail.com, ceci@xanum.uam.mx



FOTO 1. Individuos de *Lophophora diffusa* o “peyote queretano” en su hábitat natural (Qro).

Introducción

La familia Cactaceae se encuentra conformada por un grupo de plantas nativas del Continente Americano y se distribuyen principalmente en las regiones áridas y semiáridas desde Canadá hasta Argentina (Bravo-Hollis 1978; Anderson 2001). México posee una alta riqueza de especies de cactáceas. Se han registrado más de 900 de las cuales aproximadamente el 84% son endémicas (Bravo-Hollis 1978; Guzmán *et al.* 2003; Ferrer-Cervantes *et al.* 2012). La principal amenaza para la familia Cactaceae proviene de las actividades humanas, tales como: la modificación del hábitat para la agricultura, la ganadería, el desarrollo industrial, la construcción de caminos y carreteras, los

tendidos de líneas eléctricas y telefónicas, los asentamientos humanos, la extracción de materiales para la construcción y la construcción de presas, así como la colecta ilegal y el comercio nacional e internacional (Reyes & Terrazas 1991; Mandujano *et al.* 2002; Nobel 2002; Ortega-Baes & Godínez-Álvarez 2005). Aunado a esto, las cactáceas poseen características que las hacen más vulnerables a las perturbaciones ambientales, tales como: una restringida distribución geográfica, ciclos de vida largos y bajas tasas de crecimiento individual (Godínez-Álvarez *et al.* 2003; Arias *et al.* 2005; Ortega-Baes & Godínez-Álvarez 2005).

En la zona árida Querétaro-Hidalguense –una región discontinua perteneciente al desierto Chihuahuense–, la familia Cac-

taceae está representada por alrededor de 100 especies, de las cuales una quinta parte se encuentran como especies amenazadas. (Hernández-Oria *et al.* 2003; Scheinvar 2004; Sánchez-Martínez *et al.* 2006; Hernández-Oria *et al.* 2007). Los ambientes naturales del estado de Querétaro –al igual que otros ambientes de la zona centro del país–, se han visto afectados continuamente debido a cambios de uso de suelo con fines urbanos e industriales. Esto ha reducido la cubierta vegetal y ha incrementado el riesgo de extinción de las especies endémicas que presentan hábitats de distribución reducidos. Una de estas especies en peligro es el peyote queretano *Lophophora diffusa* (Hernández-Oria *et al.* 2003).

Lophophora diffusa Croizat (Bravo) es una cactácea endémica y exclusiva del estado de Querétaro, aunque algunos autores mencionan que hace una década era posible encontrarla en Hidalgo (Guzmán *et al.* 2003; Scheinvar 2004).

El peyote queretano es una planta no ramificada aunque en ocasiones pueden encontrarse nuevos brotes a los lados del tallo principal, lo que da lugar a la formación de grandes clones extendidos (Fotos 5 y 8). Su tallo es globoso y algo aplanado, de 2 a 7 cm de altura y 5 a 12 cm de diámetro, es suave y suculento de color verde amarillento. Las plantas jóvenes poseen escasos tubérculos anchos, redondeados y grandes. Las plantas adultas poseen hasta 13 costillas espiraladas poco definidas. Las aréolas son circulares de hasta 3 mm de diámetro, se encuentran provistas de un pincel pequeño de pelos blancos y cortos (Foto 1). Sus flores son de color blanco, a veces blanco amarillento. El polen es colgado. El fruto es una baya claviforme. Las semillas son piriformes de 1 a 1.5 mm de longitud y de testa negra. (Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada 1991).

Desafortunadamente las poblaciones conocidas de *L. diffusa* se encuentran cercanas a sitios ocupados por poblaciones humanas, algunas han quedado en terrenos privados y otras en zonas federales, lo que a provocado con el paso del tiempo que los sitios favorables para su establecimiento, se transformen. Además estas plantas están expuestas a la extracción directa y son sujetas a comercio y tráfico ilegal. La extracción de individuos se debe a su uso ornamental y sobre todo a que se le atribuye equivocadamente las mismas propiedades químicas y curativas de otra especie congénere, *Lophophora williamsii* (Lem. ex Salm-Dyck) J.M. Coult., la cual es una especie que se distribuye desde la región sur de Estados Unidos de América hasta el Norte de la República Mexicana, ocupando los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas (Guzmán *et al.* 2003; Anderson 2007).

Debido al saqueo al que sus poblaciones han estado expuestas, el peyote queretano ha sido considerado como una especie Amenazada (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como Vulnerable (Vu) por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN 2012) e incluida en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Flora y Fauna Silvestres (CITES 2012). Sin embargo, hasta ahora ha existido una carencia de datos biológicos que sustenten estas categorizaciones.

La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, tiene como propósito señalar a las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres que se encuentran en riesgo en la República Mexicana y establece los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones mediante el empleo del Método de

Omar Díaz-Segura



FOTO 2. Relleno sanitario instalado en la localidad Ermita. Se puede observar que las bolsas de plástico cubren la comunidad vegetal.

