



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**Nopales Silvestres en “El Cielo” y “Laguna
Madre y Delta del Río Bravo” dos áreas
naturales protegidas del Estado de
Tamaulipas.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

P R E S E N T A:

ABRIL GÓMEZ BARAJAS



DIRECTOR DE TESIS:
DRA. LÉIA AKCELRAD LERNER DE SCHEINVAR
2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno

Gómez

Barajas

Abril

56 22 89 89

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Biología

095004233

2. Datos del tutor

Dra.

Léia

Akcelrad

Lerner

3. Datos del sinodal 1

Dr.

Héctor Manuel

Hernández

Macías

4. Datos del sinodal 2

M. en C.

Mariana

Rojas

Aréchiga



5. Datos del sinodal 3

Dr.

Enrique

Martínez

Meyer

6. Datos del sinodal 4

Biól.

Gabriel

Olalde

Parra

7. Datos del trabajo escrito

Nopales Silvestres en “El Cielo” y “Laguna Madre y Delta del Río Bravo” dos áreas naturales protegidas del Estado de Tamaulipas.

86 p

2011



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por haberme brindado educación, consciencia y libertad desde muy temprana edad, y mostrarme una visión del mundo que jamás me hubiese imaginado.

A la Dra. Léia Akcelrad Lerner de Scheinvar, por todo su apoyo, confianza, compañía y seguimiento durante la elaboración de este proyecto que ahora concluyo, gracias por todos sus consejos.

A todos mis sinodales: Dr. Héctor Manuel Hernández Macías, Dr. Enrique Martínez Meyer, M. en C. Mariana Rojas Aréchiga, Biól. Gabriel Olalde Parra, gracias por sus comentarios que me sirvieron para mejorar este trabajo y ampliar mi panorama. Además de ser un ejemplo a seguir.

A él M. en C. Carlos Gómez Hinostrosa, por su apoyo en la búsqueda del material de herbario, gracias.

A todos mis compañeros y amigos del Laboratorio de Cactología del Jardín Botánico de la UNAM: Dulce, Elia, Libertad, Marlen, Miriam, Yola, Roberto, Ángel, Daniel, Cesar y Alejandro.

A Roberto Ortiz, por su amistad, por su compañía en el campo, y por todas las fotografías que me dono para este trabajo, gracias.



DEDICATORIA

Dedico este trabajo y todos mis logros a dos personas que siempre han estado en mi vida: mi mamá y mi amor, a las que amo y siempre amare, porque me han enseñado lo más bello del mundo que es el amor y el respeto por la vida. Gracias por todos sus consejos y por darme ese ejemplo de lucha incansable para lograr lo que uno más anhela, LAS AMO.

A mis tías Sonia y Carito, por ser mis segundas mamás, y siempre apoyarme cuando lo necesite las quiero mucho.

A tod@s mis prim@s con l@s que he compartido muchas experiencias en mi vida y por esos momentos que siempre nos mantendrán unidos, L@s quiero mucho.

A mi padre, que a pesar de llegar tarde a mi vida siempre estuviste presente en mi corazón, gracias por todo el apoyo, los consejos y el tiempo que me has dado, Te quiero.

A Jorge-Gore, por todo tu apoyo durante la elaboración de este proyecto, y por compartir grandes momentos de la vida juntos, siempre te llevaré en el corazón, Te Amo.

A todas aquellas grandes personas que yo les llamo mis amig@s, con las que he compartido ideales, risas, llantos, borracheras, y miles de cosas extrañas, con las que conocí lo que era la hermandad y la esperanza de un mundo mejor, porque con ustedes viví cosas cruciales que me cambiaron la vida, Gracias: Katia, Chynt, Julia, Bere, Isra, Chos, Chano, Muerto, Chaman, Samir, Kika, Bizbi, y demás...

Y con todo mi cariño a las personas que ya no están con nosotros, pero que siempre tendré en mi mente y mi corazón: mi abuelito, mi prima Karla, al Chivo (José Manuel), al Buitre (Armando) y con gran aprecio al Mtro. Manolo Vargas.

..... y a mí gorda....Laika



Gracias, oh creador, por enseñarme a amar y perdonar, a perdonar y amar.....

Mtro. Manolo Vargas.



ÍNDICE

| | |
|---|----|
| Resumen..... | 9 |
| Introducción..... | 10 |
| La Familia Cactaceae..... | 11 |
| Subfamilia Opuntioideae..... | 12 |
| Antecedentes..... | 13 |
| Descripción del área de estudio | 17 |
| Reserva de La Biosfera “El Cielo”..... | 17 |
| Área de Protección de Flora y Fauna “Laguna Madre y Delta del Río Bravo”..... | 21 |
| Justificación..... | 28 |
| Objetivos..... | 29 |
| Método..... | 30 |
| Resultados..... | 33 |
| Clave dicotómica para la identificación de las especies de nopales silvestres encontrados en la Reserva de la Biosfera “El Cielo” y “Laguna Madre y Delta del Río Bravo”..... | 44 |
| <i>Nopalea auberi</i> | 45 |
| <i>Nopalea dejecta</i> | 47 |
| <i>Nopalea karwinskiana</i> | 48 |
| <i>Nopalea nuda</i> | 50 |
| <i>Opuntia atrispina</i> | 53 |
| <i>Opuntia engelmannii</i> | 54 |
| <i>Opuntia macrorhiza</i> | 58 |
| <i>Opuntia maxonii</i> | 60 |
| <i>Opuntia phaeacantha</i> | 61 |
| <i>Opuntia polyacantha</i> | 64 |
| <i>Opuntia stricta</i> | 66 |
| <i>Opuntia undulata</i> | 69 |
| Discusión y Conclusión..... | 71 |
| Literatura Citada..... | 73 |
| Anexo I..... | 82 |
| Anexo II..... | 86 |



ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1.- Especies de nopales silvestres consumidos por los pobladores de la Reserva de la Biosfera “El Cielo” | 14 |
| Cuadro 2.- Especies de Nopales Silvestres de importancia forrajera en la Reserva de la Biosfera “El Cielo” | 14 |
| Cuadro 3.- Atributos ecológicos determinados en el análisis de viabilidad..... | 26 |
| Cuadro 4- Escala de valores utilizados para cada uno de los indicadores determinados en el análisis de viabilidad..... | 27 |
| Cuadro 5.- Municipios y localidades en donde se colectaron nopales silvestres..... | 33 |
| Cuadro 6.- Especies de nopales silvestres presentes en cada tipo de vegetación indicado..... | 36 |



RESUMEN

Tamaulipas es uno de los estados de la República Mexicana con gran diversidad cactológica, donde los géneros *Opuntia* y *Nopalea* están ampliamente distribuidos. La Reserva de la Biosfera “El Cielo” y el Área de Protección de Flora y Fauna “Laguna Madre y Delta del Río Bravo” (LMyDRB), son áreas con alta diversidad biológica debido a que se encuentran en una zona de transición entre dos ecozonas. Para determinar la diversidad de especies de nopales silvestres en estas áreas naturales se realizaron 55 colectas en dos salidas de prospección, encontrándose 12 especies: *Opuntia atrispina* (1), *O. engelmannii* (17), *O. macrorhiza* (1), *O. maxonii* (1), *O. phaeacantha* (5), *O. polyacantha* (2), *O. stricta* (8), *O. undulata* (1), *Nopalea auberi* (1), *N. dejecta* (1), *N. karwinskiana* (6) y *N. nuda* (11). La mayor parte de las especies se colectó en LMyDRB. La especie más abundante es *O. engelmannii*. Las especies presentes y endémicas en México son: *N. dejecta*, *N. karwinskiana*, *O. maxonii* y *O. undulata*. A excepción de *O. polyacantha*, ninguna de las especies colectadas está citada en la NOM-059-ECOL-2001. El material colectado sirvió para incrementar *ex situ* con 55 plantas de 12 diferentes especies (una por cada colecta) la “Colección Nacional de Nopales Silvestres Mexicanos” del Jardín Botánico del IB-UNAM, además de aportar 55 nuevas exicatas al Herbario Nacional de México. Se hace una propuesta de conservación *in situ*.



INTRODUCCIÓN

La República Mexicana es uno de los siete países con mayor diversidad biológica en el mundo (Sarukhán y Dirzo, 1992; CONABIO, 2010), pero poseer tal riqueza implica no sólo un privilegio, sino también la responsabilidad de conocerla, protegerla y utilizarla adecuadamente (Carabias, 1995). Hernández (2006) señala que México es un país importante desde la perspectiva de la conservación no sólo por su gran biodiversidad, sino también por su alto porcentaje de especies endémicas.

En México, una de las estrategias de conservación *in situ* son las Áreas Naturales Protegidas (ANP's), las cuales constituyen zonas del territorio y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieran ser preservados y restaurados (LGEEYPA, 2008; Melo, 2002). Hernández (2006) considera que las ANP's proveen varios beneficios, siendo el más evidente la conservación de la biodiversidad, además de provee bienes y servicios ecológicos

Los objetivos de dichas ANP's son: salvaguardar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas del país, los ecosistemas más frágiles, la diversidad genética de las especies silvestres, las especies que están en peligro de extinción, amenazadas, endémicas, raras y las que se encuentran sujetas a protección especial. Asimismo, generar, rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías tradicionales o nuevas que permitan la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional y proteger los entornos naturales de zonas, proporcionar un campo propicio para la investigación científica y el estudio de los ecosistemas y su equilibrio (CONABIO, 2000; LGEEYPA, 2008). Además, las áreas naturales protegidas son consideradas por la mayoría de los expertos en conservación ecológica, de vital importancia en la protección de la biodiversidad (Cantú *et al.*, 2005).

En México, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 2008) divide las áreas naturales protegidas en 9 categorías: Reservas de la Biosfera, Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Áreas de Protección de Recursos Naturales, Áreas de Protección de Flora y Fauna, Santuarios, Parques y Reservas Estatales, Zonas de Conservación Ecológica Municipales y Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación.

La encargada de administrar las ANP's es la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) que actualmente administra 174 áreas naturales de carácter federal, que representan más de 25,384,818 de hectáreas, siendo éstas: 41 Reservas de la Biosfera, 67 Parques Nacionales, 5 Monumentos Naturales, 8 Áreas de Protección de Recursos Naturales, 35 Áreas de Protección de Flora y Fauna y 18 Santuarios (CONANP, 2010).



Dentro de la CONANP, existe el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP), que incluye áreas que por su biodiversidad y características ecológicas, son consideradas de especial relevancia en el país. A la fecha se han registrado en el SINAP 61 Áreas Naturales Protegidas: 34 Reservas de la Biosfera, 15 Parques Nacionales, 10 Áreas de Protección de Flora y Fauna, 1 Monumento Natural y 1 Santuario, cubriendo una superficie de 12,999,100 ha (CONANP, 2010).

El Estado de Tamaulipas es una de las zonas más importantes en el noreste de México en cuanto a diversidad cactológica se refiere (Martínez- Ávalos *et al.*, 1994). Se ubica al noreste de la República Mexicana, siendo una zona de transición entre dos regiones biogeográficas: neártica y neotropical, confiriéndole gran diversidad biológica. Su elevación varía entre 0-3.500 msnm (Cantú *et al.*, 2005).

Actualmente el Estado cuenta con seis ANP's con decreto estatal que son: Laguna la Vega Escondida (Zona Especial Sujeta a Conservación Ecológica), Bernal de Horcasitas (Monumento Natural), Colonia Parras de la Fuente (Área Protegida Ecológica), El Cielo (Reserva de la Biosfera), Laguna la Escondida (Parque Urbano) y Altas Cumbres (Zona Especial Sujeta a Conservación Ecológica) y dos ANP's con decreto federal que son: El Santuario "Rancho Nuevo" y el Área de Protección de Flora y Fauna "Laguna madre y Delta del Río Bravo". La presente investigación, se concentra en la Reserva de la Biosfera "El Cielo" (RBC) y el Área de Protección de Flora y Fauna "Laguna Madre y Delta del Río Bravo" (LMyDRB), ambas pertenecientes al SINAP.

La familia Cactaceae

Las cactáceas son plantas superiores suculentas, perennes, endémicas del continente americano. Se extienden desde el sur de Canadá hasta Sudamérica, al sur de Chile y Argentina. Se encuentran distribuidas especialmente en las regiones áridas y semi-áridas, aunque también podemos encontrarlas en zonas subtropicales y tropicales (Bravo, 1978; Scheinvar, 2009). Por sus condiciones de latitud, topografía, tipos de suelo y climas, México es un importante centro de diversificación de cactáceas (Bravo, 1978), Guzmán (*et al.*, 2003) reconoce 913 taxones, entre 669 especies y 244 subespecies, agrupadas en 63 géneros, de estos 25 géneros, 518 especies y 206 subespecies son endémicos para México. Hernández y Godínez (1994) calculan que los endemismos de las especies en esta familia son del orden del 78% y del 73% a nivel de género, mientras que Arias (1993) estima que el endemismo a nivel de género es de 35% y el de especie de 84%.

Las cactáceas pertenecen al Orden Caryophyllales y comprende tres subfamilias: Pereskioideae, Cactoideae y Opuntioideae (Bravo, 1978; Britton y Rose, 1919).



Subfamilia Opuntioideae

Opuntioideae, es la subfamilia a la que pertenecen los nopales. Su característica más conspicua es la presencia de glóquidas que aparecen en casi todas las aréolas de los tallos, flores y frutos. Están conformados por cladodios o artículos aplanados (forma de raqueta) fotosintéticos, unidos entre sí formando una “cadena”. Presentan tres formas de vida: rastrera, arbustiva y arbórea. Se reconocen dos géneros de nopales: *Opuntia* y *Nopalea* (Bravo, 1978; Guzmán, 1997; Scheinvar *et al.*, 2009).

El género *Opuntia* se encuentra principalmente en zonas áridas y semi-áridas de México, que constituyen más del 60% del territorio nacional, donde puede formar grandes comunidades llamadas nopaleras (Bravo, 1978). Se ha considerado que las nopaleras son de los ecosistemas más diversos y se encuentran principalmente en el centro-norte de la República Mexicana, en los Estados de Hidalgo, Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas, muchas de las cuales fueron destruidas por actividades ganaderas y agrícolas, entre otras. También pueden estar representados por algunos individuos esporádicos en casi todos los tipos de vegetación (Miranda y Hernández, 1963; Mandujano *et al.*, 1996).

El género *Nopalea* es nativo de México y Guatemala, donde crece en Selvas Bajas Caducifolias. Se cultivan en diversos lugares de América tropical, especialmente para formar setos vivos, y por sus elementos comestibles. En México tiene una distribución muy amplia, principalmente en la costa del Pacífico y del Golfo de México (Bravo, 1978).

El uso y aprovechamiento de los nopales se ha llevado a cabo desde la época prehispánica, con fines alimenticios, medicinales y ornamentales (Bravo, 1978) El nopal en el centro de México forma parte de los alimentos básicos en la población que habita en zonas áridas y semi-áridas, aprovechándose el cladodio como verdura y sus frutos: dulces (tunas) y ácidos (xoconostles). Además, se aprovecha la raíz como medicina y sus tallos secos como madera y forraje (Scheinvar *et al.* 2009).

El nopal también tiene una gran importancia en la economía del país, ya que datos tomados de internet de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), comentan que en el país, se destinan poco más de 30 mil hectáreas para la producción de nopal verdura y forrajero e involucra alrededor de 90,000 productores (Zimmerman, 2006), para la producción de tuna aproximadamente se destinan 53 mil hectáreas, principalmente en los estados de México, Oaxaca, Distrito Federal y Zacatecas, a estas actividad se dedican alrededor de 120,000 productores y se estima que el valor de su producción supera los dos mil 500 millones de pesos (SAGARPA, 2010).



ANTECEDENTES

Reserva de la Biosfera “El Cielo”

En la Reserva de la Biosfera “El Cielo” (RBC), se han realizado diversos estudios que demuestran la gran riqueza biológica de la zona, tal como lo mencionan Casas y Requena (2005) en su estudio geográfico del área, indicando que hay convergencia de diferentes condiciones geológicas, climáticas y biológicas que determinan una riqueza natural de gran magnitud. Asimismo, González-Medrano (2005) considera que debido a que en la reserva se encuentra el límite norte de varios taxa neotropicales, y la convergencia con especies boreales, esto determina que la vegetación sea muy variada. Los referidos autores señalan que otros factores como la diversidad en la geomorfología, el clima, el sustrato geológico y los suelos derivados de éste, han favorecido la formación de diferentes hábitats. Igualmente, Puig (2005) señala que la presencia del Bosque Mesófilo de Montaña en la región tiene gran importancia en las migraciones recíprocas de los taxa sudamericanos, australes y andinos hacia el norte, y de taxa norteamericanos y boreales hacia el sur.

La diversidad encontrada en el área abarca diferentes aspectos, desde los botánicos hasta los faunísticos. En el trabajo realizado por Sosa *et al.* (2005) que a su vez cita a Álvarez (1963), encontraron 99 especies de mamíferos, lo que representa 19% de las especies registradas para Mesoamérica, el 22% de los mamíferos terrestres conocidos en México y el 81% de los mamíferos registrados para Tamaulipas hasta 1963. En el caso de la herpetofauna, Lavín *et al.* (2005) registraron 107 especies que representan el 10.35% del total registrado para México. En cuanto a la avifauna, Gram *et al.* (2005) reconocen en la RBC 272 especies, de las cuales 181 son residentes (66%) y 91 migratorias (33%), indicando que 14 especies son endémicas de México. Hernández *et al.* (2005) indica que la diversidad florística está representada por 581 especies que representan cerca del 70% de la flora de la Reserva del Cielo, de éstas 26 son endémicas y 20 son consideradas como vulnerables, amenazadas o en peligro de extinción y consideran que la mayor diversidad de especies vegetales se encuentra en el Bosque Mesófilo de Montaña.

González-Medrano (2005) describe en el área 10 tipos de vegetación: Selva Baja Caducifolia, Selva Media Subperennifolia, Bosque Caducifolio, Bosque Mesófilo de Montaña, Bosque de Pino, Bosque de Encino, Bosque Mixto de Pino-Encino, Chaparral, Matorral Alto Subinermes o Matorral Submontano, Matorral Submontano con Yuca y Vegetación Riparia.

En cuanto a la presencia de los géneros *Opuntia* y *Nopalea*, Hernández *et al.* (2005) solo refieren a *O. lindheimeri* Engelm. (aquí referida como *O. engelmannii* Salm-Dyck) y *Opuntia* spp.



González-Medrano (2005) solo menciona un registro de *Nopalea dejecta* Salm- Dyck, en la selva baja caducifolia y en el matorral espinoso: *Opuntia leucotricha* DC., *O. engelmannii*, *O. microdasys* (Lehm.) Pfeiff., *O. rastrera* F.A.C.Weber. (aquí considerada como *O. engelmannii* var. *rastrera* (F.A.C.Weber) Parfitt y Pinkava) y *O. stenopetala* Engelm.

Pérez *et al.* (2005) mencionan algunas especies de nopales silvestres consumidos por los pobladores de la Reserva BC (Cuadro 1).

Cuadro 1.- Especies de nopales silvestres consumidos por los pobladores de la Reserva de la Biosfera “El Cielo”.

| Nombre científico | Nombre común | Parte utilizada | Consumo | Abundancia | Forma biológica | Vegetación |
|-----------------------|--------------|-----------------|----------|------------|-----------------|-----------------------------|
| <i>N. dejecta</i> | Chamacuero | Penca | En guiso | Común | Arbustivo | Bosque Tropical Caducifolio |
| <i>O. engelmannii</i> | Nopal cuijo | Penca | En guiso | Común | Arbustivo | Matorral Xerófilo |
| <i>Opuntia spp.</i> | Nopal | Penca | En guiso | Escaso | Arbustivo | Matorral Xerófilo |

Asimismo, Mora *et al.* (2005) mencionan las siguientes especies de nopales de importancia forrajera en el área de estudio (Cuadro 2), finalmente Seigler (2005), menciona que la comunidad de la RBC utiliza los cladodios de los nopales como medicina para combatir infecciones estomacales.