Omar Díaz-Segura



FOTO 3. Ganado asnar feral en el sitio Ermita. El ganado asnar ramonea plantas perennes las cuales pueden servir como nodrizas para *L. diffusa*.

Omar Díaz-Segura



FOTO 4. Alteración del hábitat de *L. diffusa* por la ampliación y modernización de la carretera federal 120. Tramo carretero Cadereyta-Peñamiller.

Ma. Loraine Matias-Palafox



FOTO 5. Organismo clonal de *L. diffusa* establecido en un área sin vegetación en el sitio Solidaridad.

Erasmio Vázquez-Díaz

FOTO 6 Agujero dejado tras la extracción de un individuo de *L. diffusa*.

Evaluación del Riesgo de Extinción (MER). El MER para especies vegetales, se basa en cuatro criterios independientes a los cuales se les asignan valores numéricos: criterio A, características de la distribución geográfica del taxón; criterio B, características del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón; criterio C, vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón y criterio D, impacto de la actividad humana sobre el taxón. Los cuatro criterios tienen la misma importancia y el valor máximo que se obtiene para cada uno de ellos es 1. La norma acentúa cuatro categorías de riesgo y estas se establecen dependiendo del puntaje obtenido: Mayor o igual a 1.5 y menor que 1.7=sujeta a protección especial (Pr); mayor a 1.7 y menor que 2=amenazada (A); mayor o igual que 2=en peligro de extinción (P) y Probablemente extinta en medio silvestre (E)=aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro de la República Mexicana han desaparecido, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares

vivos en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano. (SEMARNAT 2010).

El objetivo de este trabajo fue evaluar a través del Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER), el estado de conservación del peyote queretano, *Lophophora diffusa*, considerando la información de diferentes estudios realizados hasta la fecha y tomando en consideración las observaciones de campo realizadas en una población durante dos años continuos.

Material y métodos

Criterio A: Amplitud de la distribución del taxón en México.

Para determinar la distribución geográfica de *L. diffusa*, se realizaron consultas de herbario (Herbario Nacional de México, MEXU, IBUNAM) y se recabó información en el Jardín Botánico Regional de Cadereyta “Ing. Manuel González de Cosío” (Querétaro). Además se realizó una búsqueda bibliográfica para ubicar los sitios donde se habían reportado poblaciones de esta

especie. Tomando en cuenta la información obtenida, se realizaron exploraciones de campo durante el periodo 2010-2011. Con ello se consiguió identificar las poblaciones aún existentes y se recorrieron zonas aledañas que presentaban hábitats similares a los reportados para la especie. Todas las poblaciones encontradas de *L. diffusa* fueron georreferenciadas y ubicadas en un mapa de la región (Programa Arc View; versión 3.2a).

Criterio B: Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón.

Para evaluar el estado del hábitat natural se registraron las características bióticas (tipo de vegetación y especies acompañantes) y abióticas (altitud, pendiente, pedregosidad y tipo de suelo) de los sitios en donde se presenta la especie.

Criterio C: Vulnerabilidad biológica del taxón.

En cada localidad visitada se estimó la densidad de la población de peyotes. Para ello se utilizaron transectos de distintas medidas tomando en cuenta el área de cada sitio donde se presentaba la especie. En el sitio Ermita se realizaron censos poblacionales en dos años consecutivos (2010-2011), de donde se obtuvieron los datos del patrón de distribución intrapoblacional, la asociación del peyote con elementos de la vegetación arbustiva, la estructura poblacional (basada en cobertura de los individuos en cm^2) y se estimó la dinámica poblacional a través del cálculo de la tasa finita de crecimiento poblacional λ . Aunado a esto, visitas mensuales permitieron obtener datos sobre la fenología reproductiva y conocer algunos aspectos de la biología reproductiva como el tiempo de vida de la flor y visitantes florales.

Criterio D: Impacto de la actividad humana sobre el taxón.

El impacto de la actividad humana sobre las poblaciones de *L. diffusa* se determinó utilizando

la metodología de evaluación del disturbio del hábitat propuesto por Martorell & Peters (2000).

Resultados y discusión

Criterio A: Amplitud de la distribución del taxón en México.

Lophophora diffusa se encuentra distribuida en una pequeña parte de la provincia biogeográfica del Altiplano sur (Zacatecano-Potosino) (CONABIO 1997). Los antecedentes bibliográficos señalan que el área ocupada por la especie es muy pequeña: Fitz Maurice y Fitz Maurice (2002) estimaron que la extensión del área ocupada por la especie es de 400 km^2 , mientras que Anderson (2007) estimó un área de 775 km^2 .