Cuadro 2.- Especies de Nopales Silvestres de importancia forrajera en la Reserva de la Biosfera “El Cielo”.

| Nombre científico | Nombre común | Valor Forrajero | Abundancia | Vegetación |
|------------------------|---------------|-----------------|------------|-----------------------------|
| <i>O. dejecta</i> | Chamacuero | Bueno | Común | Bosque Tropical Caducifolio |
| <i>O. engelmannii</i> | Nopal cuijo | Bueno | Abundante | Matorral Xerófilo |
| <i>O. ficus-indica</i> | Nopal | Bueno | Común | Cultivada |
| <i>O. leucotricha</i> | Duraznillo | Bueno | Escaso | Matorral Xerófilo |
| <i>O. rastrera</i> | Arrastradillo | Bueno | Común | Matorral Xerófilo |
| <i>O. stenopetala</i> | Arrastradillo | Bueno | Común | Matorral Xerófilo |



En la obra “Historia Natural de la Reserva de la Biosfera “El Cielo”, editada por Sánchez–Ramos, Reyes-Castillo y R. Dirzo (2005) se encuentran 64 artículos referentes a diferentes temas relacionados con la reserva, pero solamente en los artículos sobre vegetación, cactáceas, etnobotánica y plantas forrajeras, se mencionan las pocas especies registradas para la reserva y referidas en los párrafos anteriores.

Área de Protección de Flora y Fauna “Laguna Madre y Delta del Río Bravo”

Con relación a los antecedentes relacionados con estudios realizados en el Área de Protección de Flora y Fauna “Laguna Madre y Delta de Río Bravo” (LMyDRB), indican gran riqueza del sitio.

Sánchez (2006) indica que la Laguna Madre es uno de los ecosistemas de lagunas costeras más grande de México y Zamora (2005) considera que es uno de los principales humedales y debe ser una región prioritaria por su riqueza biológica de alta productividad económica, región de variados ambientes de excelsa biodiversidad y riqueza en recursos naturales.

Beck *et al.* (2000) refieren esta área como un sitio prioritario para la conservación en el Plan Ecoregional elaborado por The Nature Conservancy (TNC) y en el Acta Norteamericana para la Conservación de Humedales (NAWCA), refieren que esta riqueza se debe a que la laguna se encuentra entre las dos regiones biogeográficas: la neártica y la neotropical.

Britton y Morton (1989), Beck (2000), Tunnell (2002), así como Carrera (2004), Zamora (2005) y TNC (2010), refieren que LMyDRB es el único sistema de lagunas hipersalinas en el Continente Americano y en conjunto con la porción de Texas, E.U.A., es considerado como el sistema hipersalino más grande del mundo.

Arriaga *et al.* (2000) menciona que la LMyDRB es un corredor biológico y Tunell (2002) señala que la Provincia Biótica Tamaulipeca es muy importante como ruta de dispersión para especies tropicales que se desplazan hacia el norte y para especies forestales y herbáceas que se desplazan hacia el sur. Asimismo, Zamora (2005) refiere que es el límite norte de la distribución geográfica de los manglares del Golfo de México y del ocelote, el yaguarundí, el jaguar y el tigrillo.

Carrera (2004) indica que la Laguna Madre en Tamaulipas alberga 323 especies de vertebrados terrestres, que significan más del 16% del total reportado para México. Para la mastofauna se tienen registradas 54 especies, la avifauna está representada por 219 especies, mismas que representan el 21.5% del total de aves reportadas para el país. Zamora (2005) reporta 39 especies de reptiles y 17 especies de anfibios, en cuanto a la ictiofauna Tunell (2002) encontró 122 especies de peces e indica



que presenta un mayor número de especies tropicales con respecto a la porción de la Laguna Madre de Texas.

La Laguna Madre también es una zona muy importante para la agricultura, ganadería, pesca y turismo, pilares del desarrollo de la zona y elementos clave en la problemática de la conservación de la biodiversidad del área (TNC, 2010).

Tunell (2002), en su trabajo titulado “Comprehensive Bibliography of The Laguna Madre of Texas & Tamaulipas”, da a conocer una lista que incluye 1,396 referencias de trabajos realizados durante más de 70 años, con énfasis en estudios sobre fauna y vegetación acuática.

En los estudios revisados no se encontró ninguna referencia sobre los nopales silvestres (géneros: *Opuntia* y *Nopalea*) en el ANP.

Base de datos

Teniendo en vista la importancia del conocimiento de los recursos naturales en México, en el laboratorio de Cactología del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IB-UNAM), se desarrolló un proyecto para el estudio de las especies silvestres de nopales mexicanos (CONABIO, GE005 X IBUNAM). En dicho proyecto, se conformó una base de datos con el registro de los ejemplares de 43 herbarios mexicanos y 3 extranjeros, además con datos de los nopales colectados en el campo. Dicha base contiene hasta la fecha 5760 registros de nopales silvestres de toda la República Mexicana. Hasta antes de la presente investigación, para el Estado de Tamaulipas se tenían 111 registros de nopales silvestres, 25 especies de *Opuntia* y 2 especies de *Nopalea*.

En dichos registros se tienen para la Reserva de la Biosfera el “Cielo”: *Nopalea dejecta*, *N. karwinskiana* Salm-Dyck, 1898, *Opuntia aciculata* Griffiths, 1916, *O. engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm, 1850, *O. guilanchi* Griffiths, *O. microdasys* (Lehman) Pfeiff. 1837, *O. pubescens* H.L.Wendland ex Pfeiff. 1837, *O. santa rita* (Griffiths & Hare) Rose 1908. Para el Área de protección de Flora y Fauna LMyDRB se tienen registros de: *Opuntia engelmannii* y *O. stricta*.



DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Reserva de la Biosfera El Cielo

Generalidades

Las áreas denominadas Reserva de la Biosfera son áreas relevantes que incluyen ecosistemas bien conservados, hábitats de especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, y alojan ecosistemas o fenómenos naturales de especial importancia, o especies de flora y fauna que requieren protección especial (LEGEEPA, 2009).

La Reserva de la Biosfera “El Cielo” se localiza al suroeste del estado de Tamaulipas, en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental, en los Municipios de Gómez Farías (23,124 ha; 16%), Ocampo (23,124 ha; 16%), Jaumave (80,935 ha; 56%) y Llera de Canales (17,343 ha; 12%), abarcando una superficie de 144,530 ha. (CONABIO, 1995). Sus coordenadas extremas se encuentran entre los paralelos 22° 55’30” y 23° 15’50” latitud norte y los meridianos 99° 05’50” y 99° 26’30” longitud oeste (Casas *et al.*, 2005). Está limitada al Norte por el Río Guayalejo, al Sur por el Municipio de Ocampo, al Oriente por la cota altitudinal de los 200 msnm, además del Río Sabinas y el nacimiento del mismo, y al Occidente por la zona semidesértica de Tula y el Valle de Jaumave (Plan de manejo, 1996).

Fue establecida mediante decreto estatal, publicado el 13 de Julio de 1985 emitido por el Poder Ejecutivo Estatal de Tamaulipas e incorporándose al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) de México el 30 de julio de 2001 (CONANP, 2010) y forma parte de la Red Internacional de Reservas del programa MAB (El Hombre y la Biosfera) de la UNESCO (Dirzo, 2005).

Zonas núcleo

La reserva se divide para su manejo en dos tipos básicos de zonas: la superficie establecida para su estricta conservación como “Santuario de Vida Silvestre” denominada “reserva natural” o “zona núcleo”. De esta categoría se tienen dos diferentes áreas en la Reserva, por otro lado está la “zona de amortiguamiento” que rodea a las zonas núcleo y tiene como fin protegerlas de cualquier efecto externo adverso (Casas *et al.*, 2005).

La primera Zona Núcleo se encuentra hacia el norte de la reserva, y cuenta con una superficie de 28,695 ha, protege fundamentalmente al Bosque Mesófilo de Montaña, Bosque Mixto de Pino-Encino y Bosque Tropical Subcaducifolio. La segunda Zona Núcleo cuenta con una superficie de 7,844



ha, se localiza en la parte sur de la reserva y protege parte del Bosque Tropical Subcaducifolio y Bosque Mesófilo de Montaña (Casas *et al.*, 2005; Gómez-Pompa, 2005). En estas zonas se pretende conservar las regiones no alteradas pues constituyen el banco genético de las especies, y por lo tanto las únicas actividades autorizadas no deben alterar el ecosistema y se orientan primordialmente a la investigación científica, educación ambiental, protección y conservación de los recursos naturales (Casas *et al.*, 2005).

La zona de amortiguamiento rodean las zonas núcleo y tiene una superficie de 107,992 ha., en ellas solo se autorizan las actividades productivas adecuadas a la región. La caza, la pesca y la explotación forestal están restringidas (E-local, 2010) (Fig. 1a y b).

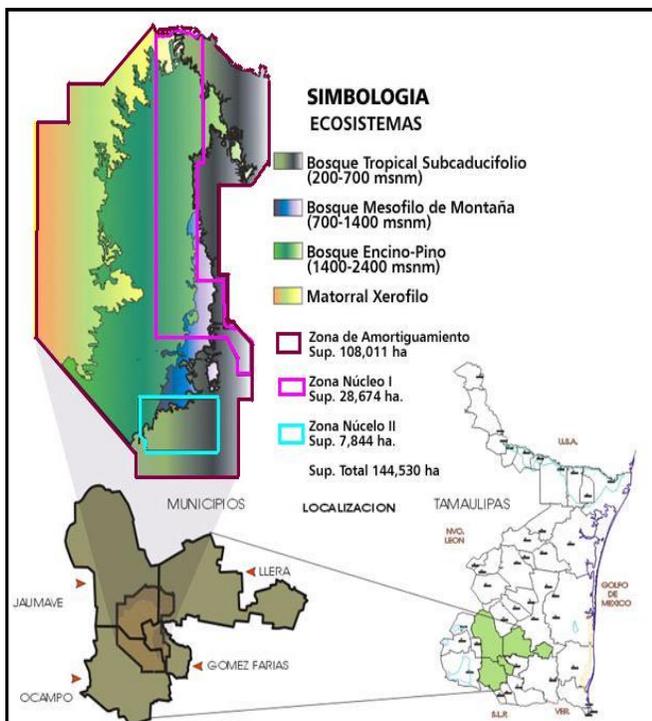


Figura. 1a.- Mapa geográfico indicando las zonas núcleo, zona de amortiguamiento y tipos de vegetación (Gov. Tamp. 2009).

Reserva de la Biosfera "El Cielo"

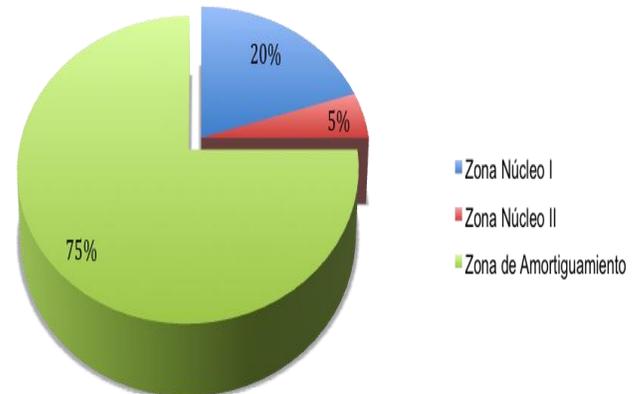


Figura. 1b.- Diagrama indicando en azul el porcentaje de la zona núcleo I, en rojo la zona núcleo II y en verde la zona de amortiguamiento.

Condiciones geográficas

Geología

La región de la Reserva de la Biósfera "El Cielo" se ubica en la vertiente Este de la Sierra Madre Oriental, está constituida principalmente por masas calcáreas secundarias de origen sedimentario que surgieron durante el Cretácico Inferior (Gómez-Pompa, 2005).



Edafología

En general, en todas las zonas de la Sierra predominan suelos derivados de la disolución de calizas, donde existen diferentes asociaciones de suelos relacionados principalmente con la topografía, geomorfología y litografía (Plan de manejo, 1996; Gómez-Pompa, 2005).

Topografía

La reserva se localiza dentro de la provincia de la Sierra Madre Oriental, los macizos montañosos principales son: la Sierra de los Nogales, en la porción norte de la reserva, la Sierra de Santa Fe, en la porción noroeste de la reserva y hacia el sur muy cerca de Ocampo, se localiza la Sierra de Tamalave, parte de esta sierra ha recibido el nombre de Sierra de Cucharas o de Guatemala (la mayor parte de la Reserva se localiza en la Sierra de Cucharas) (Gómez-Pompa, 2005).

El rango altitudinal del área protegida abarca desde los 200 msnm en la parte oriental de la Reserva hasta los 2,300 msnm en la parte central, donde se encuentran dos elevaciones importantes de la Sierra de Guatemala. Las pendientes son tan pronunciadas que la altitud varía en algunos sitios desde los 300 m hasta 2,100 m en tan solo 7 km (Plan de manejo, 1996).

Hidrología

La Reserva se encuentra dentro de la Región Hidrológica 26 (RH26) abarcando una área de 16,226.07 Km² en la llamada Cuenca Baja del Río Panuco, catalogada dentro de las cinco de mayor importancia a nivel nacional, tanto por su interés hidrológico como por la superficie que ocupa, con escurrimientos de 200 a 500 mm y constituida por las corrientes de los Ríos Pánuco, Guayalejo, Moctezuma y Tam Poa (Plan de manejo, 1996; INEGI, 2009).

Clima

En la RBC debido a su orografía, altitud y la cercanía con el Golfo de México hacen que esta zona sea una barrera natural para los vientos húmedos que llegan del este y del sureste, lo que provoca la descarga de gran cantidad de humedad, en forma de lluvia o niebla (Casas *et al.*, 2005; Gómez-Pompa, 2005).

Los climas de la reserva se pueden agrupar en 3 de acuerdo a su altitud: clima cálido-subhúmedo con lluvias en verano [Aw0], entre 300 y 800 m de altitud y precipitaciones anuales entre 1,500 y 2,000 mm, semicálido subhúmedo con lluvias en verano [(A)C(w0)] entre los 700 y los 1,400 m



de altitud y precipitaciones mayores a 2,000 mm anuales, aquí es donde se presenta la mayor parte del Bosque Mesófilo y el clima templado subhúmedo con lluvias en verano [Cwo] entre los 1,400 y los 2,400 m de altitud y precipitación anual de 1,000 a 1,500 mm (Casas *et al.*, 2005; Gómez-Pompa, 2005).

Vegetación

La posición geográfica de la Reserva y su cercanía con el Trópico de Cáncer ha favorecido que especies de afinidades boreales y neotropicales se presenten en esta región, siendo la reserva límite norte de varias taxa neotropicales. Asimismo la mayor parte de la Reserva se localiza sobre la Sierra Madre Oriental, lo cual ha permitido la migración de la biota en sentido norte-sur y viceversa, otro factor es la topografía tan variada, los climas presentes y la diferencia de altitud (González-Medrano, 2005).

Los tipos de vegetación presentes en la región están asociados a las condiciones climatológicas y topográficas, siendo los principales tipos de comunidades vegetales: a) Bosque Tropical Subcaducifolio, abarca de los 200 a 800 msnm, b) Bosque Mesófilo de Montaña, de los 700 a 1400 msnm, c) Bosque de *Quercus*, entre los 700m a 1000m, d) Bosque de Coníferas, por arriba de los 1400 msnm y e) Matorral Xerófilo, a una altitud de 1600msnm (Casas *et al.*, 2005; Gómez-Pompa, 2005). Martínez-Ávalos *et al.* (2005) señalan que en la RBC el Matorral Xerófilo es el tipo de vegetación más importante por su alta diversidad de cactáceas.

Asentamientos humanos

En la Reserva se encuentran aproximadamente 22 ejidos, de éstos: Lázaro Cárdenas (Julilo, Malacate y San Pablo), Gómez Farías II y Ampliación El Azteca, se localizan en la zona núcleo I. Los ejidos Joya de Manantiales, Benito Juárez, Celestino Gasca, Francisco Villa y Emilio Portes Gil, se ubican principalmente en la zona núcleo II. En la zona de amortiguamiento se localizan los ejidos, Alta Cima, San José, Joya de Salas (20 de Abril), la cabecera municipal de Gómez Farías, Nuevo Pensar del Campesino, Emiliano Zapata, San Vicente, Ampliación San Lorenzo, Padrón y Juárez, Los Manantiales, Gustavo Cáceres, Oscar Hernández Nava, San Lorencito, El Carmen (Plan de manejo, 1996)

Existe una población aproximada de 20,000 habitantes en las 144,000 ha. de la RBC ubicados principalmente en siete localidades, de los cuales solamente cuatro son formales: Gómez Farías, El Nacimiento, Veinte de Abril o Joya de Salas y Alta Cima (Plan de manejo, 1996; INEGI, 2005).



Tenencia de la Tierra

Es predominantemente de propiedad ejidal, ya que de un total de 144,530 ha., el 79 % pertenece a este sector, con una superficie de 114,178 ha. La propiedad privada es el segundo tipo de tenencia más importante, cuenta con 15,000 ha., lo que da un 10 % del total, y el tipo de tenencia federal es del 3 % con 5,000 ha. de superficie. El Gobierno del Estado ha adquirido 7,000 ha. de la zona declarada como núcleo en la RBC, con la finalidad de garantizar su conservación (Plan de manejo, 1996).

Uso de Suelo

En la región que comprende la Reserva de la Biósfera "El Cielo" están establecidas 41 comunidades. En ellas la mayor parte de las personas se dedican a la explotación del bosque, agricultura de subsistencia, ganadería y en menor escala a la fruticultura.

El uso de suelo en el área protegida dedicado a la agricultura abarca un área de 8,084 ha. de las cuales 1,055 ha. son de riego y 7,029 ha. de temporal, los principales cultivos son: maíz, frijol, arroz y en menor cantidad avena, cebada, haba y chícharo, en general la agricultura usa el sistema de roza-tumba-quema (el terreno es cultivado tres años o menos y luego se abandona). El uso del suelo en la zona de influencia en la parte oriental de la reserva, es de agricultura altamente mecanizada y con una gran proporción de insumos y en menor proporción la explotación ganadera con ganado estabulado (Gómez-Pompa, 2005).

Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (LMyDRB)

Generalidades

Las Áreas de Protección de Flora y Fauna (APFF) son aquellas que contienen los hábitats de cuyo equilibrio y preservación depende la existencia, transformación y desarrollo de las especies de flora y fauna silvestres (Diario Oficial, 2005). La región denominada Laguna Madre y Delta del Río Bravo (LMyDRB) comprende la porción noreste del Estado de Tamaulipas, abarcando porciones de los Municipios de Matamoros, San Fernando y Soto la Marina. Cuenta con una superficie de 572, 808 ha. (PRONATURA, 2008) y fue decretada el 14 de abril del 2005 (Diario Oficial, 2005).

El APFF LMyDRB se localiza en la provincia fisiográfica denominada Llanura Costera del Golfo Norte y en la subprovincia de la Llanura Costera Tamaulipeca (PRONATURA, 2008; INEGI, 2009) constituye una sola unidad ecológica que comparte el mismo régimen hidrológico de inundaciones que



depende del balance entre agua marina y la que recibe de estrechos pasos (bocas) y agua dulce proveniente de escurrimientos de los ríos (Diario Oficial, 2005) (Fig 2).

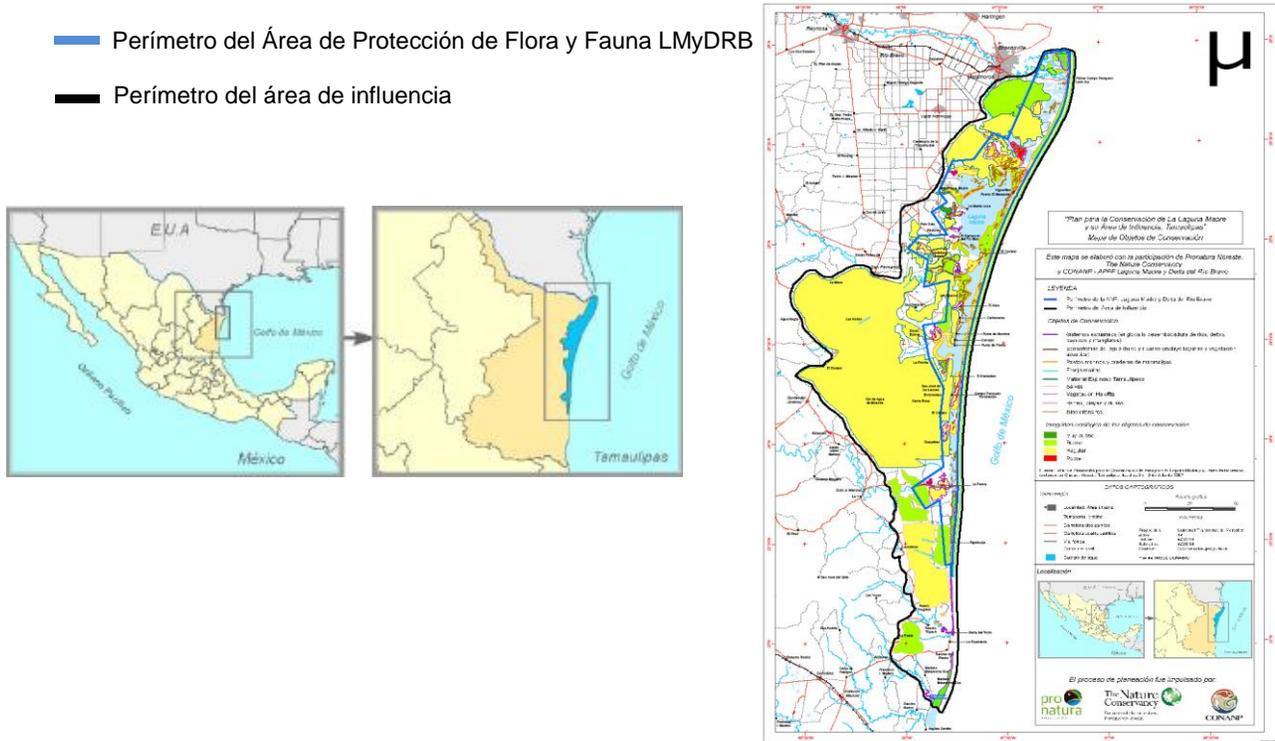


Figura 2.- Mapas de ubicación del Área de Protección de Flora y Fauna “Laguna Madre y Delta del Río Bravo” (PRONATURA, 2008).

La riqueza y diversidad biológica que posee la región se debe a su ubicación, ya que se encuentra entre dos regiones biogeográficas, la Neártica y la Neotropical, que recibe drenaje de dos regiones hidrológicas, la cuenca del Río Bravo y la cuenca de los ríos San Fernando-Soto La Marina. Tiene la influencia de dos provincias marinas, la Carolineana y la Caribeña, lo cual da origen a diversos tipos de suelos, climas y regímenes de precipitación y humedad, aunado a que esta región constituye el límite norte de distribución a lo largo del Golfo de México de la vegetación tropical como: manglar, selva mediana y selva baja (Britton & Morton, 1989; Tunnell, 2002; TNC, 2010; Diario Oficial, 2005; Zamora, 2005).

Incluye porciones de tres Ecorregiones: Ecorregión Pastizales Costeros y Humedales del Golfo de México, Ecorregión Matorral Espinoso Tamaulipeco y Ecorregión Bosques Húmedos de Veracruz. Estos ecosistemas albergan una gran riqueza y diversidad biológica y brindan una gran cantidad de servicios ambientales como: los hidrológicos, captura de carbono, regulación climática, además de los paisajísticos (PRONATURA, 2008).



Presenta ecosistemas reconocidos como críticos para la conservación como el Matorral Espinoso Tamaulipeco, el Bosque Espinoso, Vegetación Halófila, Vegetación en Dunas Costeras y Acuática, Pastos Marinos, Manglares, y Selvas Tropicales los cuales brindan una gran diversidad de hábitats para las comunidades de plantas y animales presentes en el sitio (PRONATURA, 2008).

Condiciones Geográficas

Geología

La constitución de la superficie es de origen sedimentario, que datan del Plioceno al Reciente, con ambientes de deposición marinos, deltáico y fluviales. En general, estos sedimentos están dispuestos en capas o estratos bien definidos y ligeramente inclinados hacia el este, aflorando las más antiguas en la parte occidental, dejando a las más jóvenes en la porción oriental. En la zona dominan las planicies bajas formadas en el Cuaternario y planicies de origen lacustre, lagunar, deltáicas y fluviales (Carrera, 2004).

Edafología

Constituida por depósitos aluviales, lacustres, eólicos y de litoral compuestos por arcillas, limos y arenas, en gran parte del área predominan los suelos aluviales profundos, franco arenosos y de arcillas pesadas e intermedias de permeabilidad lenta y moderadamente alcalinos (pH 7.5 - 8.2). Encontrándose suelos de tipo Vertisol crómico, Castañozem lúvico, Solonchak gléycos, Vertisol pélico arcilloso, Xerosol lúvico arcilloso, Feosem lúvico, Gleysol eútricos Gleysol mólico arcilloso, Regosol eútrico y Rendzina lítica limosa (Carrera, 2004; Zamora, 2005).

Hidrología

Se caracteriza por el escaso aporte de agua dulce, alta evaporación, estrecho prisma de mareas y escasa profundidad, todos los cuales favorecen su característica de hiperhalinidad (Tunell, 2002). Recibe aporte de agua dulce de la precipitación pluvial, corrientes del río Bravo, el Conchos o San Fernando y el Soto la Marina (Carrera, 2004; Zamora, 2005; PRONATURA, 2008). Los recursos hidrológicos están influenciados por las actividades agrícolas, pecuarias y de uso doméstico. Por tal motivo, se ven afectados por las descargas residuales de los desechos de asentamientos humanos cercanos y por el uso de fertilizantes y agroquímicos de las actividades agropecuarias (Carrera, 2004). El rango promedio de profundidad de la laguna es de 1.5 hasta 4.5 m. El grado de permanencia del



agua está influenciado por la apertura y cierre de las bocas de captación y, éstas a su vez, se ven afectadas por fenómenos naturales como: huracanes, ciclones y sequías (Carrera, 2004; PRONATURA, 2008).

Clima

La laguna se localiza en la región climática del noreste de México, misma que se caracteriza por presentar "nortes" en invierno, vientos alisios y ciclones en el verano y zonas de alta presión subtropical de régimen pluvial intermedio. En esta área se encuentran dos tipos climáticos. Por su temperatura, los climas imperantes son semi-cálidos con lluvias escasas todo el año al norte [(A) Cx'], temperatura media anual entre los 12 y 18° C y cálidos al sur [BS1 (h') hw], con temperatura media anual entre los 18 y 22° C, mientras que por su grado de humedad, se clasifican como semiáridos. La precipitación media anual varía entre los 600 y 650 mm, con temporada de lluvias de mayo a octubre (Carrera, 2004; Arriaga *et al.*, 2000).

Vegetación Terrestre

En las tierras altas adyacentes a la laguna el matorral espinoso tamaulipeco es el que predomina, el cual también está presente en muchas de las islas, también se encuentra la vegetación acuática de agua dulce, la vegetación halófila, la vegetación de dunas costeras y los manglares (Arriaga *et al.*, 2000).

Entre la especies que predominan está: el mezquite (*Prosopis glandulosa* var *glandulosa*), el huizache (*Acacia rigidula*), el chaparro amargoso (*Castela tortuosa*), el granjeno (*Celtis pallida*), el palo verde (*Cercidium macrum*) y el coyotillo (*Karwinskia humboldtiana*). Esta vegetación provee alojamiento al mayor porcentaje de aves, ya sea residentes, invernantes, migratorias de paso, migratorias reproductivas, migratorias locales registradas y ocasionales (Carrera, 2004; PRONATURA, 2008).

En cuanto a la presencia de nopales silvestres, en la base de datos Nopales Silvestres Mexicanos se encontraron las especies: *Opuntia engelmannii* y *O. stricta*.

Islas

Son formaciones dinámicas que protegen la Laguna Madre (Tunell, 2002), están localizadas al interior del sistema lagunar y son uno de los sistemas de islas más importantes de México, tan solo en la zona norte existen más de 200 islas (PRONATURA, 2008).



La importancia de este sistema de islas naturales estriba en la función ecológica que desempeñan al servir como áreas prioritarias de anidación, reproducción y descanso para aves coloniales, terrestres y playeras (PRONATURA, 2008; Zamora, 2005), y proporcionan el hábitat para una extensa red trófica de especies residentes y migratorias (Tunell, 2002).

Uso de suelo y Tenencia de la tierra

La tenencia de la tierra se encuentran dividida dentro de los regímenes de propiedad de:

- ✚ Ejido
- ✚ Nuevo centro de población
- ✚ Colonia
- ✚ Propiedad privada

Dentro de los tres municipios que comprende el área, se llevan a cabo principalmente las actividades pesqueras, agrícolas y pecuarias. La actividad industrial es mínima, y la cantidad de territorio utilizado para desarrollo urbano es muy baja. La principal actividad es la agricultura tanto de riego como de temporal, el sorgo como principal cultivo seguido del maíz, misma que se desarrolla predominantemente en la región norte de la laguna, la ganadería es la segunda actividad más importante y se desarrolla principalmente en la zona sur (Carrera, 2004).

Estado de conservación

Para determinar el estado de conservación de LMyDRB, se consideró el Análisis de Viabilidad del Plan de Conservación para la Laguna Madre y su área de influencia, elaborado por PRONATURA (2008), donde el Matorral Espinoso Tamaulipeco, la Selvas Baja Espinosa e Islas, son considerados como objetos de conservación. PRONATURA distinguen tres atributos ecológicos que determinan el estado de “conservación” de los objetos de conservación: tamaño, condición y contexto paisajístico (Cuadro 3).



Cuadro 3.- Atributos ecológicos determinados en el análisis de viabilidad.

| Atributos Ecológicos | Referencia |
|-----------------------|--|
| Tamaño | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Se refiere a una medida del área (superficie) o a la abundancia de ocurrencias de este objeto de conservación en el paisaje. ➤ Para sistemas ecológicos y comunidades, es una medida del tamaño del fragmento de cada ocurrencia o de la cobertura geográfica. ➤ Para especies de animales y plantas, se considera el área de ocupación y el número de individuos. ➤ El área dinámica mínima y el área necesaria para asegurar la supervivencia o el restablecimiento de un objeto de conservación después de un disturbio natural. |
| Condición | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Constituye una medida integrada por la composición, estructura e interacciones bióticas que caracterizan la ocurrencia del objeto de conservación. ➤ Incluye factores como: reproducción, estructura de edades, presencia de especies nativas y exóticas, estructura (dosel, sotobosque, cobertura, etc.) y la interacción biótica (competencia, depredación y enfermedad). |
| Contexto paisajístico | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Es una medida integrada de dos factores: los regímenes y procesos ambientales dominantes que establecen y mantienen la localización del objeto de conservación, y la conectividad. Los regímenes y procesos ambientales dominantes incluyen: herbivoría, regímenes hidrológicos, proceso geomórficos, climáticos, etc. ➤ La conectividad incluye factores como especies con acceso a los hábitats y recursos necesarios para completar su ciclo de vida, fragmentación de comunidades, sistemas ecológicos y la habilidad para responder a cambios. |

Asimismo, seleccionaron indicadores para cada atributo ecológico, los cuales permitirán medir el grado de cambio de dichos atributos (evolución de la salud de los mismos). Los indicadores para



Matorral Espinoso Tamaulipeco son: número de hectáreas, índice de diversidad y dominancia, porcentaje de cobertura, presencia de especies clave de felinos (jaguarundi y ocelote) y pequeños mamíferos (roedores), textura y profundidad del suelo. Los indicadores para la Selva Baja Espinosa son: número de hectáreas, índice de diversidad y dominancia, presencia de especies clave (felinos, pecaríes, roedores, aves residentes y rapaces (halcón gris y halcón de Harris) y murciélagos). Para las islas los indicadores son: número de individuos por especie, usando hábitat por unidad de área.

A cada uno de los indicadores se les dio un valor dependiendo de la información obtenida, en el cuadro 6 podemos observar la escala de valores utilizados para cada uno de los indicadores.

Cuadro 4- Escala de valores utilizados para cada uno de los indicadores determinados en el análisis de viabilidad .

| Calificación | Características | |
|--------------|----------------------|--|
| Pobre | Pérdida total | Si los factores ecológicos permanecen en esta condición, la restauración o prevención será prácticamente imposible. |
| Regular | Probable degradación | Los factores ecológicos se encuentran fuera de su ámbito natural de variación y requieren de intervención humana. |
| Bueno | Integridad mínima | Los factores ecológicos funcionan dentro de sus ámbitos aceptables de variación, es posible que requieran de alguna intervención humana. |
| Muy bueno | Integridad óptima | Los factores ecológicos funcionan de acuerdo a un estado ecológicamente deseable y requieren de una mínima intervención humana. |

Como resultado en los contextos paisajísticos, condición y tamaño se indica que el Matorral Espinoso Tamaulipeco, Selva Baja Espinosa e Islas, tienen una calificación de regular, lo que indica que los factores ecológicos se encuentran fuera de su rango natural de variación y requieren de intervención humana para su recuperación. Sin control y manejo, los objetos son vulnerables a una seria degradación ecológica.

Es importante mencionar que la mayoría de las colectas se realizaron en la Selva Baja Espinosa y Matorral Espinoso Tamaulipeco.



Conservación *ex situ*

En la actualidad los jardines botánicos son centros de investigación biológica, así como de enseñanza y apoyo a los programas educativos, además de jugar un importante papel en la conservación de la flora, manteniendo en sus colecciones plantas endémicas, raras o en peligro de extinción, y conocimientos sobre dichos recursos (JB-UNAM, 2010).

El Jardín Botánico de la UNAM (JB- UNAM), tiene tres principales objetivos que son:

- ✚ Facilitar y fomentar la investigación botánica.
- ✚ Enseñanza y la divulgación de la botánica.
- ✚ Acciones concretas para la conservación de los recursos vegetales.

JUSTIFICACIÓN

En el Estado de Tamaulipas se encuentra la Reserva de la Biosfera “El Cielo” y el Área de Protección de Flora y Fauna “Laguna Madre y Delta del Río Bravo”, ambas ANP’s con gran riqueza biológica, pero sin estudios específicos de las especies de nopales silvestres y su estado de conservación. Debido a que los nopales son de gran importancia tanto medicinal como alimenticia y economía, es importante reconocer las especies que se encuentran presentes en la zona, para poder tener un manejo adecuado y sustentable.



OBJETIVOS

Objetivo General

- ✚ Contribuir al conocimiento de la biodiversidad de los nopales silvestres Mexicanos (géneros *Opuntia* y *Nopalea*) en dos áreas naturales protegidas (ANP) del Estado de Tamaulipas.

Objetivos particulares

- ✚ Colecta y herborización de Nopales Silvestres, a ser depositados en 4 diferentes herbarios: MEXU, CHAPA, ARIZ Y MO.
- ✚ Incrementar la base de datos: “Nopales Silvestres Mexicanos” del proyecto GE005 (CONABIO), con los registros de las plantas colectadas, observadas en el campo y depositadas en herbarios mexicanos, procedentes de las ANP’s: RBC y LMyDRB.
- ✚ Elaborar mapas de distribución geográfica con ArcView3.3, con los datos georreferenciados, obtenidos en el campo, para conocer áreas dentro de las ANP’s con alta riqueza específica y microendémica, a ser protegida.
- ✚ Elaboración de clave dicotómica para identificar las especies presentes en las ANP’s.
- ✚ Evaluar el estado de conservación de las especies en las ANP’s, haciendo propuestas para su conservación.
- ✚ Cultivar *ex situ* las especies de nopales silvestres colectados en campo, para contribuir a la conformación de la “Colección Nacional de Nopales Silvestres Mexicanos” ubicada en el Jardín Botánico del IBUNAM.



METODO

El trabajo se dividió en dos partes: trabajo de gabinete y trabajo de campo.

Trabajo de gabinete.

Revisión bibliográfica

Se hizo una búsqueda detallada de la información bibliográfica relacionada con las 2 ANP's poniendo gran énfasis en las especies de nopales presentes, y su distribución en todo el Estado de Tamaulipas. También se consultó la Norma Oficial Mexicana (NOM) 059-ECOL-2002 de SEMARNAT para conocer el estado de protección de las especies de nopales.

Revisión de herbarios

Revisión de la base de datos: "Nopales Silvestre Mexicanos" (NSM), que es parte del proyecto GE005 apoyado por CONABIO y elaborada en el Laboratorio de Cactología del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IB-UNAM) a partir de la consulta a 33 herbarios mexicanos y de colectas de campo, cuenta actualmente con 5,760 registros (Scheinvar *et al.*, 2009 inédito). Los herbarios con información de la subfamilia *Opuntioideae* en Tamaulipas son: Herbario Nacional de México (MEXU), Unidad Académica Multidisciplinaria de Agronomía y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Zacatecas (HUAZ), Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (ANSM), Instituto de Investigaciones de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (SLPM), Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León (CFNL), Instituto de Ecología, A. C. (XAL), Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI).

Identificación de especies

Se identificaron las plantas colectadas, con auxilio de bibliografía especializada (Bravo, 1978; Benson, 1982; Pinkava, 2002 y consultando claves dicotómicas. En total se identificaron 12 especies de nopales silvestres (*Nopalea auberi*, *N. dejecta*, *N. karwinskiana*, *N. nuda*, *Opuntia atrispina*, *O. engelmannii*, *O. macrorhiza*, *O. maxonii*, *O. phaeacantha*, *O. polyacantha*, *O. stricta* y *O. undulata*).



Herborización

Se herborizaron dos de los cuatro cladodios colectados, la metodología utilizada fue la siguiente: se realizó un corte longitudinalmente a tallos (cladodios), botones florales, flores y frutos, a continuación se colocaron en láminas de aluminio y se sumergieron en un contenedor con alcohol etílico de 96° por 7 días, posteriormente, se prensaron en una prensa de madera para llevarlas a una secadora por 7 días, una vez secos, se colocaron en sobres de papel periódico engrapado, con sus etiquetas, para su envío a cuatro diferentes herbarios: Herbario Nacional de México (MEXU), Colegio de Posgraduados (CHAPA), University of Arizona (ARIZ) y Missouri Botanical Garden (MO).

Elaboración de mapas de distribución geográfica y base de datos.

Con los datos georreferenciados para cada una de las colectas en campo, se creó una base de datos indicando: Colector, Fecha de colecta, Número de colecta, Especie, Estado, Municipio, Localidad, Altitud, Latitud, Longitud y Tipo de vegetación. Posteriormente estos datos fueron introducidos en la base de datos Biótica 4.5.5 de CONABIO.

Asimismo, estos datos más los obtenidos en la base de datos NSM fueron utilizados para elaborar mapas de distribución geográfica con el programa Arc View 3.3, utilizando las cartas de: Mapa Base de Tamaulipas (2004), Uso de Suelo y Vegetación Modificado por CONABIO (1999), Áreas Naturales Protegidas Federales (2010), Áreas Naturales Protegidas Estatales (2007), las dos primeras proporcionadas mediante la mapoteca de CONABIO y las dos última obtenida de la mapoteca de la CONANP.

Debido a que los datos proporcionados por el GPS, fueron en grados, minutos y segundos se tuvo que hacer una conversión a decimales, y así poder cartografiar los puntos de colecta.

Fórmula de conversión:

Longitud: $-1((\text{grados})+(\text{min}/60)+(\text{seg}/3600))$

Latitud: $(\text{grados}+(\text{min}/60)+(\text{seg}/3600))$

Cultivo *ex situ*

Uno de los cuatro cladodios colectados en campo se destinó para el cultivo *ex situ* en la "Colección Nacional de Nopales Silvestres Mexicanos" del JB-UNAM, lo anterior para enriquecer la misma y contribuir así al conocimiento de los nopales de diferentes Estados de la República Mexicana.

Los nopales destinados al cultivo se mantuvieron en cuarentena para evitar cualquier plaga, una vez concluida se cultivaron en el camellón número 4 en posición vertical y con la cara a la salida del sol.



Trabajo de campo

Previo a las salidas de campo se realizó una revisión bibliográfica y de base de datos para conocer las especies citadas en las dos ANP's y su distribución. Se programaron las salidas de campo a partir de la distribución de las especies de los datos obtenidos en bases de datos, bibliografía y mapas carreteros, asimismo nos propusimos a observar el estado de conservación de las áreas donde habitan los nopales silvestres, el uso del suelo y las actividades humanas.

Se realizaron dos salidas de campo, la primera del 4 al 12 de abril del 2009, que consistió de 9 días de campo de los cuales en 2 días se visitó la RBC tratándose de cubrir la mayor área posible a pesar de presentar un terreno difícil. Debido a lo anterior, de los cuatro municipios que la conforman solo se colectó en los municipios de Gómez Farías y Llera de Canales, las colectas registradas en los municipios de Ocampo y Jaumave no fueron consideradas debido que al elaborar el mapa de distribución dichas colectas se presentan afuera del ANP. Estas colectas se realizaron con el apoyo de la Dr. Léia Scheinvar y del Laboratorio de Cactología del IB-UNAM.

La segunda salida se realizó del 4 al 6 de agosto del 2009, consistió de 3 días de campo en los cuales se recorrió la LMyDRB, en los 3 municipios que la conforman: Matamoros, San Fernando y Soto la Marina. También se visitaron tres de sus islas: Isla El Llorón, Isla del Nopal, e Isla El Reloj, estas colectas se realizaron con el apoyo de PRONATURA NORESTE.