Nosotros, a partir de la información obtenida de los especímenes herborizados, de los registros bibliográficos y de los recorridos realizados en campo, ubicamos diez localidades. Sólo una de ellas hace referencia al estado de Hidalgo, mientras que el resto se encuentran en el Estado de Querétaro. La distribución histórica señala que la especie ocupaba diversas localidades dentro del municipio de Cadereyta en Querétaro y la única población existente en el estado de Hidalgo se encontraba en el municipio de Zimapán. El rango latitudinal corría de los $21^\circ 03'$ (San Juanico) a los $20^\circ 41'$ (Bella vista del Río), lo que representa una distancia máxima de 42.5 km . En lo que se refiere a longitud, la especie se presentaba desde los $99^\circ 29'$ (Xajhá) a los $99^\circ 48'$ (San Juanico) lo que representa una distancia máxima de 37.5 km (Figura 1).

Nuestras observaciones muestran que cinco de las diez localidades reportadas han desaparecido: Bellavista del Río, La florida, Cadereyta, Cadereyta 1 y Xajhá (Cuadro 1).

El área del polígono que conforman las cinco localidades existentes, ocupa un área

CUADRO 1. Localización geográfica y características de las poblaciones de *L. diffusa*. Para el caso de los ejemplares de herbario se presenta su número. JBRC = Jardín Botánico Regional de Cadereyta; MEXU = Herbario Nacional de México. Perturbación: OI = Obras de Infraestructura; AGR = Agricultura.

Localidad (Fuente)	Estado	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud msnm	Comunidad vegetal	Población extinta=0 presente=1	Perturbación
Solidaridad (JBRC)	Querétaro	Cadereyta	20° 58'	99° 46'	1443	Matorral xerófilo	1	OI
Agua del Ángel (MEXU-1249495)	Querétaro	Cadereyta	20° 56'	99° 43'	1498	Matorral xerófilo	1	OI AGR
San Juanico (MEXU-769114)	Querétaro	Peñamiller	21° 08'	99° 48'	1393	Matorral xerófilo	1	AGR
Peñamiller (MEXU-733956)	Querétaro	Peñamiller	21° 08'	99° 45'	1393	Matorral xerófilo	1	OI
Ermita (Obs. Personales)	Querétaro	Cadereyta	20° 58'	99° 44'	1425	Matorral xerófilo	1	OI
Bellavista del Río (JBRC)	Querétaro	Cadereyta	20° 41'	99° 34'	1891	Matorral xerófilo	0	OI
La Florida (JBRC)	Querétaro	Cadereyta	20° 52'	99° 46'	1684	Matorral xerófilo	0	OI AGR
Cadereyta (MEXU-1148219)	Querétaro	Cadereyta	20° 57'	99° 41'	1650	Matorral xerófilo	0	OI AGR
Cadereyta 1 (MEXU-649057)	Querétaro	Cadereyta	20° 53'	99° 42'	1740	Matorral xerófilo	0	OI AGR
Xajhá (JBRC)	Hidalgo	Zimapán	20° 43'	99° 29'	1934	Matorral xerófilo	0	AGR

Omar Díaz-Segura



FOTO 7. Individuos de *L. diffusa* desenterrados en el sitio Agua del Ángel.

Ma. Lorraine Matias-Palafox



FOTO 8. Ejemplar de *L. diffusa* en donde se aprecia la ramificación a partir de la raíz tuberosa. Escala en pulgadas.



Ma. Loraine Matias-Palafox

FOTO 9. Pequeño grupo de hormigas (*Formicidae*), sobre el fruto de *L. diffusa*. Estos insectos ramonean los frutos dejando expuestas las semillas.

CUADRO 2. Características demográficas y especies acompañantes de las poblaciones de *L. diffusa*.