En el campo se desarrollaron las siguientes actividades:

- 1) Toma de fotografías digitales de los nopales silvestres (Las fotos fueron tomadas con una cámara digital modelo Canon Rebel XTI a 300 dpi).
- 2) Registro del hábitat, forma de vida, tronco, copa, disposición de cladodios, flores y frutos.
- 3) Recolecta de nopales silvestres: se colectaron 4 cladodios de cada planta y si estaban presentes se colectaron flores y frutos.
- 4) Georreferenciación de las colectas, con un geoposicionador (GPS Garmin eTrex 210 en grados, minutos y segundos y en UTM con GPS Garmin Colorado 200, y altitud en metros) donde se registró latitud, longitud y altitud, para posteriormente hacer mapas de distribución.

En total se visitaron 5 municipios y 20 localidades, las especies ya colectadas se registraron como observadas, se les tomaron fotografías y se georreferenciaron. Las plantas cultivadas o que formaban cercas vivas no se consideraron como silvestres.



RESULTADOS

Especies colectadas

En la Reserva de la Biosfera del Cielo se recorrieron dos municipios: Llera de Canales y Gómez Farías, y en el Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB los municipios de: Soto la Marina, San Fernando y Matamoros, en total se colectaron 55 plantas de 12 diferentes especies (Cuadro 5).

Cuadro 5.- Municipios y localidades en donde se colectaron nopales silvestres.

| Municipio | Localidad | Especies |
|------------------|---------------------------------|--|
| Gómez Farías | Reserva de la Biosfera El Cielo | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Nopalea auberi</i> (Pfeiff.) Salm-Dyck, 1850. ✚ <i>Nopalea dejecta</i>(Salm-Dyck) Salm-Dyck, 1849. ✚ <i>Nopalea nuda</i> Backeb., 1962. ✚ <i>Opuntia phaeacantha</i> Engelm, 1849. |
| Llera de Canales | Ejido La Alberca | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw., 1812. |
| Matamoros | Playa Bagdad | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Opuntia engelmannii</i> Salm-Dyck ex Engelm, 1850. ✚ <i>Opuntia phaeacantha</i> Engelm, 1849. |
| San Fernando | Rancho Garrapata | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Opuntia engelmannii</i> Salm-Dyck ex Engelm, 1850. ✚ <i>Opuntia maxonii</i> J.G. Ortega, 1929. |
| | Ejido Carboneras | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Opuntia engelmannii</i> Salm-Dyck ex Engelm, 1850. |
| | Ejido Punta Alambre | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Nopalea nuda</i> Backeb., 1962. |
| | Ejido Punta de Piedra | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw., 1812. |
| | Ejido Los Vergeles | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Nopalea nuda</i> Backeb., 1962. |
| | Isla El Reloj | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Opuntia engelmannii</i> Salm-Dyck ex Engelm, 1850. ✚ <i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw., 1812. |



| | | |
|----------------|-----------------------------|---|
| | Isla del Nopal | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Opuntia engelmannii</i> Salm-Dyck ex Engelm, 1850. ✚ <i>Opuntia phaeacantha</i> Engelm, 1849. |
| Soto la Marina | La Pesca, Ejido los Arroyos | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Opuntia polyacantha</i> Haw., 1819. ✚ <i>Nopalea karwinskiana</i> Salm-Dyck, 1898. |
| | La Pesca | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Opuntia engelmannii</i> Salm-Dyck ex Engelm, 1850. ✚ <i>Opuntia macrorhiza</i> Engelm. 1850. ✚ <i>Opuntia phaeacantha</i> Engelm, 1849. ✚ <i>Opuntia polyacantha</i> Haw., 1819. ✚ <i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw., 1812. ✚ <i>Opuntia undulata</i> Griffiths, 1912. ✚ <i>Nopalea karwinskiana</i> Salm-Dyck, 1898. |
| | Ejido Las Delicias | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Opuntia engelmannii</i> Salm-Dyck ex Engelm, 1850. ✚ <i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw., 1812. |
| | Ejido Sarnoso | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Opuntia engelmannii</i> Salm-Dyck ex Engelm, 1850. |
| | Vista Hermosa | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Opuntia atrispina</i> Griffiths, 1908. ✚ <i>Nopalea nuda</i> Backeb., 1962. ✚ <i>Nopalea karwinskiana</i> Salm-Dyck, 1898. |
| | Rancho Cárdenas Hermanos | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw., 1812. |
| | Ejido Benito Juárez | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Opuntia engelmannii</i> Salm-Dyck ex Engelm, 1850. ✚ <i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw., 1812. |
| | Ejido Las Guayabas | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Nopalea nuda</i> Backeb., 1962. |
| | Rancho El Salado | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Opuntia engelmannii</i> Salm-Dyck ex Engelm, 1850. |
| | Sta. Isabel | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Opuntia engelmannii</i> Salm-Dyck ex Engelm, 185 |



Tanto en la Reserva de la Biosfera El Cielo como en la Laguna Madre y Delta del Río Bravo, se encontraron poblaciones de un total de 12 especies de nopales silvestres, de las cuales sólo colectamos: *Opuntia engelmannii* (17), *Nopalea nuda* (11), *O. stricta* (8), *N. karwinskiana* (6), *O. phaeacantha* (5), *O. polyacantha* (2) y una sola planta: *O. atrispina*, *O. macrorhiza*, *O. maxonii*, *O. undulata*, *Nopalea auberi* y *N. dejecta* (Fig 3).

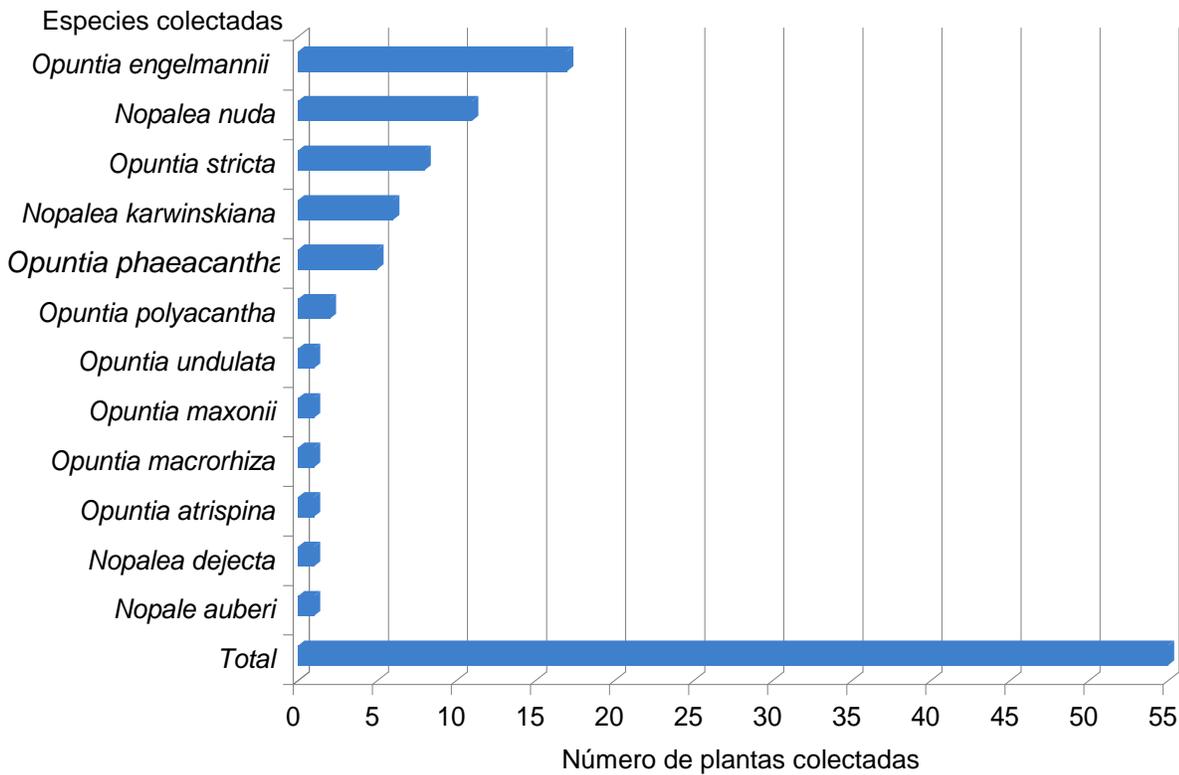


Figura 3.- Número de plantas colectadas por especie en las dos ANP's.

La mayoría de los nopales silvestres colectados y encontrados en la base de datos del Herbario Nacional (MEXU) se ubicaron en la Selva Baja Espinosa, continuando con el Matorral Espinoso Tamaulipeco, Selva Media Subcaducifolia, Vegetación Halófila, Selva Media Subcaducifolia, Matorral Submontano Pastizal Cultivado, Agricultura de Temporal, Bosque Mesófilo de Montaña y Bosque de Pino (Cuadro 6).



Cuadro 6.- Especies de nopales silvestres presentes en cada tipo de vegetación indicado.

| Especie | Bosque Mesófilo de Montaña | Bosque de Pino | Matorral Espinoso Tamaulipeco | Matorral Submontano | Selva Baja Espinosa | Selva Baja Caducifolia | Selva Media Subcaducifolia | Vegetación Halófila | Agricultura de Temporal | Pastizal Cultivado |
|------------------------|----------------------------|----------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|------------------------|----------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------|
| <i>N. auberi</i> | | | | | | | X | | | |
| <i>N. dejecta</i> | | | | | | | X | | | |
| <i>N. karwinskiana</i> | | | X | | X | | | X | | |
| <i>N. nuda</i> | X | | X | | X | | X | | X | |
| <i>O. atrispina</i> | | | | | X | | | | | |
| <i>O. engelmannii</i> | | | X | | X | | | X | | X |
| <i>O. leucotricha</i> | | | | X | | X | | | | |
| <i>O. macrorhiza</i> | | | | | | | | X | | |
| <i>O. maxonii</i> | | | | | | | | | X | |
| <i>O. phaeacantha</i> | | X | X | | | | | X | | |
| <i>O. polyacantha</i> | | | | | X | | | | | X |
| <i>O. pubescens</i> | | | | | | X | | | | |
| <i>O. stenopetala</i> | | | | | | X | | | | |
| <i>O. stricta</i> | | | X | X | X | X | | X | | X |
| <i>O. tomentosa</i> | | | | X | | X | | | | |
| <i>O. undulata</i> | | | | | X | | | | | |



Especies de nopales silvestres en la Reserva de la Biosfera el Cielo

En la RBC se hicieron 8 colectas de 5 diferentes especies de nopales silvestres: *Nopalea auberi* (1), *N. dejecta* (1), *N. nuda* (4), *Opuntia phaeacantha* (1) y *O. stricta* (1) (Fig. 4).

La vegetación prevaleciente donde se realizaron la mayoría de las colectas en la RBC fue el Bosque Mesófilo de Montaña y La Selva Media Subcaducifolia, la única especie colectada en el Matorral Submontano fue *O. stricta*.

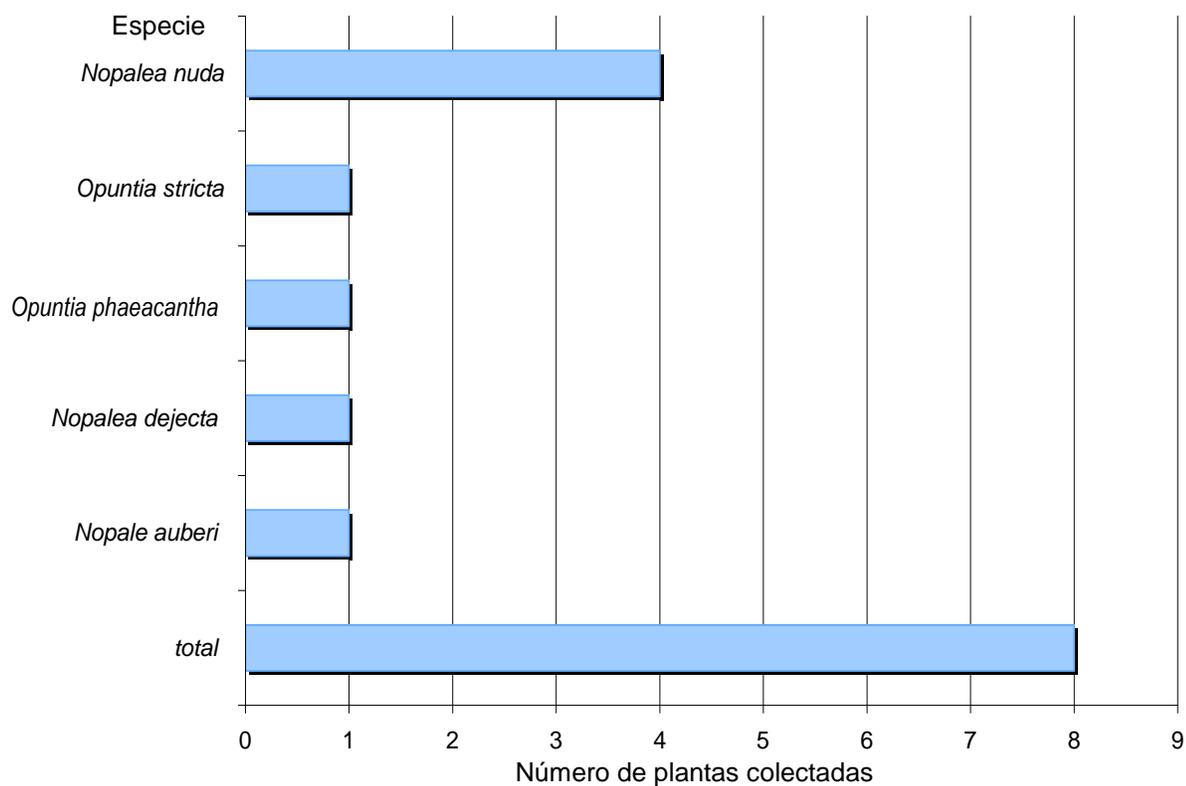


Figura 4.- Número de nopales silvestres colectados en la Reserva de la Biosfera el Cielo.

Las especies colectadas en la periferia (fuera de la reserva) fueron: *Opuntia cantabrigiensis*, *O. chiangiana*, *O. microdasys* y *O. zamudioi*.



Especies de nopales silvestres en la Laguna Madre y Delta del Río Bravo.

En la LMyDRB se colectaron 47 ejemplares de 10 diferentes especies de nopales silvestres: *Opuntia atrispina* (1), *O. engelmannii* (17), *O. macrorhiza* (1), *O. maxonii* (1), *O. phaeacantha* (4), *O. polyacantha* (2), *O. stricta* (7), *O. undulata* (1), *Nopalea karwinskiana* (6) y *N. nuda* (7) (Fig. 5).

En esta reserva hay diversas islas de las cuales se estudiaron tres: Isla del Nopal, donde se colectó: *Opuntia engelmannii* y *O. phaeacantha*, Isla del Reloj, donde se colectó: *O. engelmannii* y *O. stricta*, e Isla El Llorón, donde se encontró: *Opuntia engelmannii* y *O. phaeacantha*

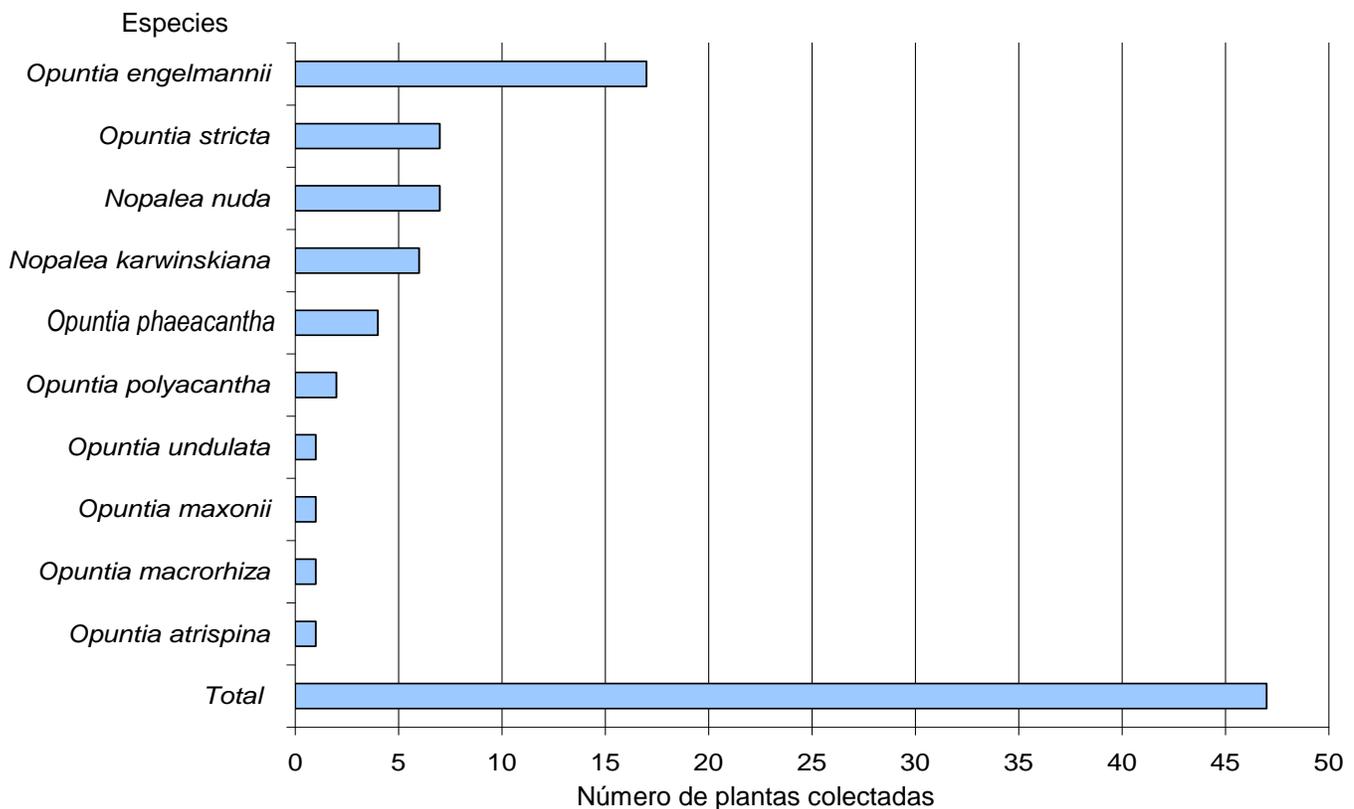


Figura 5.- Número de nopales silvestres colectados en la Laguna Madre y Delta del Río Bravo.



Base de datos y mapas

Con las plantas colectadas en campo, se incrementó la base de datos: “Nopales Silvestres Mexicanos” elaborada para el proyecto GE005 CONABIO x UNAM, en BIOTICA 4.5.5, con 55 nuevos registros (Anexo 1). Se elaboraron cuatro mapas de distribución geográfica con los datos georreferenciados en campo y con la información obtenida de diferentes herbarios que se encuentra concentrada en la base de datos “Nopales Silvestres Mexicanos” del Laboratorio de Cactología del IB-UNAM (Figuras:6, 7, 8 y 9).

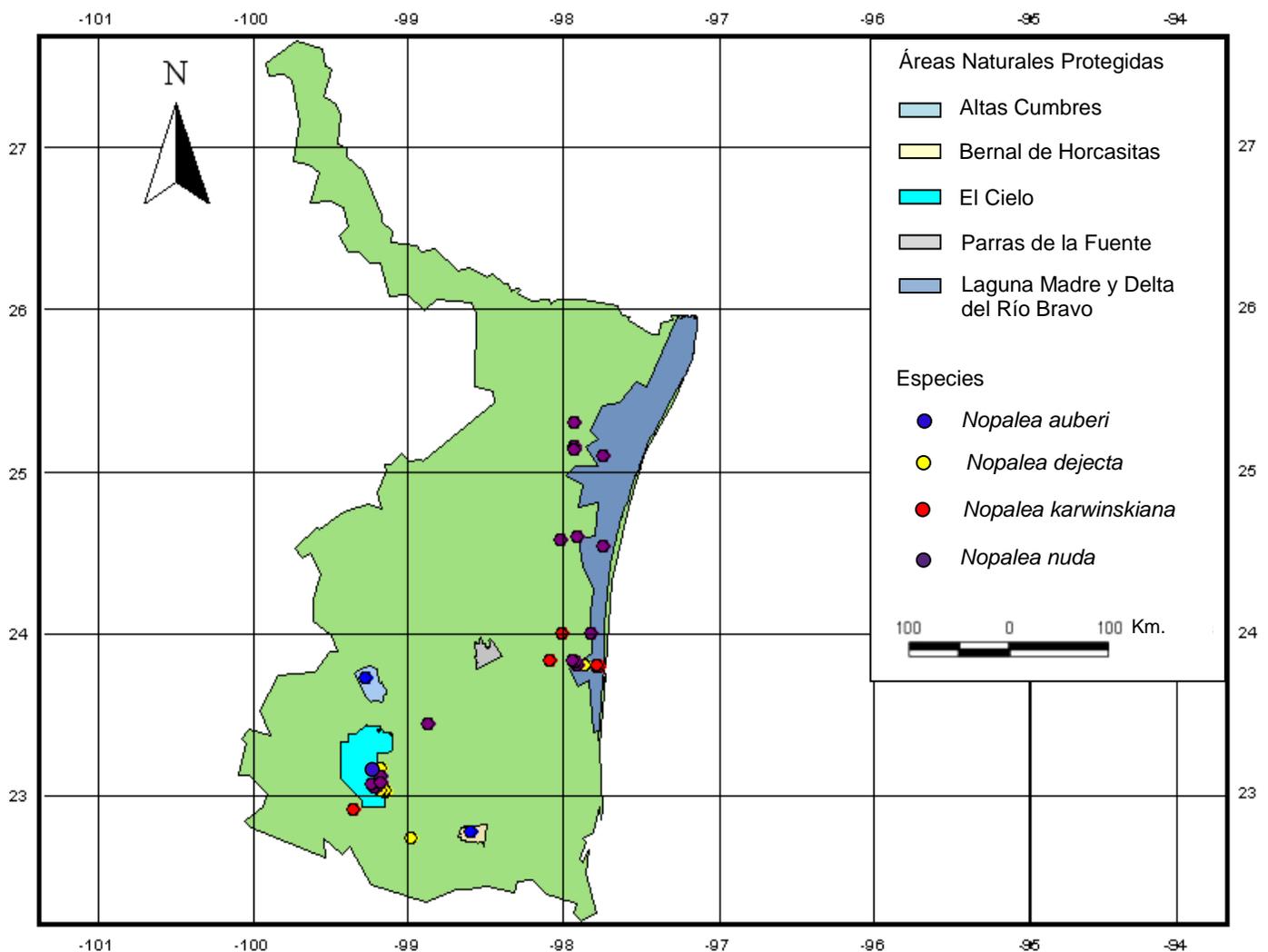


Figura 6.- Distribución del género *Nopalea* en Tamaulipas y sus Áreas Naturales Protegidas.

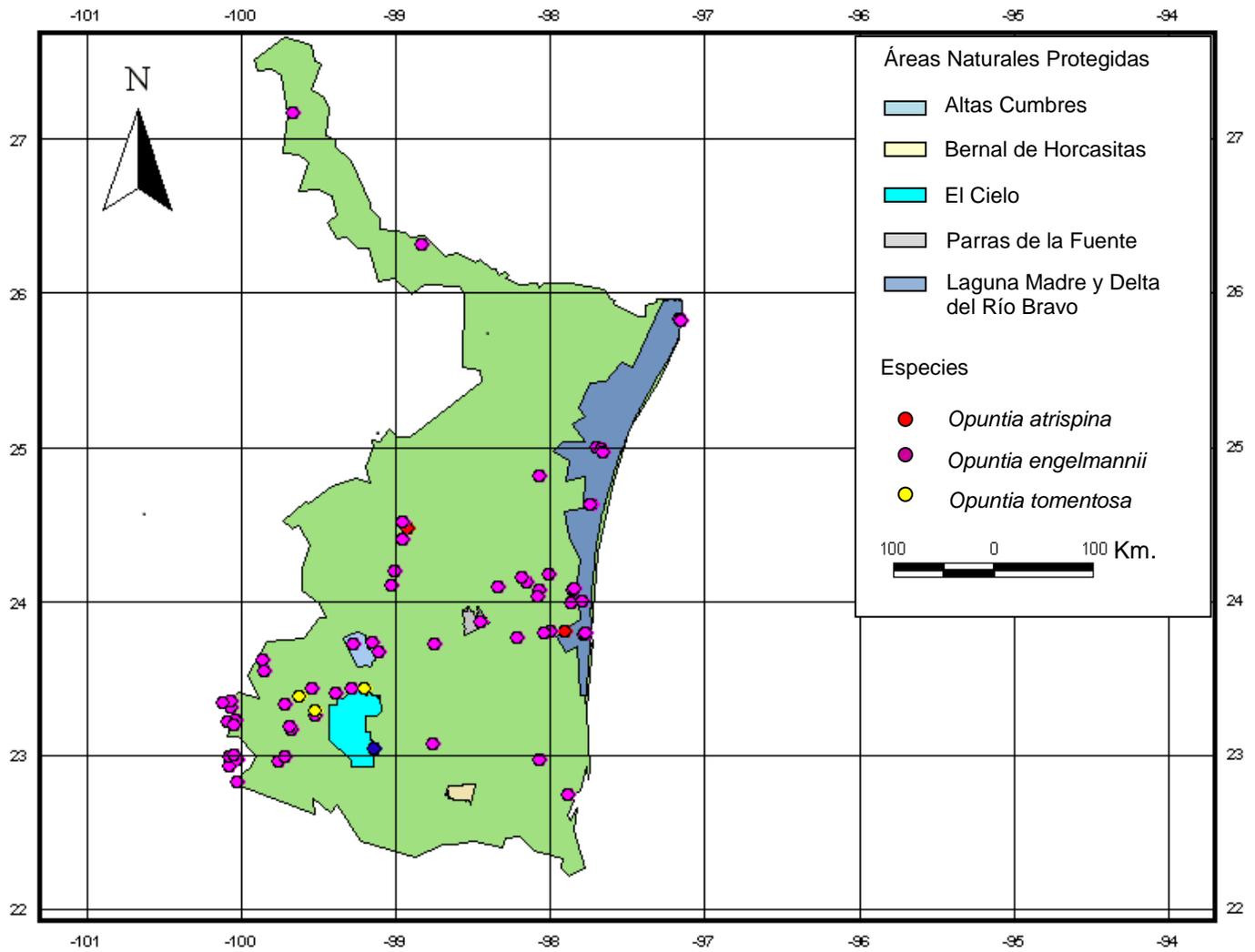


Figura 7.- Distribución del género *Opuntia* en Tamaulipas y sus Áreas Naturales Protegidas.

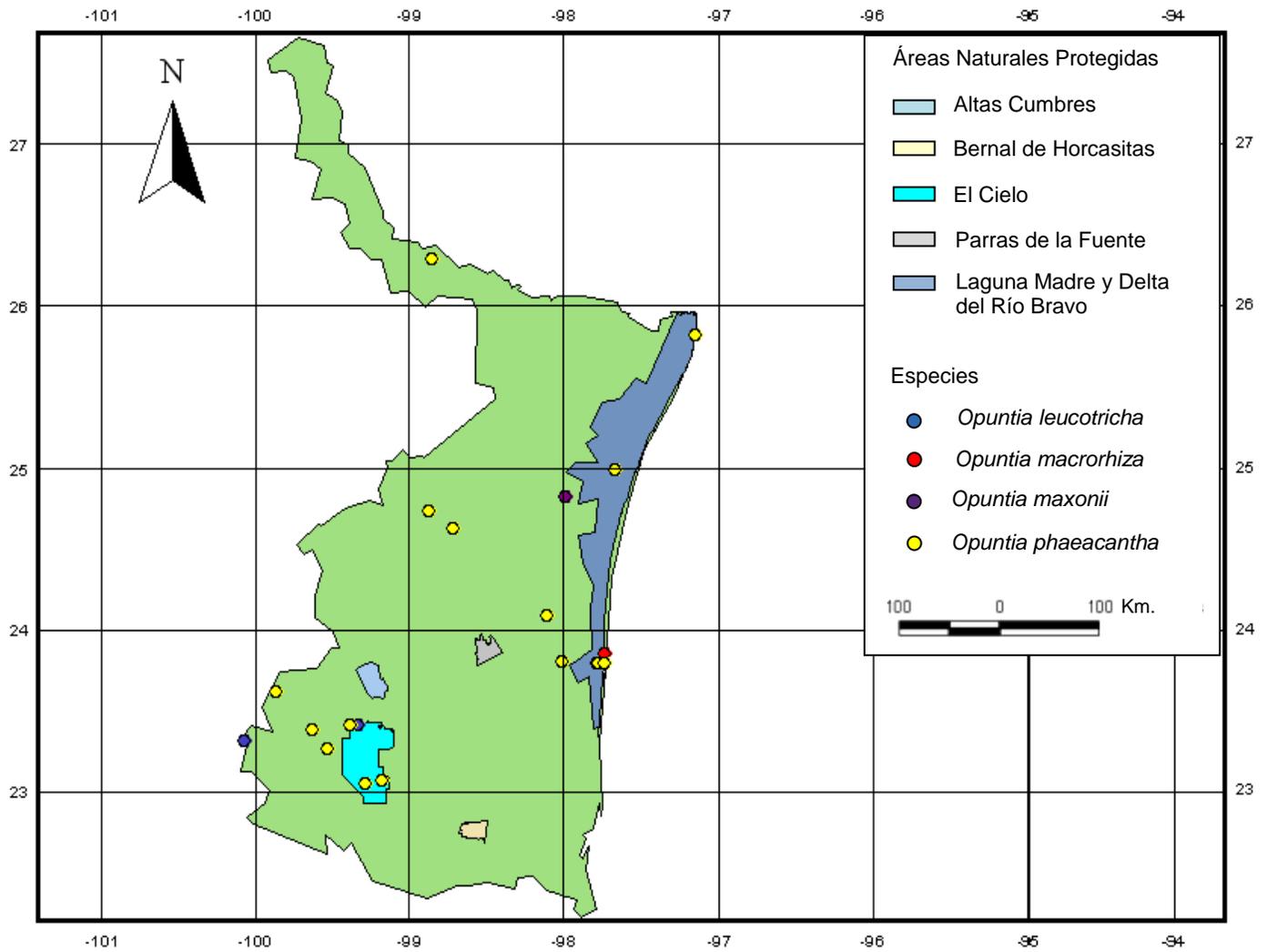


Figura 8.- Distribución del género *Opuntia* en Tamaulipas y sus Áreas Naturales Protegidas.

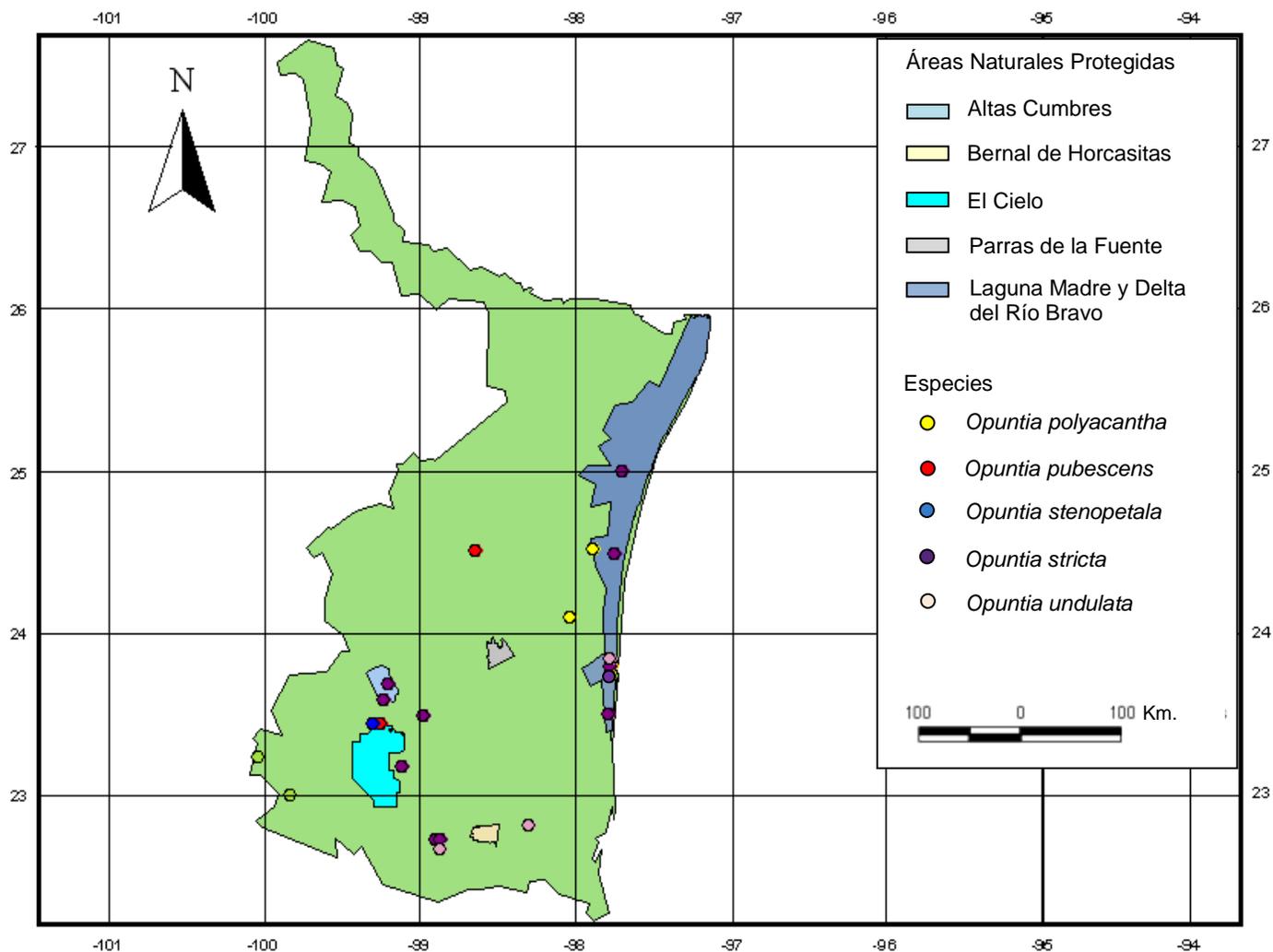


Figura 9.- Distribución del género *Opuntia* en Tamaulipas y sus Áreas Naturales Protegidas.

Material para herbario

Se entregaron en total 126 ejemplares de 12 diferentes especies al Herbario Nacional ubicado en el IB-UNAM para su envío a 2 o 4 herbarios (MEXU, CHAPA, ARIZ y MO), según el número de duplicados de cada ejemplar (Anexo 2).

Conservación *ex situ*

En el Jardín Botánico de la UNAM, se está conformando la Colección “Nacional de Nopales Silvestres Mexicanos”, que es parte de uno de los objetivos del proyecto GE005 apoyado por



CONABIO y que tiene como finalidad la conservación de plantas vivas de todas las especies de nopales mexicanos, conformando así un banco de germoplasma y plantas madre que en un dado caso podrán servir para reforestación o restauración ecológica.

De cada una de las plantas colectadas se tomó un cladodio para cultivar en dicha colección, contribuyendo así a su enriquecimiento con las especies silvestres de las dos ANP's en estudio. Los cladodios fueron cultivados en el camellón número 4 correspondiente al Estado de Tamaulipas, en total se plantaron 55 pencas, debidamente registradas y sus datos incluidos en la base de datos. Todas han sobrevivido hasta la fecha (fig. 10).



Figura 10.- A. *Opuntia undulata* y B. *Opuntia engelmannii*, cultivadas en el camellón número 4, del jardín Botánico de la UNAM.

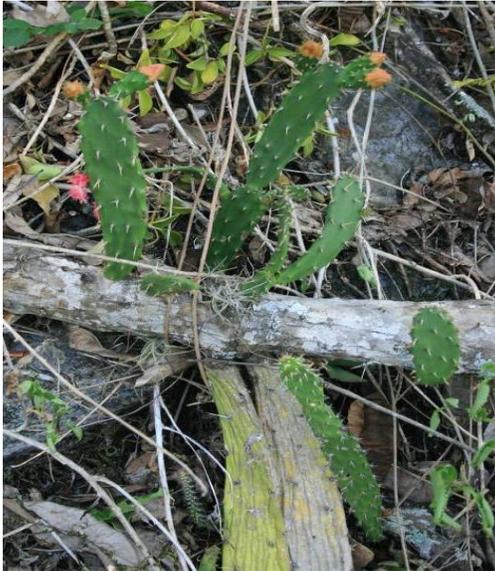


Clave dicotómica para la identificación de las especies de nopales silvestres coleccionados en la Reserva de la Biosfera “El Cielo” y “Laguna Madre y Delta del Río Bravo”.

1. Flores con aparatos reproductores exsertos sobre el perianto **Género *Nopalea***
 2. Espinas ausentes en los cladodios, (1-) (4-)..... *N. nuda*
 2. Espinas presentes.
 3. Espinas 2, una dos veces mayor que la otra..... *N. auberi*
 3. Espinas 3 o más.
 4. Plantas hasta 3 m de alto. Cladodios obovados. Flores y frutos con glóquidas ascendentes, poco numerosas, en la parte superior de la aréola *N. dejecta*
 - 4..Plantas hasta 7 m de alto. Cladodios zigomorfos. Flores y frutos con glóquidas porrectas, dispuestas en el centro de la aréola *N. karwinskiana*
1. Flores con aparatos reproductores incluidos en el perianto**Género *Opuntia***
 5. Rastreras
 6. Cladodios de 7-11.5 cm de largo. Espinas 2-3, ausentes en parte inferior del cladodio, de 2-3 cm de largo, blancas, amarillas a rojizas, en la base negras a marrón-rojizas, ápice amarillo..... *O. atrispina*
 6. Cladodios de 10 - 15 cm de largo
 7. Espinas 1-4, hasta 4.8 cm de largo, blancas a marrón-rojizas..... *O. macrorhiza*
 7. Espinas de 1-7 en todas las aréolas, en menor número en las aréolas inferiores, pueden o no ocultar los cladodios, de 0.8-4.5 cm de largo marrón-rojizas, blancas a grisáceas, rígidas *O. polyacantha*
 5. Rastreras o subarborescentes o arbustivas o siempre subarborescentes o arbustivas.
 8. Rastreras o subarborescentes o arbustivas
 9. Espinas marrón por lo menos en la base *phaeacantha*
 9. Espinas amarillas o blancas..... *O. engelmannii*
 8. Subarborescentes o arbustivas.
 10. Cladodios undulados, de 5-10 x 22-27 x 0.5-0.9 cm, verde amarillentos, brillantes.....
.....*O. undulata*
 10. Cladodios no undulados.
 11. Cladodios brillantes, con bordes rectos..... *O. maxonii*
 11. Cladodios sin brillo, con bordes cóncavos *O. stricta*



***Nopalea auberi* (Pfeiff.) Salm-Dyck, 1850.**



A



B

Figura 11.- *Nopalea auberi*. A Hábito arbóreo con cladodios con botones florales. B Tronco caído con cladodios. Mpio. Gómez Farías, Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamps. Col. A. Gómez 31. Foto: R. Ortiz.



A



B

Figura12.- *Nopalea auberi*. A y B Cladodios con botones florales. Mpio. Gómez Farías, Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamps. Col. A. Gómez 31. Foto: R. Ortiz.



A



B

Figura 13.- *Nopalea auberi*. A y B Cladodios con flores maduras de color rosa. Mpio. Gómez Farías, Reserva de la Biosfera El Cielo. Tamps. Col. A. Gómez 31. Foto: R. Ortiz.

Datos ecológicos: **Altitud:** 406 msnm. **Clima:** Cálido-subhúmedo [Aw0] (Gómez-Pompa, 2005). **Tipo de vegetación:** Selva Media Subcaducifolia. **Estado de Conservación:** Se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera El Cielo., Bernal de Horcasitas y Altas Cumbres. **Herbario revisado:** J. Martínez-Ávalos 0166 y 0608 (UAT).



Nopalea dejecta (Salm-Dyck) Salm-Dyck, 1849.



A



B

Figura 14.- *Nopalea dejecta*. A. Hábito arbóreo. B. Tronco con espinas. Mpio. Gómez Farías, Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamps. Col. A. Gómez 33. Fotos: R. Ortiz.



A



B

Figura 15- *Nopalea dejecta*. A y B Cladodios con frutos con glóquidas cortas. Mpio. Gómez Farías, Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamps. Col. A. Gómez 33. Fotos: R. Ortiz.

Datos ecológicos: **Altitud:** 80-550 msnm. **Clima:** Cálido-subhúmedo [Aw0] (Gómez-Pompa, 2005). **Tipo de vegetación:** Entre Bosque Mesófilo de Montaña y Selva Media Subcaducifolia. **Estado de Conservación:** Se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera El Cielo y existe un registro en la Laguna Madre y Delta del Río Bravo. **Herbarios revisados:** A. Valiente 438 et al. 438 (HUAS, MEXU), H. Bravo 2130 (MEXU), J. Moreno 007(ANSM, MEXU), R. Puente 2036 (SLPMN).