Localidad	Pendiente (°)	Área estimada (m ²)	Área muestreada (m ²)	Individuos censados	Densidad (ind/m ²)	Individuos totales	Comunidad vegetal	Especies acompañantes
Ermita	30	38500	19250	525	0.03	1155	Matorral xerófilo micrófilo	<i>Larrea tridentata</i> , <i>Fouquieria splendens</i> , <i>Jatropha dioica</i> , <i>Bursera jagaroides</i> , <i>Hectia</i> sp., <i>Prosopis laevigata</i> , <i>Myrtillocactus geometrizans</i> , <i>Echinocactus platyacanthus</i> , <i>Opuntia microdasys</i> , <i>O. Lepiocaulis</i> , <i>Thelocactus</i> sp., <i>Mammillaria</i> sp., <i>Coryphantha</i> sp., <i>Strombocactus</i> sp.
Solidaridad	0	66000	10500	472	0.04	2640	Matorral xerófilo micrófilo	<i>Larrea tridentata</i> , <i>Fouquieria splendens</i> , <i>Jatropha dioica</i> , <i>Euphorbia antisiphilitica</i> , <i>Hectia</i> sp., <i>Prosopis laevigata</i> , <i>Myrtillocactus geometrizans</i> , <i>Opuntia microdasys</i> , <i>O. Lepiocaulis</i> , <i>O. imbricata</i> , <i>Thelocactus</i> sp., <i>Ferocactus</i> sp., <i>Mammillaria</i> sp., <i>Coryphantha</i> sp.
Agua del Ángel	7	5000	755	97	0.13	650	Matorral xerófilo micrófilo	<i>Larrea tridentata</i> , <i>Karwinskia mollis</i> , <i>Lippia graveolens</i> , <i>Acacia vernicosa</i> , <i>Mimosa biuncifera</i> , <i>Fouquieria splendens</i> , <i>Jatropha dioica</i> , <i>Prosopis laevigata</i> , <i>Hectia</i> sp., <i>Myrtillocactus geometrizans</i> , <i>Opuntia microdasys</i> , <i>O. Lepiocaulis</i> , <i>O. imbricata</i> , <i>Echinocactus platyacanthus</i> , <i>Thelocactus</i> sp., <i>Mammillaria elongata</i> , <i>Mammillaria</i> sp., <i>Coryphantha</i> sp.
San Juanico	25	20000	1590	142	0.09	1800	Matorral xerófilo micrófilo	<i>Karwinskia mollis</i> , <i>Lippia graveolens</i> , <i>Acacia vernicosa</i> , <i>Mimosa biuncifera</i> , <i>Fouquieria splendens</i> , <i>Jatropha dioica</i> , <i>Prosopis laevigata</i> , <i>Hectia</i> sp., <i>Cnidoscolus tubulosus</i> , <i>Bursera jagaroides</i> , <i>Myrtillocactus geometrizans</i> , <i>Opuntia microdasys</i> , <i>O. imbricata</i> , <i>O. streptacanta</i> , <i>Echinocactus platyacanthus</i> , <i>Astrophitum ornatum</i> , <i>Mammillaria elongata</i> .
Peñamiller	0	3000	1023	108	0.11	6575	Matorral xerófilo micrófilo	<i>Karwinskia mollis</i> , <i>Lippia graveolens</i> , <i>Acacia vernicosa</i> , <i>Fouquieria splendens</i> , <i>Bursera jagaroides</i> , <i>Jatropha dioica</i> , <i>Prosopis laevigata</i> , <i>Hectia</i> sp., <i>Opuntia microdasys</i> , <i>O. imbricata</i> , <i>Thelocactus</i> sp., <i>Mammillaria elongata</i> , <i>Mammillaria</i> sp.
Total		132500			0.08 ± 0.02 EE			

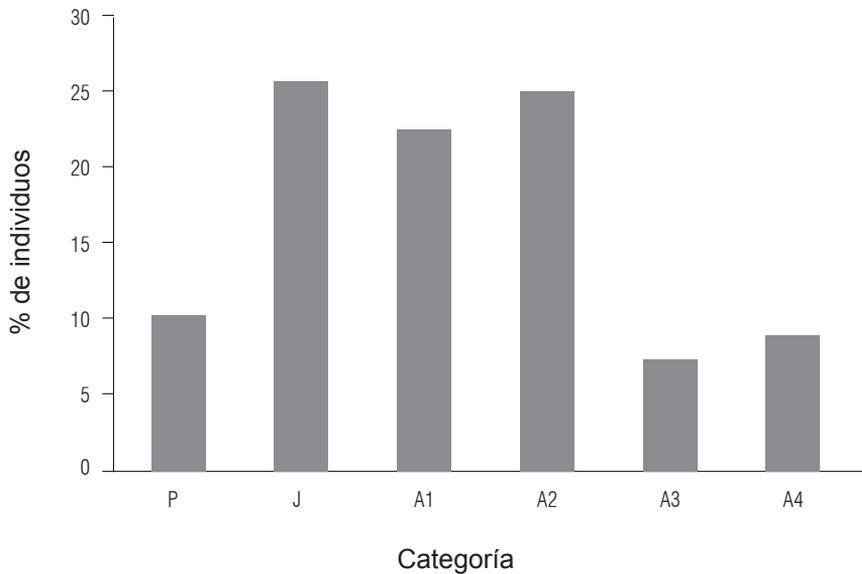
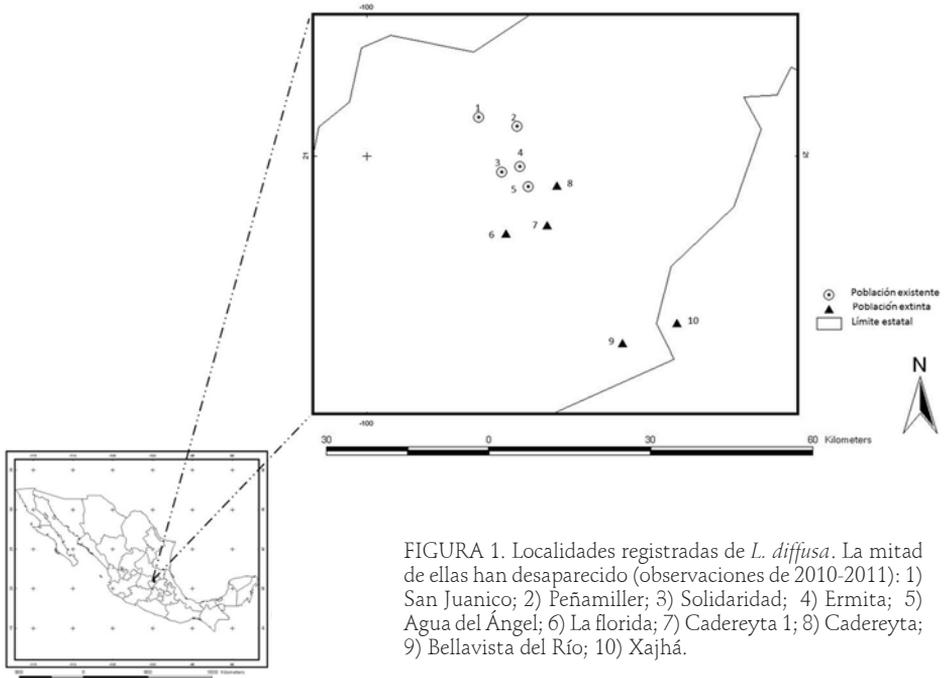