***Nopalea karwinskiana* Salm-Dyck, 1898**



A



B

Figura 16.- *Nopalea karwinskiana*. A y B. Hábito arbóreo. Mpio. Soto la Marina, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB. Tamps. Col. A. Gómez 52 y 54. Fotos: R. Ortiz.



A



B

Figura 17.- *Nopalea karwinskiana*. A y B. Cladodios con espinas grisáceas. Mpio. Soto la Marina, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 49. Fotos: R. Ortiz.



A



B

Figura 18.- *Nopalea karwinskiana*. A. Cladodios juveniles con hojas. B. Cladodios juveniles con hojas verdes y espinas. Mpio. Soto la Marina, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 49 y 71. Fotos: R. Ortiz.



A



B

Figura 19.- *Nopalea karwinskiana*. A. Flor. B. Botones florales. Mpio. Soto la Marina, Área de Protección de Flora y Fauna LMvDRB. Tamps. Col. A. Gómez 49 v 52. Fotos: R. Ortiz.



Figura 20.- *Nopalea karwinskiana*. Fruto con glóquidas prominentes porrectas en el centro de la aréola. Mpio. Gómez Farías. Reserva de La Biosfera El Cielo. Tamps. Fotos: R. Ortiz.

Datos ecológicos: **Altitud:** 0-550 msnm. **Clima:** Cálidos [BS1 (h') hw] (Carrera, 2004). **Tipo de vegetación** Selva Baja Espinosa, Matorral Espinos Tamaulipeco y Vegetación Halófila. **Estado de conservación:** Se encuentra dentro del Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, y en la periferia de la Reserva de la Biosfera El Cielo. **Herbarios revisados:** A. Gómez 49,52,54,60,61,71 (MEXU), J. Moreno0007 (ENCB).



Nopalea nuda Backeb., 1962.



A



B

Figura 21.- *Nopalea nuda*. A. Hábito arbóreo, 4 m de altura. A Mpio. San Fernando, B Mpio. Soto la Marina, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 83 y 68. Fotos: R. Ortiz.



A



B

Figura 22.- *Nopalea nuda*. A. Cladodios obovados sin espinas. B. Cladodios obovados con escasas espinas grisáceas. Mpio. Soto la Marina, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 70 y 68. Fotos: R. Ortiz.



A



B

Figura 23.- *Nopalea nuda*. A. Cladodio maduro y cladodio juvenil. B. Cladodio juvenil con hojas basales rojizas. Mpio. Soto la Marina. Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 83. Fotos: R. Ortiz.



A



B

Figura 24.- *Nopalea nuda*. A y B. Cladodio con botones florales con hojas basales en las areólas y tépalos rosados. Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamps. Col. A. Gómez 32. fotos: R. Ortiz.



Figura 25.- *Nopalea nuda*. Flor, gineceo y androceo exerto, lóbulos del estigma en color amarillo y las anteras de color rosado. Municipio Altamira. Col. A. Gómez 42 foto: R. Ortiz.



A



B

Figura 26.- *Nopalea nuda*. A Pericarpelo con podarios bien marcados, sin espinas. B. Fruto maduro color rojo claro con cicatriz floral profunda. A. Mpio. San Fernando. Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, B. Reserva de la Biosfera El Cielo. Tamps. Col. A. Gómez 85 y 86. Fotos: R. Ortiz.

Datos ecológicos: **Altitud:** 1-474 msnm. **Clima:** En la LMyDRB: Cálido [BS1 (h') hw] al sur, Semi-cálido [(A) Cx'] al norte (Carrera, 2004) y en la RBC cálido-subhúmedo [Aw0] (Gómez-Pompa, 2005). **Tipo de vegetación:** Bosque Mesófilo de Montaña, Matorral Espinos Tamaulipeco, Selva Baja Espinosa, Selva Media Subcaducifolia y Agricultura de Temporal. **Estado de Conservación:** Se encuentra dentro del Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB y Reserva de la Biosfera El Cielo, sobre la carretera y en áreas de cultivo. **Herbario revisado:** A. Gómez 68,70,72,76,83,85 y 86.



Opuntia atrispina Griffiths, 1908



Figura 27.- *Opuntia atrispina*. Hábito rastrero; Mpio. Soto la Marina, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 69. Foto: R. Ortiz.

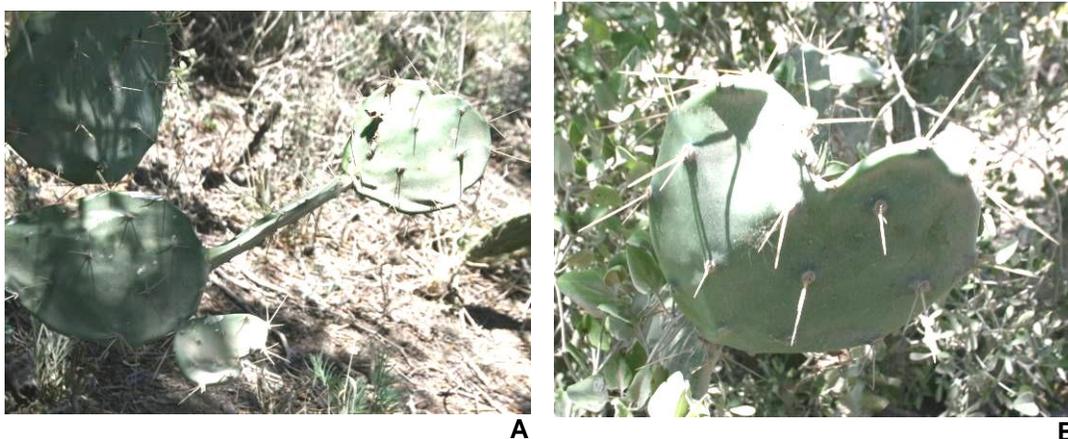


Figura 28.- *Opuntia atrispina*. A. Cladodios encadenados. B. Cladodio con espinas blancas con base marrón. Mpio. Soto la Marina, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB. Tamps. Col. A. Gómez 69. Fotos: R. Ortiz.

Datos ecológicos: Altitud: 6 -1000 msnm. **Latitud y Longitud:** N23° 48' 04.9'' O 97° 54' 06'', 24° 30' 59'' O 98° 56' 59''. **Clima:** Cálido [BS1 (h') hw] (Carrera, 2004). **Tipo de vegetación:** Selva Baja Espinosa. **Estado de Conservación:** Se encuentra dentro del Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB a pie de carretera en zona de cultivo. **Herbario revisado:** A. Gómez Barajas 69 (MEXU), O. Briones 1371 (ANSM).



Opuntia engelmannii Salm-Dyck ex Engelm, 1850



A



B

Figura 29.- *Opuntia engelmannii* A. Hábito arbustivo, B. Hábito subarbuscivo extendido con frutos. Hábitat costero A Mpio. Soto la Marina, B. Playa Bagdad. Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 59 y 95. Fotos: R. Ortiz.



A



B

Figura 30.- *Opuntia engelmannii* A. Hábito arbustivo con frutos. B. Hábito rastrero. Hábitat costero, A. Isla el Llorón y B. Islas del Nopal, Mpio. San Fernando. Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB. Col. A. Gómez 91 Fotos: R. Ortiz.

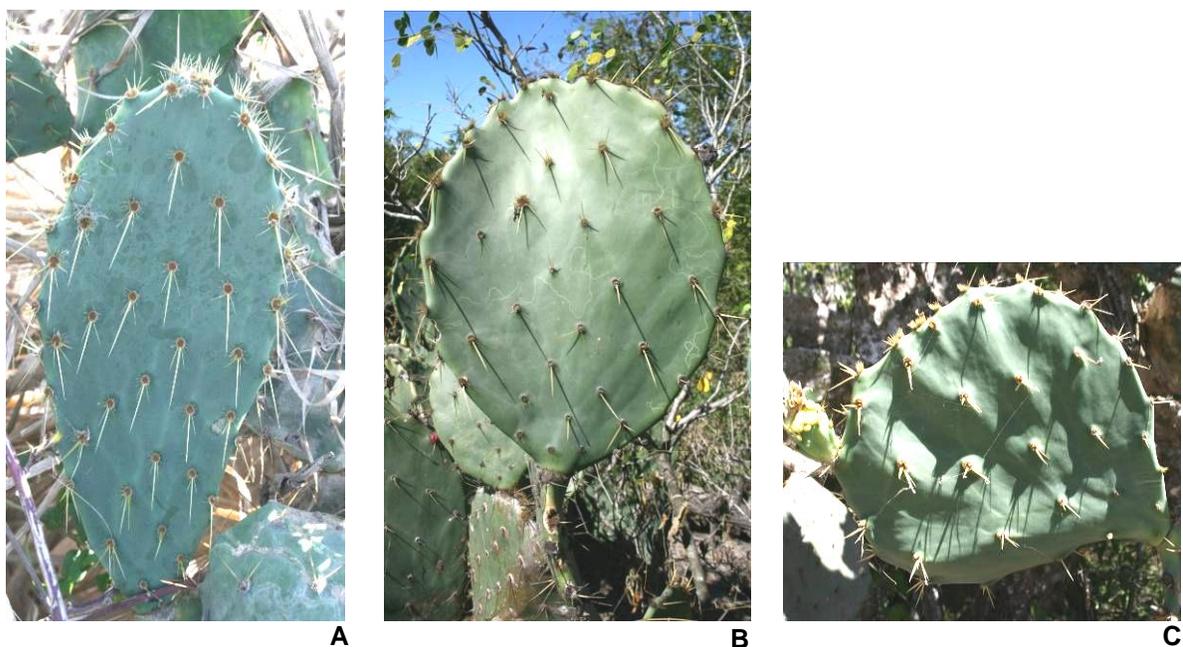


Figura 31.- *Opuntia engelmannii*. A. cladodio elíptico, color verde azulado grisáceo (glauco), espinas reflejas largas. B. Cladodio subcircular color verde, espinas reflejas menos largas. C. cladodio glauco, anchamente obovado, espinas reflejas muy cortas. Todas con 7 series de aréolas Mpio. Soto la Marina, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 50,78 y 75. Fotos: R. Ortiz.

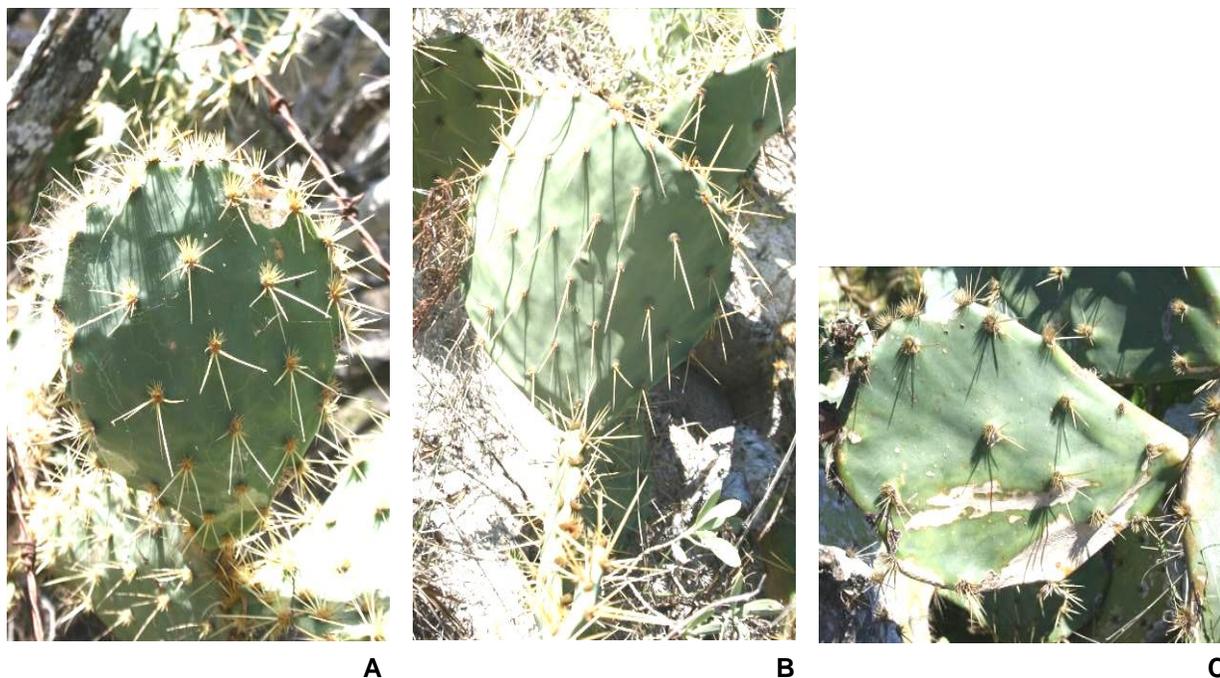


Figura 32.- *Opuntia engelmannii* var. *lindheimeri*. A. cladodio circular con abundantes glóquidas en la parte superior de la aréola. B. Cladodio rómbico con espinas muy largas, fieltro marrón abundante y pequeñas glóquidas en las aréolas de la periferia. C. Cladodio obovado con abundantes glóquidas color marrón. Mpio. Todas con 5 series de aréolas. San Fernando, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 81, 91 y 82. Fotos: R. Ortiz.



A



B

Figura 33.- *Opuntia engelmannii*. A. Pericarpelo con espinas cortas, ascendentes, blancas. B. Botón floral y flor vista exterior. Mpio. Soto la Marina. Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 59 y 48. Fotos: R. Ortiz.



A



B

Figura 34.- *Opuntia engelmannii*. A. Vista interna de flor con anteras amarillas y lóbulos del estigma verdes. B. Frutos en rojo los maduros y en verde los inmaduros. A. Mpio. Tula, B. Mpio. San Fernando. Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 95. Fotos: R. Ortiz.

Datos ecológicos: **Altitud:** 1-1678 msnm. **Clima:** En la LMyDRB: Cálido [BS1 (h') hw] al sur y semi-cálido [(A) Cx'] al norte (Carrera, 2004), en la RBC: cálido-subhúmedo con lluvias en verano [Aw0]. **Tipo de vegetación:** Matorral Espinos Tamaulipeco, Pastizal Cultivado, Selva Baja Espinosa y Vegetación Halófila. **Estado de Conservación:** Se encuentra en el Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB y en la periferia de la Reserva de la Biosfera El Cielo, en zonas de cultivo y ganadería. Muy abundante. **Herbario revisado:** A. Gómez Barajas 48, 50, 53, 56, 57, 59, 75, 77, 78, 79, 81, 82, 88, 91, 92, 94, 95 (MEXU), B. Goettsch 368, 367 y 278 (MEXU), C. Gómez 180, 536, 632, 1060 A, 1216, 1239 (MEXU), H. Bravo 3200 (MEXU), H. M. Hernández 2664, 3229 (MEXU), J.



Jiménez & A. Mora 0156, 0172, 0195, 0213, 0278, 0583, 0604 (UAT), J. L. Mora-López & A. Mora 00543 (UAT), J. Marroquín 425 (HFCB-UNL), L. Scheinvar & R. Bárcenas 931 (MEXU), Louis F. Conde 93 (INFI), Mahinda Martínez 4035 (BUAQ), M. Martínez 2288 (MEXU), R. Bárcenas 1195 (MEXU), R. Rodríguez 4, 5 (HFCB-UNL), O. Rocha 00039 (UAT).



Opuntia macrorhiza Engelm. 1850.



Figura 35.- *Opuntia macrorhiza*. Hábito arbustivo, hábitat costero, Mpio. Soto la Marina, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 65. Foto: R. Ortiz.



A



B

Figura 36.- *Opuntia macrorhiza*. A. Cladodio vista lateral, B Cladodio vista frontal, con bordes cóncavos, aréolas color marrón y glóquidas amarillas y marrón, Mpio. Soto la Marina, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 65. Fotos: R. Ortiz.



Figura 37.- *Opuntia macrorhiza*. A. Pericarpelo con restos del perianto, podarios prominentes, espinas y glóquidas. B. Pericarpelo con cicatriz floral hundida. Mpio. Soto la Marina, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A.Gómez 65. Fotos: R. Ortiz.

Datos ecológicos: **Altitud:** 0 msnm, **Clima:** Cálido [BS1 (h') hw] (Carrera, 2004). **Tipo de vegetación:** Vegetación Halófila. **Estado de Conservación:** Se encuentra en el Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, muy cerca de la costa, donde se realizan actividades recreativas. **Herbario revisado:** A. Gómez Barajas 65 (MEXU).



Opuntia maxonii J.G. Ortega, 1929.



Figura 36- *Opuntia maxonii*. Hábito arbustivo; Mpio. San Fernando, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 80. Foto: R. Ortiz.



Figura 38.- *Opuntia maxonii*. A. Cladodio maduro, B. Cladodios juveniles. Mpio. San Fernando, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 80. Fotos: R. Ortiz.

Datos ecológicos: **Altitud:** 64 msnm. **Clima:** Semi-cálido [(A) Cx'] (Carrera, 2004). **Tipo de vegetación:** Pastizal Cultivado (INEGI, 2010). **Estado de Conservación:** Se encuentra en el Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, en zonas de cultivo a pie de la carretera. **Herbario revisado:** A. Gómez Barajas 80 (MEXU).



Opuntia phaeacantha Engelm, 1849



A



B

Figura 39.- *Opuntia phaeacantha*. A. Hábito arbustivo en bosque de pino Reserva de la Biosfera El Cielo. B. Hábitat costero, Mpio. Soto la Marina Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 28 y 63 .Fotos: R. Ortiz.



A



B

Figura 40.- *Opuntia phaeacantha*. A. Hábito arbustivo. B. Hábito rastrero. A. Mpio. Soto la Marina y B. Mpio, San Fernando. Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 51 y 93. Fotos: R. Ortiz.



A



B

Figura 41.- *Opuntia phaeacantha*. A. Cladodio juvenil con hojas y 2 espinas grisáceas. Reserva de la Biosfera El Cielo. B. Cladodio juvenil con hojas y espinas con base marrón Mpio. Soto la Marina, Tamps. Col. A. Gómez 28 y 63. Fotos: R. Ortiz.



A



B



C

Figura 42.- *Opuntia phaeacantha*. A. Cladodio con 1 a 2 espinas grisáceas con base marrón, Reserva de la Biosfera El Cielo. B. Cladodio con 1 a 3 espinas con base marrón y ápice translucido Mpio. Soto la Marina, C. Cladodio con 1 espina gris y glóquidas en la parte superior, Mpio, San Fernando, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB. Col. A. Gómez 28, 63 y 93. Fotos: R. Ortiz.



Figura 43.- *Opuntia phaeacantha*. Frutos sin espinas con cicatriz floral plana y botones florales. Pericarpelo con glóquidas blancas prominentes, porrectas. Reserva de la Biosfera El Cielo Tamps. Col. A. Gómez 28. Foto: R. Ortiz.

Datos ecológicos: **Altitud:** 0 - 390 msnm. **Clima:** Para la LMyDRB: Semi-cálido [(A) Cx'] al norte y cálidos [BS1 (h') hw] al sur, (Carrera, 2004) y para la RBC: clima cálido-subhúmedo [[Aw0]. **Tipo de vegetación:** Matorral Espinoso Tamaulipeco, Selva Baja Espinosa y Vegetación Halófila. **Estado de Conservación:** Se encuentra en el Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB y Reserva de la Biosfera El Cielo. **Herbario revisado:** A. Gómez Barajas 51, 63, 64, 93 (MEXU), B. Cabello 369 (MEXU), L. Hernández 01772 (MEXU), R. Rodríguez 6 (HFCB-UNL).



***Opuntia polyacantha* Haw., 1819**



A



B

Figura 44.- *Opuntia polyacantha*. A y B. Hábito rastroero, 10 – 12 cm de largo, hábitat costero. Mpio. Soto la Marina, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 47 y 62. Fotos: A. Gómez y R. Ortiz.



A



B

Figura 45.- *Opuntia polyacantha*. A. Cladodios con espinas grisáceas. B. Cladodios con espinas grisáceas y algunas marrón. Mpio. Soto la Marina, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 47. Fotos: A. Gómez y R. Ortiz.



A



B

Figura 46.- *Opuntia polyacantha*. A y B. Cladodios con espinas blancas y ápice marrón, muy largas, divergentes y reflejas. Mpio. Soto la Marina, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 47. Fotos: A. Gómez y R. Ortiz.



Figura 47.- *Opuntia polyacantha*. Pericarpelos con podarios prominentes reticulados y cicatriz floral profunda. Mpio. Soto la Marina, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 62. Foto: R. Ortiz.