FIGURA 2. Categorías de los individuos de *L. diffusa* a partir de su cobertura en cm^2 (N=380). Plántula (P), Juvenil (J), Adulto 1 (A1), Adulto 2 (A2), Adulto 3 (A3), Adulto 4 (A4).

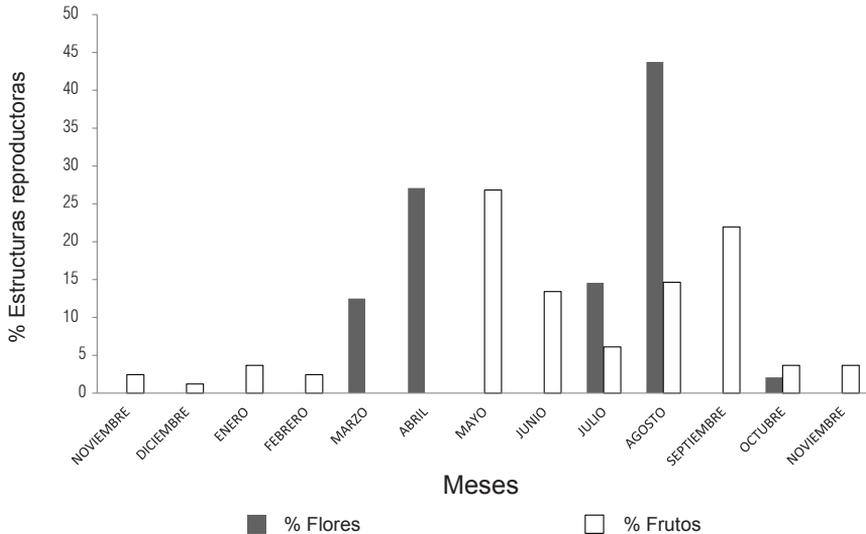


FIGURA 3. Fenología reproductiva de *L. diffusa* de noviembre del 2010 a noviembre del 2011 en el sitio Ermita.

de tan solo 50 km², lo cual representa un octavo de la superficie calculada por Fitz Maurice y Fitz Maurice en 2002 o un 6.5% del área calculada por Anderson (Anderson 2007).

El área de la distribución actual de la especie resulta ser menor al 1% del territorio nacional (ca. 1964 000 km²). Debido a lo anterior, el puntaje asignado para el criterio A es de 0.73.

Criterio B: Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón.

L. diffusa se establece principalmente en planicies y en ocasiones en la parte inferior de las laderas de los cerros sobre lajas de lutita de origen calcáreo. Estos suelos son pedregosos con un pH básico (de 7.9 a 8.3), ricos en carbonatos y pobres en iones de amonio, así mismo, los elementos como el fósforo, potasio, hierro, cloro, sulfatos, manganeso y aluminio se encuentran en pequeñas can-

tidades o en la mayoría de los casos ausentes (Scheinvar 2004; Anderson 2007).

L. diffusa ha sido reportada en altitudes que van de 1393 a 1934 msnm, puntualmente Anderson (2007) reporta que se encuentra a una altitud de 1500 msnm. En nuestras observaciones encontramos que las poblaciones existentes se distribuyen de los 1390 a los 1500 msnm.

El tipo de vegetación al que se encuentra asociada la especie es el matorral xerófilo en donde las especies acompañantes principales son: *Larrea tridentata* Coville, *Acacia vernicosa* Standley, *Mimosa depauperata* Benthams, *Agave lechuguilla* Torrey, *Fouquieria splendens* Engelmans, *Prosopis laevigata* (Humboldt & Bonpland ex Willdenow) M. C. Johnston, *Bursera fagaroides* Engler, *Cnidioscolus tubulosus* I. M. Johnston, *Euphorbia antisyphilitica* Zuccarini, *Jatropha dioica* Sessé, *Karwinskia mollis* Schlechtendal, *Lippia graveolens* Kunth,



Omar Díaz-Segura

FOTO 10. Crecimiento cespitoso de *L. diffusa* bajo la fronda de *Acacia vernicosa* en el sitio Ermita.

Yucca filifera Chabaud, *Opuntia microdasys* (Lehmann) Pfeiffer, *O. stenopetala* Engelman, *Echinocactus platyacanthus* Link & Otto, *Mammillaria elongata* de Candolle, *Neolloydia conoidea* (de Candolle) Britton & Rose, *Strombocactus disciformis* (de Candolle) Britton & Rose, *Thelocactus leucacanthus* (Zuccarini) Britton & Rose, *Coryphantha* sp. (Engelmann) Lemaire, entre otras. (Scheinvar 2004).

A pesar de que el tipo de vegetación donde ocurre *L. diffusa* es de amplia distribución, ya que el matorral xerófilo ocupa cerca del 28% del estado de Querétaro (Scheinvar

2004), la especie solamente se distribuye en algunos parches muy limitados dentro de este matorral. Debido a la especificidad del hábitat donde se desarrolla la especie y a su susceptibilidad, se le asignó el puntaje de 0.89 a este criterio.

Criterio C: Vulnerabilidad biológica del taxón.

La densidad encontrada para *L. diffusa* en las distintas localidades visitadas va de 0.03 individuos/m² en Ermita hasta 0.13 individuos/m² en Agua del Ángel. La densidad promedio, tomando en cuenta los datos

CUADRO 3. Índice de disturbio ID (Martorell y Peters 2000), de las cinco poblaciones existentes de *L. diffusa* y valor porcentual por factor de disturbio: ganadería, actividades humanas y deterioro natural del hábitat.

Sitio	ID	% Ganadería	% Actividades humanas	% Deterioro natural del hábitat
Solidaridad	62.3	6.1	64.7	29.1
Ermita	50.4	30.3	33.2	36.5
Agua del Ángel	38.9	11.8	38.1	50.2
San Juanico	56.6	4.3	63.7	32.1
Peñamiller	37.7	30.7	17.6	51.7
(promedio)	49.2	16.6	43.4	39.9

obtenidos de todas las poblaciones, es de 0.08 ± 0.02 EE individuos/m² (Cuadro 2). Las densidades obtenidas son similares a las reportadas por Islas-Huitrón (1999) para la especie *L. williamsii* en sitios severamente alterados, lo que podría indicar que los sitios en donde ocurre *L. diffusa* se encuentran con un cierto grado de perturbación.

Tomando en cuenta el área estimada de los pequeños parches donde se encuentra la especie y las densidades obtenidas en cada una de ellas, hemos determinado que actualmente se cuenta con un aproximado de tan sólo 6575 individuos en hábitat natural.

Los censos realizados en el sitio Ermita nos permitieron determinar que sólo el 16% de los individuos son ramificados es decir que presentan varias cabezas. La distribución espacial intra-poblacional es agregada y un alto porcentaje de individuos (78%) se encuentran bajo la protección del dosel de alguna planta perenne, presentándose preferencias hacia algunos elementos arbustivos como ha sido señalado en estudios anteriores (Zuñiga *et al.* 2005; Santini *et al.* 2007) (Foto 10).

Los peyotes apenas sobresalen del suelo. Los individuos no ramificados generalmente

presentan una altura inferior a 2 cm, mientras que los individuos ramificados presentan una altura media de 2.5 ± 0.25 cm. La estructura poblacional de *L. diffusa* –estimada a partir de la cobertura en cm²–, presenta un patrón multimodal encontrándose un bajo porcentaje de individuos en la categoría de plántulas, así como en algunas categorías de adultos (Figura 2).

La tasa finita de crecimiento poblacional λ , encontrada en el sitio Ermita (2010-2011), fue inferior a la unidad, y se observó una disminución del 21% de los individuos iniciales (Díaz-Segura *et al.* en preparación).

La reproducción comienza cuando los organismos alcanzan cerca de 4.5cm de diámetro. La floración se presenta de marzo a abril y de julio a octubre (Figura 3). La antesis es diurna y las flores viven de dos a tres días. Los principales visitantes florales son insectos del orden Hymenoptera. Los frutos tardan en madurar de 4 a 6 meses, al iniciar la fructificación son pequeños y de color blanco y conforme maduran se vuelven de color rosa claro y después magenta (Foto 9).

Las semillas tienen un peso promedio de 1 ± 0.1 mg (Díaz-Segura *et al.* en prepa-

ración) y según Trujillo-Hernández (2002) presentan fotoblastismo positivo.

En lo que se refiere a germinación, Rojas-Aréchiga (datos no publicados) obtuvo un porcentaje de germinación del 82.6% a 25 °C. Trujillo-Hernández (2002) obtuvo un porcentaje de germinación por arriba del 50% a 25 °C aplicando tratamientos de escarificación y giberelinas. Sánchez-Martínez *et al.* (2006) obtuvieron un 47% de germinación con temperatura alternante de 26/16 °C y una sobrevivencia del 97% a los tres meses de desarrollo. El puntaje asignado a este criterio fue de 0.57.