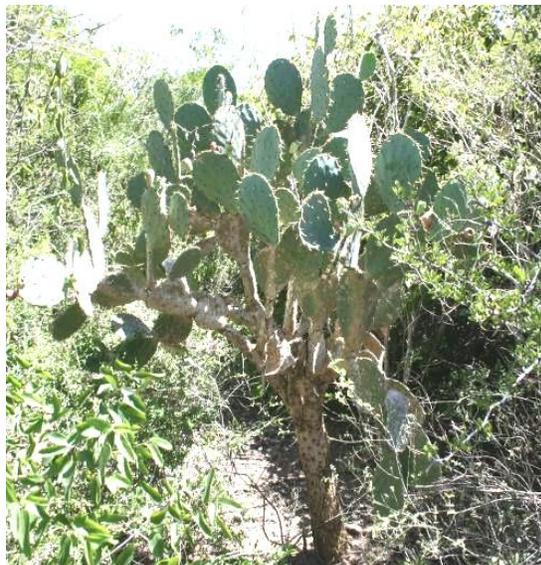
Datos ecológicos: **Altitud:** 0-15 msnm, **Clima:** Cálido [BS1 (h') hw] (Carrera 2004). **Tipo de vegetación:** Pastizal Cultivado y Selva Baja Espinosa. **Estado de Conservación:** Se encuentra en el Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, cerca de la costa donde se realizan actividades recreativas y en zonas de cultivo. **Herbario revisado:** A. Gómez Barajas 47, 62 (MEXU).



Opuntia stricta (Haw.) Haw., 1812.



A



B

Figura 48.- *Opuntia stricta*. A y B Hábito arbustivo, cladodios con bordes cóncavos. Mpio. Soto la Marina, Área de protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 87 y 73. Fotos: R. Ortiz.



A



B

Figura 49.- *Opuntia stricta* A. cladodio con glóquidas amarillas largas. B. Cladodio con glóquidas color marrón amarillentas, ambos con bordes cóncavos. Mpio. Soto la Marina, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 87 y 67. Fotos: R. Ortiz.



Figura 50.- *Opuntia stricta*. Cladodio juvenil con hojas verdes reflejas, podarios prominentes. Mpio. Soto la Marina, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB. Tamps. Col. A. Gómez 84. Foto: R. Ortiz.



A



B

Figura 51.- *Opuntia stricta*. A. Vista exterior de una flor amarilla. Pericarpelo con 3 series de aréolas, ausentes en la base. B. Flor en antesis, vista interior, segmentos exteriores acuminados e interiores apiculados, anteras blancas y lóbulos del estigma 8, conniventes, verdes. Mpio. Cd. Victoria, Tams. Col. A. Gómez 22. Fotos: R. Ortiz.



Figura 52.- *Opuntia stricta*. Pericarpelo con tubérculos alargados, glóquidas marrón en la parte superior de la aréola y espinas marrón blanquecinas. Mpio. San Fernando Isla el Reloj, Tams. Col. A. Gómez 84. Fotos: R. Ortiz.

Datos ecológicos: **Altitud:** 0- 530 msnm, **Clima:** En la LMyDRB: Cálido [BS1 (h') hw], al sur y semi-cálido [(A) Cx'] al norte (Carrera 2004). En la RBC clima cálido-subhúmedo [Aw0] (Gómez-Pompa 2005). **Tipo de vegetación:** Matorral Espinos Tamaulipeco, Pastizal Cultivado, Selva Baja Espinosa y Vegetación Halófila. **Estado de Conservación:** Se encuentra en la Reserva de la Biosfera El Cielo y el Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, dentro de zonas de cultivo y cercana a la costa. **Herbarios revisados:** A. Gómez Barajas 55, 67, 73, 74, 84, 87, 89 (MEXU), C. Aguilar, R. Fuentes & M. Martínez 00740 (UAT), H. Sánchez M 2054 (MEXU).



Opuntia undulata Griffiths, 1912.



A



B

Figura 53.- *Opuntia undulata*. A y B Hábito arbustivo, cladodios grandes, sin espinas. Mpio. Soto la Marina, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 66. Fotos: R. Ortiz.



Figura 54 .- *Opuntia undulata*, Tronco grisáceo. Mpio. Soto la Marina, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 66. Fotos: R. Ortiz.



A



B

Figura 55.- *Opuntia undulata*. A y B. Cladodios juveniles con hojas basales, largas, reflejas, verdes. Mpio. Soto la Marina, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 66. Fotos: R. Ortiz.



A



B

Figura 56.- *Opuntia undulata*. A. Cladodios donde se observan podarios elevados. B. Cladodio fusiforme Mpio Soto la Marina, Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, Tamps. Col. A. Gómez 66. Fotos: R. Ortiz.

Datos ecológicos: **Altitud** 0-96 msnm. **Clima:** Cálido [BS1 (h') hw], (Carrera 2004). **Tipo de vegetación:** Selva baja espinosa y cerca del pastizal cultivado. **Estado de Conservación:** Se encuentra en el Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, en zonas de cultivo cercanas a la costa. **Herbario revisado:** A. Gómez Barajas 66 (MEXU).



DISCUSIÓN y CONCLUSIÓN

La colecta de nuevos ejemplares de nopales silvestres en lugares donde no se tenía registro, demuestra que existe una gran diversidad aun desconocida, y que es necesario incrementar el trabajo de campo mediante salidas de prospección tanto en ANP's de Tamaulipas como en todo el país.

La presente investigación comprende 16 especies, 12 de las cuales fueron colectadas en campo y 4 sólo referidas en alguno de los diferentes herbarios antes citados, del total de las especies colectas *Opuntia polyacantha* es un nuevo registro para el estado de Tamaulipas, ya que para México, Guzmán (2003) considera su distribución sólo en Chihuahua, mientras que Hernández *et. al.* (2004) la considera en Chihuahua y Durango.

En la Reserva de la Biosfera El Cielo, de las 5 diferentes especies de nopales silvestres encontrados, *Nopalea auberi* y *N. nuda* son nuevos registros para el ANP. Para *N. auberi* se tienen otros dos registros, uno en Bernal de Horcasitas y otro en Altas Cumbres, ambas ANP's y para *N. nuda* los registros de su distribución en Tamaulipas están limitan a los encontrados en el presente estudio y se ubican en el Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB.

Las especies encontradas en la periferia de la RBC y no referidas en la literatura fueron: *Opuntia cantabrigiensis*, *O. chiangiana* y *O. zamudioi*, estas especies están ubicadas aproximadamente a 10km, y se contempla que puedan estar presentes dentro de la reserva, pero es necesario una salida de prospección para confirmar su presencia.

En el Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, se encontraron 8 especies que no habían sido referidas con anterioridad para el ANP, que son: *Opuntia atrispina*, *O. macrorhiza*, *O. maxonii*, *O. phaeacantha*, *O. polyacantha*, *O. undulata*, *Nopalea karwinskiana* y *N. nuda*. A excepción de *O. phaeacantha* que se encuentra en la RBC, ninguna de las especies antes mencionadas se distribuyen en otra ANP's de Tamaulipas.

En la base de datos "Nopales Silvestres Mexicanos" se encontraron 4 especies que no fueron colectados en campo, pero que se ubican dentro de alguna de las 2 ANP's estudiadas, éstas son: *O. leucotricha*, *O. pubescens*, *O. stenopetala* y *O. tomentosa*.

Con relación al endemismo de las especies encontradas, 5 de ellas son endémicas de México: *Nopalea dejecta*, *N. nuda*, *N. karwinskiana*, *Opuntia maxonii* y *O. undulata* (Scheinvar inf. perso.). No se encontró ninguna especie microendémicas o de distribución restringida.

El registro de nuevas especies de la subfamilia Opuntioideae en ambas ANP's, es de suma importancia ya que incrementan su biodiversidad cactológica, además que las especies de los géneros



Opuntia y *Nopalea* se pueden incluir en un plan de manejo sustentable debido a que se encuentran en su hábitat natural y son de fácil propagación, al mismo tiempo que son de gran importancia ecológica, económica, forrajera, alimenticia y medicinal, para las zonas áridas, por lo anterior sugerimos el uso de los nopales para programas de restauración ecológica, reforestación y/o cultivos en huertas de las especies productoras de frutos comestibles y/o cladodios utilizados como verdura.

La única especie colectada que está citada en la NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT 2002) es *O. polyacantha*.

Con relación a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), todas las especies del género *Opuntia* y *Nopalea* se encuentran dentro del Apéndice II, que dice que está permitida su colecta sólo si se tiene un permiso de la autoridad correspondiente. Para la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), ninguna especie de *Opuntia* y de *Nopalea* están referidas como amenazadas.

Todas las especies de los géneros *Opuntia* y *Nopalea* presentes en alguna de las dos ANP's estudiadas se encuentran protegidas *in situ*, pero tanto en la RBC como en el Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB, presentan problemas como: ganadería extensiva, tala, caza, turismo mal empleado y aumento en la densidad poblacional (Gómez-Pompa 2005, PRONATURA 2008). Asimismo después de casi 6 años del decreto del Área de Protección de Flora y Fauna LMyDRB (14 de abril del 2005) esta área no cuenta con un plan de manejo (CONANP 2010) lo que dificulta su administración. De igual manera las islas de la LMyDR albergan asentamientos humanos irregulares (usualmente pescadores), y en algunos casos la vegetación original ha sido retirada parcial o totalmente para la introducción de ganado caprino, ovino y/o equino (PRONATURA 2008), de manera verbal se nos comentó que sobre los nopales silvestres presentes en las islas, anidan diversas especies de aves marinas, por lo cual la pérdida de cobertura vegetal podría traer consecuencias a sus poblaciones.

A pesar de toda la problemática que presentan las ANP's, considero que son las zonas donde la diversidad biológica se puede conservar mejor, y para lograr un manejo sustentable de los recursos es necesaria la participación de diferentes sectores tanto políticos, educativos y sociales. El conocimiento de la biodiversidad es muy importante para su protección y aprovechamiento racional sólo así se puede generar una concientización sobre que recursos se tienen y como se pueden manejar.

Exista otra amenaza que puede dañar las poblaciones silvestres y cultivadas de especies de *Opuntia* y *Nopalea*, tanto en Tamaulipas como en todo México, y es la presencia de la palomilla del nopal (*Cactoblastis cactorum*), se tienen registros de su presencia en Florida desde 1989, y



PRONATURA (2008), reporta su presencia en Texas sin especificar la localidad, en México se registró por primera vez en 2006 en Isla Mujeres (Quintana Roo) y desde entonces se lleva un monitoreo constante, aumentando la vigilancia en las zonas designadas como alto riesgo que son: Tamaulipas, Nuevo León, Veracruz, Yucatán y Campeche (Zimmerman 2006).

Esta plaga invasora ataca las especies de los géneros *Opuntia* y *Nopalea*, siendo los más vulnerables las especies arbustivas y rastreras que las arbóreas, ya que estas últimas desarrollan zonas fibrosas (leñosas) dificultando su infestación (Zimmerman 2006).

En México existen alrededor de 83 especies de opuntias, de las cuales 53 especies son endémicas, además de la producción de tuna y nopal-verdura, involucra a 120,000 y 90,000 productores respectivamente, por lo cual *Cactoblastis cactorum* es un peligro desde el punto de vista biológico y económico para el país (Zimmerman 2006).

La utilización de bases de datos elaboradas a partir de herbarios y colectas en campo es una gran herramienta que facilita el conocimiento sobre la distribución y diversidad de las especies, asimismo, nos permite reconocer las especies que antes estaban presentes en sitios en donde ahora no se encuentran. Esta investigación aportó 55 nuevos registros de 8 diferentes especies del género *Opuntia* y 4 especies del género *Nopalea* para el estado de Tamaulipas, con la esperanza de que sean útiles para futuras investigaciones.

Durante la colecta de nopales silvestres, se excluyeron todos aquellos que se encontraban cultivados o en cercas vivas, pero existen dos especies: *Nopalea nuda* y *Opuntia undulata* que son ampliamente cultivadas. Bravo (1978), Guzmán (2003) y Anderson (2001) consideran a *Nopalea nuda* como cultivada e indican su presencia en México pero no especifican su localidad. En el presente estudio se encontraron poblaciones en vida silvestre, y muy abundante en zonas cercanas a la costa. En el caso de *Opuntia undulata* Bravo (1978), Hunt (2006) y Anderson (2001) la consideran nativa de Aguascalientes, y ampliamente cultivada (Bravo 1978, Guzmán 2003, Anderson 2001), en campo sólo se encontró una planta en vida silvestre, y existen otros dos registros en la base de datos NSM sin indicar si son cultivadas o silvestres, Por lo anterior se especula ambas especies fueron trasladadas con anterioridad a los sitios de muestreo y son poblaciones naturalizadas.



LITERATURA CITADA

- Anderson, E. 2001. *The cactus family*. Timber Press, Portland, Oregon. 766p.
- Arreola, N.H.J. 1997. *Formas de vida y características morfológicas*. In: CONABIO, SEMARNAP, UNAM y CUCC. *Suculentas mexicanas: Cactáceas*. CVS Publicaciones. México. p. 27-35.
- Arias, S. 1993. *Cactáceas: conservación y diversidad en México*. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural XLIV:109-115.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. P 352-354, 373-376.
- Bravo-Hollis, H. 1978. *Las cactáceas de México*. Vol. I. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 743p.
- Backeberg, C, 1962. *Die Cactaceae* v.6 p. 3629. Veb Gustav Fischer Verlag, Alemania.
- Benson, L. 1982 *The Cacti of the United States and Canada*. Stanford University Press, California, USA.
- Bezaury-Creel J.E., J. Fco. Torres, L. M. Ochoa Ochoa. 2007. *Base de Datos Geográfica de Áreas Naturales Protegidas Estatales del Distrito Federal y Municipales de México - Versión 1.0*, Agosto 30, 2007. The Nature Conservancy / PRONATURA A.C / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 6 Capas ArcGIS 9.2 + 4 Capas Goggle Earth KMZ + 1 Archivo de Metadatos Word.
- Britton, N. y J. Rose. 1919 *The Cactaceae*. Carnegie Institution, Washington, D.C. v. 1.
- Britton, J., y B. Morton, 1989. *Shore Ecology of the Gulf of Mexico*. University of Texas Press, Austin. 387p.
- Cantú C., G. Wright, J. Scott, E. Strand. 2005. *Las áreas naturales y su protección en Tamaulipas In: Sánchez – Ramos, G.; P. Reyes- Castillo; y R. Dirzo (eds.) Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. Universidad Autónoma de Tamaulipas p. 116-127.



- Casas, S. y G. Requena 2005. *Generalidades geográficas* In: Sánchez – Ramos, G.; P. Reyes-Castillo; y R. Dirzo (eds.) *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. Universidad Autónoma de Tamaulipas p. 38-50.
- Crook, R. y R. Mottram. 1995. *Opuntia Index. Part 1: Introduction and A-B. Bradleya* 13: 89-118.
- Diario Oficial de la Federación. 2005. Primera sección. *Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Laguna Madre y Delta del Río Bravo, ubicada en los municipios de Matamoros, San Fernando y Soto La Marina, en el Estado de Tamaulipas, con una superficie total de 572,808-60-94.22 hectáreas*. México.
- Franco S. 1997. *Legislación y Conservación*. In: CONABIO, SEMARNAP, UNAM y CUCC. *Suculentas mexicanas: Cactáceas*. CVS Publicaciones. México. p 101-111.
- García E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*, México, Offset Larios, 217 p.
- González-Medrano, F. 2005. *La Vegetación*. In: Sánchez – Ramos, G., P. Reyes- Castillo y R. Dirzo (eds.) *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. Universidad Autónoma de Tamaulipas p. 88-105.
- Gram W., R. Brito-Aguilar, J. Faaborg. 2005. *Las aves* In: Sánchez – Ramos, G.; P. Reyes- Castillo; y R. Dirzo (eds.) *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. Universidad Autónoma de Tamaulipas p 510-521.
- Guzmán, U., S. Arias, P. Dávila. 2003. *Catálogo de Cactáceas Mexicanas*. UNAM, CONABIO. 315 p. México.
- Hernández, H. M. 2006. *La vida en los desiertos mexicanos*. La Ciencia para Todos 213. Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 188 p.
- Hernández L., J. Treviño, A. Mora-Olivo, M. Martínez y Díaz. 2005. *Diversidad florística y endemismos* In: Sánchez – Ramos, G.; P. Reyes- Castillo; y R. Dirzo (eds.) *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. Universidad Autónoma de Tamaulipas p 244-259.
- Hernández - Sandoval, L. G. 1995. *Diversidad florística y endemismo* In: Sánchez – Ramos, G., P. Reyes- Castillo y R. Dirzo (eds.) *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. Universidad Autónoma de Tamaulipas p. 244-257.
- Hernández H., C. Gómez-Hinostrosa, y B. Goettsch. 2004. *Checklist of Chihuahua Desert Cactaceae*. *Harvard Papers in Botany* 9:51-68.



- Hernández H., C. Gómez- Hinostrosa y G. Hoffmann. 2010. *Is geographical rarity frequent among the cacti of the Chihuahuan Desert?* In: Revista Mexicana de Biodiversidad 81:163-175.
- Hernández, H. y H. Godínez. 1994. *Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas.* Acta Botánica Mexicana 26:33-52.
- Hunt, D. (compiler). 2006. *The new cactus lexicon.* DH Books, Milborne port, England. 373 p.
- Lavín P., X. Sampablo, O. Hinojosa, J. Dixon. D. Lazcano. 2005. *La herpetofauna* In: Sánchez – Ramos, G.; P. Reyes- Castillo; y R. Dirzo (eds.) Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. Universidad Autónoma de Tamaulipas p 498-509.
- Lot H, A.; C. Vázquez y F. Menéndez. 1975. *Physiognomic and floristic changes near the northern limit of mangroves in the Gulf Coast of Mexico.* In: G.E. Walsh, S.C. Snedaker y H.T. Teas, eds. Proceedings of the International Symposium on Biology and Management of Mangroves Vol.1. Universidad de Florida, Gainesville. p:52-61.
- Mandujano, M., C. Montaña; L.E. Eguiarte. 1996. *Reproductive ecology and inbreeding depression in Opuntia rastrera (Cactaceae) in the Chihuahua Desert: Why are sexually derived recruitments so rare?* American Journal of Botany. 83:63-70.
- Mandujano, M., J. Gulovob, y J. Reyes. 2002. *Lo que usted siempre quiso saber sobre las cactáceas se atrevió a preguntar.* CONABIO. Biodiversitas 40:4-7.
- Martínez- Avalos, y E. Bernal Cruz. 2005. *Las Cactáceas* In: Sánchez – Ramos, G., P. Reyes- Castillo y R. Dirzo (eds.) Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. Universidad Autónoma de Tamaulipas p. 220-229.
- Melo Gallegos, C. 2002. *Áreas Naturales Protegidas de México en el siglo XX.* p156.
- Miranda, F. y E. Hernández- X. 1963. *Tipos de vegetación de México y su clasificación.* Boletín de la Sociedad Botánica de México 28:29-179.
- Mora A., J. Valdés, G. Nava. 2005. *Las Plantas Forrajeras* In: Sánchez – Ramos, G.; P. Reyes- Castillo., y R. Dirzo (eds.) Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. Universidad Autónoma de Tamaulipas p. 610-618.
- Pimienta-Barrios. 1997. *El nopal en México y el mundo.* In: CONABIO, SEMARNAP, UNAM y CUCC. Suculentas mexicanas Cactáceas. CVS Publicaciones. México. p 87-95.



- Pérez S., J. Golubov y M. Mandujano. 2010. *La palomilla del nopal Cactoblastis cactorum: una seria amenaza económica y ecológica para el noreste de México*. Bol. Soc. Latin. Carib. Cact. Suc. 7(1): 10-15.
- Pérez L., A. Mora-Olivo., S. Medellín. 2005. *Las Plantas Comestibles Silvestres In: Sánchez – Ramos, G.; P. Reyes- Castillo; y R. Dirzo (eds.) Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. Universidad Autónoma de Tamaulipas p. 604-609.
- Primack, R. 2004. *A Primer of Conservation Biology*. Third edition, Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA, U.S.A. p186-236.
- Pronatura Noreste, A. C., Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y The Nature Conservancy, 2008. *Plan de Conservación para La Laguna Madre y su área de Influencia, Tamaulipas, México*. p. 177.
- Puig, H. 2005. *La biogeografía de las plantas del bosque mesófilo*. In: Sánchez-Ramos, G. P. Reyes-Castillo y R. Dirzo. (Eds.) *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. Universidad Autónoma de Tamaulipas. P 76-88.
- Rzedowski, J., 2006. *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Sarukhán, J. y R. Dirzo (comps.). 1992. *México ante los retos de la biodiversidad*. CONABIO, México. 343 p. <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/2/int.html>.
- Scheinvar L., S. Filardo, G. Olalde, P. Zavaleta. 2009. *Diez especies mexicanas productoras de xoconostles: Opuntia spp. y Cylindropuntia imbricata (Cactaceae)*. Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Nacional Autónoma de Hidalgo, Universidad Autónoma Metropolitana. México p 179.
- Scheinvar, L. y G. Manzanero. 2009. *Opuntia chiangiana*, una nueva especie de Cactaceae de Oaxaca, México. *Noboa* 19: 222-228.
- Seigler D., y F. Andrew. 2005. *Ethnobotany*. In: Sánchez – Ramos, G., P. Reyes- Castillo y R. Dirzo (eds.) *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. Universidad Autónoma de Tamaulipas p. 556 – 57.