Criterio D: Impacto de la actividad humana sobre el taxón.

Las actividades antropogénicas son las principales causas de perturbación en los lugares donde habita *L. diffusa*. A los alrededores de las poblaciones existentes y extintas se pueden observar obras de infraestructura y desarrollo humano tales como: ampliación y mantenimiento de carreteras, colocación de puentes, asentamientos humanos, tendidos de líneas eléctricas, ermitas, basureros y zonas federales (retenes militares). En suma, las actividades como la agricultura, el ramoneo causado por el ganado asnar feral y la extracción de leña son actividades que complementan el empobrecimiento del hábitat (Fotos 2, 3 y 4).

Por otro lado, las poblaciones de *L. diffusa* han sido víctimas de colecta y tráfico ilegal por parte de coleccionistas y por personas aficionadas a experimentar sus efectos psicotrópicos debido a que se le atribuyen las mismas características químicas que contiene *L. williamsii*, especie con gran cantidad de alcaloides capaces de alterar los sentidos, esto a pesar de que existen estudios químicos sobre ejemplares de *L. diffusa*

que demuestran la ausencia o presencia en diminutas cantidades de los alcaloides encontrados en *L. williamsii* (Todd 1969; Bruhn & Holmstedt 1974; Anderson 2007; Aragane *et al.* 2011).

Históricamente se han reportado importantes extracciones de ejemplares de *L. diffusa* en el estado de Querétaro. Anderson (2007) menciona un reporte de extracción masiva al Norte del poblado de Vizarrón en 1967. También hace mención que en 1991 se confiscó en Holanda un envío de 7 200 plantas de las cuales 1 206 eran ejemplares de *L. diffusa* y el resto de *L. williamsii*.

En nuestras observaciones (2010-2011) pudimos constatar la extracción de plantas en el sitio Ermita y Agua del Ángel (Foto 5). En esta última localidad se encontraron plantas desenterradas y agrupadas a la orilla de una vereda, al parecer en espera de ser recogidas (Foto 6).

Aunado a esto, Scheinvar (2004) hace mención sobre la existencia de laboratorios clandestinos donde se extrae el jugo de las plantas y se envía a laboratorios farmacéuticos. Así mismo, la autora menciona que las poblaciones de peyote se han visto reducidas con el paso del tiempo y que algunas de ellas ya se encuentran extintas.

El análisis de disturbio realizado en las cinco poblaciones siguiendo la metodología de Martorell y Peters (2000), señalan que aunque los factores de transformación presentan diferencias entre sitios, el valor medio de perturbación de los sitios es alto (promedio=49.2 puntos) (Cuadro 3). El puntaje asignado a este criterio fue de 0.8.

Conclusión

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, mediante

la aplicación del Método de Evaluación del Riesgo de Extinción (MER), el puntaje total obtenido de la evaluación de los cuatro criterios anteriormente mencionados es de 3.0, el cual corresponde a una especie en Peligro de Extinción (P). Por lo que proponemos que *L. diffusa* sea re-categorizada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de especie Amenazada (A) a especie en Peligro de Extinción. Así mismo, se propone que la especie sea re-categorizada en la Lista Roja de la IUCN de especie Vulnerable (Vu) a especie en Peligro (EN) y que a su vez sea reubicada del Apéndice II al Apéndice I en el CITES.

Agradecimientos

Agradecemos al personal del Jardín Botánico Regional de Cadereyta “Ingeniero Manuel González de Cosío” por la información brindada. Al Herbario Nacional MEXU del Instituto de Biología de la UNAM. A la Biol. Erika Arroyo por su valiosa colaboración en el trabajo de campo y al CONACYT por la beca 248848 otorgada al primer autor para realizar sus estudios de Maestría. Este trabajo se realizó con el apoyo económico de los proyectos “Ecología Genética y aprovechamiento de los recursos vegetales en las comunidades semiáridas de México” y “Dinámica poblacional de cactáceas amenazadas” (CONABIO 14344142) a cargo de CIJS.

Literatura citada

Anderson E. F. 2001. *The Cactus Family*. Timber Press. Inc. Portland, Oregon. USA.

Anderson E. F. 2007. *Peyote el Cactus Divino*. Ed. Laertes. Barcelona.

Aragane M, Sasaki Y, Nakajima J, Fukumori N, Yoshizawa M, Suzuki Y, Kitagawa S, Mori K, Ogino S, Yasuda I & Nagumo S.

2011. Peyote identification on the basis of differences in morphology, mescaline content and *trnL/trnF* sequence between *Lophophora williamsii* and *L. diffusa*. *J Nat Med*. **65**:103-110.

Arias S, Guzmán U, Mandujano MC, Soto-Galván M & Golubov J. 2005. Las especies mexicanas de cactáceas en riesgo de extinción I. una comparación entre los listados NOM-059-ECOL-2001 (México), La lista roja (IUCN) y CITES. *Cact Suc Mex*. **50**:100-125.

Bravo-Hollis H. 1978. *Las Cactáceas de México*. Vol. I. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Bravo-Hollis H & Sánchez-Mejorada H. 1991. *Las cactáceas de México*. Vol II. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Bruhn J G & Holmstedt B. 1974. Early peyote research: an interdisciplinary study. *Econ Bot*. **28**:353-390.

CITES. 2012. Apéndices I, II y III. Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. <<http://www.cites.org>>

CONABIO. 1997. Provincias biogeográficas de México. <<http://www.conabio.gob.mx>>

Fitz Maurice W A & Fitz Maurice B. 2002. *Lophophora diffusa* en: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>.

Ferrer-Cervantes M E, Méndez-González M E, Quintana-Ascencio P F, Dorantes A, Dzib G & Durán R. 2012. Population Dynamics of the cactus *Mammillaria gaumeri*: an integral projection model approach. *Popul Ecol*. **54**:321-334.

Godínez-Álvarez H, Valverde T & Ortega-Baes P. 2003. Demographic trends in the Cactaceae. *Bot Rev*. **69**:173-203.

Guzmán U, Arias S & Dávila P. 2003. *Catálogo de Cactáceas Mexicanas*. Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Nacional

- Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F.
- Hernández-Oria J G, Chávez-Martínez R J, Galindo-Sotelo G, Hernández-Martínez M M, Laguna-Solís G, Martínez-Romero R, Mendoza-Aguilar T, Sánchez-Hernández J L & Sánchez-Martínez E. 2003. Evaluación de aspectos ecológicos de una nueva población de *Mammillaria mathildae* Kraehenbuehl & Krainz en Querétaro. *Cact Suc Mex.* **48**:100-110.
- Hernández-Oria J G, Chávez-Martínez R J & Sánchez-Martínez E. 2007. Factores de riesgo en las Cactaceae amenazadas de una región semiárida en el sur del desierto chihuahuense, México. *Interciencia.* **32**:728-734.
- Islas-Huitron H. 1999. Estudio ecológico de *Lophophora williamsii* (Lem.) Coulter en una comunidad vegetal perturbada del desierto de San Luis Potosí. Tesis Licenciatura. Iztacala. UNAM.
- IUCN. 2012. IUCN Red List of Threatened Species. <<http://www.iucnredlist.org>>
- Mandujano MC, Gulovob J & Reyes J. 2002. Lo que usted siempre quiso saber de las cactáceas y nunca se atrevió a preguntar. CONABIO. *Biodiversitas* **40**:4-7.
- Martorell E & Peters C. 2000. *Conocimiento y conservación de las mamilarias endémicas del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Reporte final del proyecto R. 166-CONABIO. México.
- Nobel P S. 2002. *Cacti. Biology and Uses*. University of California Press, Los Angeles, USA.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010-Protección Ambiental- *Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres- Categorías de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio. Lista de Especies en Riesgo*. Diario Oficial de la Federación 30 de Diciembre del 2010.
- Ortega-Baes P & Godínez-Álvarez H. 2005. Global diversity and conservation priorities in the Cactaceae. *Biodivers Conserv.* **15**:817-827.
- Reyes J & Terrazas T. 1991. Cactáceas raras, amenazadas y en peligro de extinción de las colecciones del jardín botánico, IB-UNAM. *Amaranto* **4**:7-10.
- Sánchez-Martínez E, Chávez-Martínez R J, Hernández-Oria J G & Hernández-Martínez M M. 2006. *Especies de Cactaceae prioritarias para la conservación en la zona árida Queretano-Hidalguense*. Consejo de ciencia y tecnología del estado de Querétaro. México.
- Santini N, Flores-Moreno H, Ávila Muñoz M E, Díaz Coránguez M, Gasteazoro Piñeiro F & Martorell C. 2007. La cobertura de espinas de los cactus determina que éstos se establezcan bajo nodrizas con distinta fenología. *Cact Suc Mex.* **52**:36-45.
- Scheinvar L. 2004. *Flora Cactológica del Estado de Querétaro Diversidad y Riqueza*. Fondo de Cultura Económica. México D.F.
- Todd J S. 1969. Thin-layer chromatography analysis of mexican populations of *Lophophora* (Cactaceae). *Lloyd.* **32**:395-398.
- Trujillo-Hernández A. 2002. Ecología Fisiológica de la Germinación de las Cactáceas del Género *Lophophora*. Tesis de Maestría en Ciencias (Biología Vegetal). UNAM. Facultad de Ciencias. México D.F.
- Zuñiga B, Malda G & Suzán H. 2005. Interacciones planta-nodrizas en *Lophophora diffusa* (Cactaceae) en un desierto subtropical de México. *Biotropica.* **37**:351-356.

Recibido: mayo 2012; aceptado: agosto 2012.
Received: May 2012; accepted: August 2012.