Sosa V., A. Hernández, J. Vargas. 2005. *Los mamíferos In: Sánchez – Ramos, G.; P. Reyes- Castillo; y R. Dirzo (eds.) Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México.* Universidad Autónoma de Tamaulipas p. 522-537.

Zamora C. 2005. Elaboración del proyecto técnico: *Restauración de la Cuenca Hidrológica de la Laguna Madre.* Universidad Autónoma de Tamaulipas. Instituto de Ecología y Alimentos. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CJ057, México. D.F.

Zimmermann H. y S. Pérez. 2006. The consequences of Introducing The Cactus Month *Cactoblastis cactorum* to the Caribbean and Beyond.

Recursos electrónicos

Beck, M. , M. Odaya, J. Bachant, J. Bergan, B. Keller, R. Martin, R. Mathews, C. Porter, G. Ramseur. 2000. Identification of Priority Sites for Conservation in the Northern Gulf of Mexico: An Ecoregional Plan. The Nature Conservancy, Arlington, VA. <<http://www.masgc.org/gmrp/plans/TNC.pdf>> [Consulta 2009-2010].

Carabias 1995. *Introducción In: Gómez-Pompa, A. y R. Dirzo. Coords. 1995. Reservas de la biosfera y otras áreas naturales protegidas de México.* Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (Edición digital: Conabio 2006). <http://www.conabio.gob.mx/institucion/centrodoc/doctos/librosdigitales/Reservasdela_biosfera/Primeraparte.pdf>.

Carrera, E. 2004. Ficha informativa Ramsar. *Humedales de México* p. 31. <<http://ramsar.conanp.gob.mx/documentos/fichas/49.pdf>>.

Chio U., E. Gloria. 2006. Gestión Ambiental en la Laguna Madre, Tamaulipas. *Taller-simposio, sobre Ecosistemas Coteros del Golfo de México y Mar del Caribe: hacia la integración de grupos de investigación. Tabasco, México.* Resumen. <http://www.golfo-de-mexico.org/documentos.htm#estab_b>.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegida. 2009. <<http://www.conanp.gob.mx>> [Consulta 2009-2010].

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegida. 2010. <http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/sinap.php> [Consulta 24 agosto 2010] .

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2010. Cobertura de las Áreas Naturales Protegidas Federales de México. A diferentes escalas. México.



- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2010. <<http://conabioweb.conabio.gob.mx/metacarto/metadatos.pl>> [Consulta enero 2010].
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2010. <http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/sinap.php> [Consulta 2009-2010].
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2000. *Estrategia nacional sobre biodiversidad de México*. México. Edición digital: Conabio 2000. <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/estrategia_nacional/doctos/estudiodepais/CAP6_Conseervacion.pdf> [Consulta 2009-2010].
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2000. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_083.pdf[Consulta 2009-2010].
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2004. “*Mapa base del estado de Tamaulipas*”. Escala de impresión 1: 2 160000 . México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1999. “*Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO*”. Escala 1: 1000000.. Ciudad de México, México.
- E-local. 2010. *Enciclopedia de los Municipios de México, Tamaulipas*, SEGOB. <http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_tamaulipas>[Consulta 16 abril de 2010].
- Gobierno del Estado de Tamaulipas. 2009. <http://elcielo.tamaulipas.gob.mx/mapa/mapa_geograf.htm> [Consulta 25 noviembre 2009].
- Gómez-Pompa, A. y R. Dirzo. Coords. 1995. *Diversidad ecológica y biológica de México In: Reservas de la biosfera y otras áreas naturales protegidas de México*. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (Edición digital: Conabio 2006).Primeraparte:<<http://www.conabio.gob.mx/institucion/centrodoc/doctos/librosdigitales/Reservasdelabiosfera/Primeraparte.pdf>>[Consulta 2009-2010].
- Gómez-Pompa, A. y R. Dirzo. Coords. 1995. *Consideraciones Sobre La Historia de Las Áreas Naturales Protegidas y La Conservación de la Naturaleza en México In: Reservas de la biosfera y otras áreas naturales protegidas de México*. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (Edición digital: Conabio 2006). Primera parte:<<http://www.conabio.gob.mx/institucion/centrodoc/doctos/librosdigitales/Reservasdelabiosfera/Primeraparte.pdf>>[Consulta 2009-2010].
- Gómez-Pompa, A. y R. Dirzo. Coords. 1995. *Reservas de la biosfera y otras áreas naturales protegidas de México*. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (Edición digital: Conabio 2006).Primera



parte:<<http://www.conabio.gob.mx/institucion/centrodoc/doctos/librosdigitales/Reservasdelabiosfera/Primeraparte.pdf>> [Consulta 2009-2010].

Gómez-Pompa, A. y R. Dirzo. Coords. 1995. *Reserva de la Biosfera El Cielo in: Reservas de la biosfera y otras áreas naturales protegidas de México*. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Conabio 2006:<[http://www.conabio.gob.mx/institucion/centrodoc/doctos/librosdigitales /Reservasde labiosfera/Sgundaparte.pdf](http://www.conabio.gob.mx/institucion/centrodoc/doctos/librosdigitales/Reservasde labiosfera/Sgundaparte.pdf)>[Consulta 10 junio 2009].

Gulfbase. 2010. <http://www.gulfbase.org/bay/view.php?bid=laguna>.

INEGI. 2009. <<http://inegi.gob.mx> > [Consulta 25 noviembre 2009].

INEGI. 2010.<<http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/basicos/estados/tampsge o.cfm>> [Consulta 16 abril de 2010].

Jardín Botánico de la UNAM. 2010: <<http://www.ibiologia.unam.mx/jardin/> > >[Consulta 10 febrero 2010].

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. 2010. <http://www.normateca.gob.mx//Archivos/50_D_2375_28-04-2010.pdf >[Consulta 2009- 2010].

Martínez- Avalos. 1994. *Inventario Florístico de las Cactáceas del Estado de Tamaulipas, México*. Informe final* del Proyecto P120, CONABIO <<http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfP120.pdf>> [Consulta 2009- 2010].

NAWCA. 2010. *Acta Norteamericana para la Conservación de Humedales*. <<http://www.fws.gov/birdhabitat/Grants/NAWCA/Standard/Mexico/index.shtml>> [Consulta 2009- 2010].

Plan de Manejo. 1996. Gobierno de Tamaulipas < <http://elcielo.tamaulipas.gob.mx/marco/plan manejo.htm> > [Consulta: 20 noviembre 2009].

PRONATURA. 1998. Nuestro Futuro Común. *La Región Binacional de la Laguna Madre*. PRONATURA, TCPS, Texas Center For Policy Studies. P.37 <<http://www.texascenter.org/publications/spalaguna.pdf>> [Consulta 2009-2010].

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2010. <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/boletines2/Paginas/2010B401.aspx>.



The Nature Conservancy. 2010: <<http://conpro.tnc.org/1026/>> [Consulta agosto 2010].

Tunnell J. W. Jr., W. John, Hilbun N. 2002. Comprehensive Bibliography of The Laguna Madre of Texas & Tamaulipas. Center for Coastal Studies Texas A&M University – Corpus Christi <http://ccs.tamucc.edu/pubs/tech/TAMUCC_0202_CCS.pdf> [Consulta 2009-2010].

Vergara M., y S. Cruz. 2006. *Estabilidad de Bocas de la Laguna Madre*. Taller- simposio, sobre Ecosistemas Coteros del Golfo de México y Mar del Caribe: hacia la integración de grupos de investigación. Tabasco, México. Resumen <http://www.golfo-de-mexico.org/documentos.htm#estab_b>.



ANEXO 1.- Nopales silvestres colectados en la Reserva de la Biosfera “El Cielo” y el Área de Protección de Flora y Fauna “Laguna Madre y Delta de Río Bravo”.

| Colector | Fecha | No. de colecta | Especie | Estado | Municipio | Localidad | Coordenadas | Altitud | Tipo de vegetación |
|----------|------------|----------------|----------------------|--------|----------------|--|----------------------------|---------|-------------------------------|
| A. Gómez | 07/04/2009 | 25 | Opuntia stricta | Tamps. | Llera | Ejido La Alberca | N23 29 15.6 W98 58 37.0 | 268 m | Matorral Submontano |
| A. Gómez | 08/04/2009 | 27 | Nopalea nuda | Tamps. | Gómez Farías | Reserva de la Biosfera El Cielo | N23 03 39.5 W99 10 08.3 | 386 m | bosque de coníferas y Quercus |
| A. Gómez | 08/04/2009 | 28 | Opuntia phaeacantha | Tamps. | Gómez Farías | Reserva de la Biosfera El Cielo | N23 03 06.3 W99 10 08.7 | 474 m | Bosque de pino |
| A. Gómez | 08/04/2009 | 29 | Nopalea nuda | Tamps. | Gómez Farías | Reserva de la Biosfera El Cielo | N23 03 06.3 W99 10 08.7 | 474 m | Bosque mesófilo de montaña |
| A. Gómez | 08/04/2009 | 30 | Nopalea nuda | Tamps. | Gómez Farías | Reserva de la Biosfera El Cielo | N23 03 06.3 W99 10 08.7 | 474 m | Bosque mesófilo de montaña |
| A. Gómez | 08/04/2009 | 31 | Nopalea auberi | Tamps. | Gómez Farías | Reserva de la Biosfera El Cielo | N23 03.600 W99 10.137 | 406 m | Selva media subcaducifolia |
| A. Gómez | 08/04/2009 | 32 | Nopalea nuda | Tamps. | Gómez Farías | Reserva de la Biosfera El Cielo | N23 03.977 W99 10.073 | 359 m | Selva media subcaducifolia |
| A. Gómez | 08/04/2009 | 33 | Nopalea dejecta | Tamps. | Gómez Farías | Reserva de la Biosfera El Cielo | N23 03 58 W99 10 4 | 406 m | Selva media subcaducifolia |
| A. Gómez | 10/04/2009 | 47 | Opuntia polyacantha | Tamps. | Soto la Marina | La pesca, Ejido los arroyos | N23 47.274 W97 46.274 | 0m | Selva baja espinosa |
| A. Gómez | 10/04/2009 | 48 | Opuntia engelmannii | Tamps. | Soto la Marina | La pesca, Ejido los arroyos | N23 47.274 W97 46.274 | 0m | Matorral espinoso tamaulipeco |
| A. Gómez | 10/04/2009 | 49 | Nopalea karwinskiana | Tamps. | Soto la Marina | La pesca, Ejido los arroyos | N23 47.274 W97 46.274 | 0m | Vegetación halófila |
| A. Gómez | 10/04/2009 | 50 | Opuntia engelmannii | Tamps. | Soto la Marina | sobre carretera la Pesca a Soto la Marina Km21-20 | N23 48.002 W97 59.864 | 27 m | Matorral espinoso tamaulipeco |
| A. Gómez | 10/04/2009 | 51 | Opuntia phaeacantha | Tamps. | Soto la Marina | sobre carretera la Pesca a Soto la Marina Km21-20 | N23 48.002 W97 59.864 | 27 m | Matorral espinoso tamaulipeco |
| A. Gómez | 10/04/2009 | 52 | Nopalea karwinskiana | Tamps. | Soto la Marina | sobre carretera la Pesca a Soto la Marina Km 20-19 | N23 47.938 W98 00.828 | 49 m | Matorral espinoso tamaulipeco |



| | | | | | | | | | |
|----------|------------|----|----------------------|--------|----------------|--|----------------------------|-------|-------------------------------|
| A. Gómez | 10/04/2009 | 53 | Opuntia engelmannii | Tamps. | Soto la Marina | sobre carretera la Pesca a Soto la Marina Km 19-18 | N23 47.939 W98 02.150 | 39 m | Selva baja espinosa |
| A. Gómez | 10/04/2009 | 54 | Nopalea karwinskiana | Tamps. | Soto la Marina | sobre carretera la Pesca a Soto la Marina Km 19-18 | N23 47.971 W98 02.123 | 40 m | Selva baja espinosa |
| A. Gómez | 10/04/2009 | 55 | Opuntia stricta | Tamps. | Soto la Marina | terracería camino a las delicias, Ejido Las Delicias | N23 52 13.1 W98 26 51.6 | 160 m | Selva baja espinosa |
| A. Gómez | 10/04/2009 | 56 | Opuntia engelmannii | Tamps. | Soto la Marina | terracería camino a las delicias, Ejido Las Delicias | N23 51.547 W98 26.905 | 160 m | Pastizal cultivado |
| A. Gómez | 10/04/2009 | 57 | Opuntia engelmannii | Tamps. | Soto la Marina | sobre carretera Soto la Marina a Cd. Victoria, Ejido Sarnoso | N23 43.510 W98 45.019 | 139 m | Pastizal cultivado |
| A. Gómez | 04/08/2009 | 59 | Opuntia engelmannii | Tamps. | Soto la Marina | La pesca | N23 47 16.9 W97 46 16.3 | 0m | Matorral espinoso tamaulipeco |
| A. Gómez | 04/08/2009 | 60 | Nopalea karwinskiana | Tamps. | Soto la Marina | La pesca | N23 47 16.9 W97 46 16.3 | 0m | Vegetación halófila |
| A. Gómez | 04/08/2009 | 61 | Nopalea karwinskiana | Tamps. | Soto la Marina | La pesca | N23 47 16.9 W97 46 16.3 | 0m | Vegetación halófila |
| A. Gómez | 04/08/2009 | 62 | Opuntia polyacantha | Tamps. | Soto la Marina | La pesca | N23 47 16.9 W97 46 16.3 | 0m | Pastizal cultivado |
| A. Gómez | 04/08/2009 | 63 | Opuntia phaeacantha | Tamps. | Soto la Marina | La pesca | N23 47 21.6 W97 46 13.9 | 0m | Matorral espinoso tamaulipeco |
| A. Gómez | 04/08/2009 | 64 | Opuntia phaeacantha | Tamps. | Soto la Marina | La pesca | N23 47 26.6 W97 36 15.7 | 0m | Matorral espinoso tamaulipeco |
| A. Gómez | 04/08/2009 | 65 | Opuntia macrorhiza | Tamps. | Soto la Marina | La pesca | N23 47 26.6 W97 36 15.7 | 0m | Vegetación halófila |
| A. Gómez | 04/08/2009 | 66 | Opuntia undulata | Tamps. | Soto la Marina | La pesca | N23 47 13.1 W97 45 14.5 | 0m | Selva baja espinosa |
| A. Gómez | 04/08/2009 | 67 | Opuntia stricta | Tamps. | Soto la Marina | La pesca | N23 47 27.7 W97 44 12.4 | 3 m | Selva baja espinosa |
| A. Gómez | 04/08/2009 | 68 | Nopalea nuda | Tamps. | Soto la Marina | Vista Hermosa | N24 48 04.7 W97 54 06.5 | 6 m | Selva baja espinosa |
| A. Gómez | 04/08/2009 | 69 | Opuntia atrispina | Tamps. | Soto la Marina | Vista Hermosa | N23 48 04.9 W97 54 06.3 | 6 m | Selva baja espinosa |
| A. Gómez | 04/08/2009 | 70 | Nopalea nuda | Tamps. | Soto la Marina | Vista Hermosa | N23 48 04.0 W97 54 06.8 | 6 m | Matorral espinoso tamaulipeco |
| A. Gómez | 04/08/2009 | 71 | Nopalea karwinskiana | Tamps. | Soto la Marina | Vista Hermosa | N23 48 04.0 W97 54 06.8 | 6 m | Matorral espinoso tamaulipeco |



| | | | | | | | | | |
|----------|------------|----|---------------------|--------|----------------|---|----------------------------|------|-------------------------------|
| A. Gómez | 04/08/2009 | 72 | Nopalea nuda | Tamps. | Soto la Marina | Vista Hermosa | N23 48 04.0 W97 54 06.8 | 6 m | Matorral espinoso tamaulipeco |
| A. Gómez | 04/08/2009 | 73 | Opuntia stricta | Tamps. | Soto la Marina | Rancho Cárdenas Hermanos | N23 55 38.5 W97 53 39.5 | 50 m | Matorral espinoso tamaulipeco |
| A. Gómez | 04/08/2009 | 74 | Opuntia stricta | Tamps. | Soto la Marina | Ejido Benito Juárez | N23 56 56.7 W97 54 09.9 | 49 m | Matorral espinoso tamaulipeco |
| A. Gómez | 04/08/2009 | 75 | Opuntia engelmannii | Tamps. | Soto la Marina | Ejido Benito Juárez | N23 59 11 W97 51 43.6 | 48 m | Matorral espinoso tamaulipeco |
| A. Gómez | 04/08/2009 | 76 | Nopalea nuda | Tamps. | Soto la Marina | Ejido Las Guayabas | N24 0 17.8 W97 48 41.1 | 16 m | Matorral espinoso tamaulipeco |
| A. Gómez | 04/08/2009 | 77 | Opuntia engelmannii | Tamps. | Soto la Marina | Rancho El Salado | N23 59 48.9 W97 47 39.1 | 16 m | Matorral espinoso tamaulipeco |
| A. Gómez | 04/08/2009 | 78 | Opuntia engelmannii | Tamps. | Soto la Marina | Sta. Isabel | N24 04 41.1 W97 50 37.6 | 17 m | Matorral espinoso tamaulipeco |
| A. Gómez | 05/08/2009 | 79 | Opuntia engelmannii | Tamps. | San Fernando | sobre carretera San Fernando a Carboneras Km 9-10 | N24 48 57.4 W98 03 55.4 | 64 m | Matorral espinoso tamaulipeco |
| A. Gómez | 05/08/2009 | 80 | Opuntia maxonii | Tamps. | San Fernando | sobre carretera San Fernando a Carboneras Km 9-10 | N24 48 57.4 W98 03 55.4 | 64 m | Agricultura de temporal |
| A. Gómez | 05/08/2009 | 81 | Opuntia engelmannii | Tamps. | San Fernando | sobre carretera San Fernando a Carboneras Rancho Garrapata | N24 31 02.4 W97 52 40.1 | 15m | Matorral espinoso tamaulipeco |
| A. Gómez | 05/08/2009 | 82 | Opuntia engelmannii | Tamps. | San Fernando | sobre carretera San Fernando a Carboneras Km 51, Ejido Carboneras | N24 37 56.3 W97 43 45.9 | 1m | Matorral espinoso tamaulipeco |
| A. Gómez | 05/08/2009 | 83 | Nopalea nuda | Tamps. | San Fernando | Ejido Punta Alambre | N24 32 07.4 W97 44 08.9 | 0m | agricultura de temporal |
| A. Gómez | 05/08/2009 | 84 | Opuntia stricta | Tamps. | San Fernando | Ejido Punta de Piedra | N24 29 28.4 W97 44 44.7 | 0 m | Matorral espinoso tamaulipeco |
| A. Gómez | 05/08/2009 | 85 | Nopalea nuda | Tamps. | San Fernando | Ejido Los Vergeles carretera San Fernando a Barrancón Km 4-5 | N25 09 28.3 W97 55 26.1 | 8 m | Matorral espinoso tamaulipeco |
| A. Gómez | 05/08/2009 | 86 | Nopalea nuda | Tamps. | San Fernando | Ejido Los Vergeles carretera San Fernando a Barrancón Km 4-5 | N25 09 28.3 W97 55 26.1 | 8 m | Matorral espinoso tamaulipeco |



| | | | | | | | | | |
|----------|------------|----|----------------------------|--------|--------------|----------------|----------------------------|-----|-------------------------------------|
| A. Gómez | 05/08/2009 | 87 | <i>Opuntia stricta</i> | Tamps. | San Fernando | Isla El Reloj | N25 0 11.5 W97 41 36.5 | 2 m | Vegetación halófila |
| A. Gómez | 05/08/2009 | 88 | <i>Opuntia engelmannii</i> | Tamps. | San Fernando | Isla El Reloj | N25 0 11.5 W97 41 36.5 | 2 m | Vegetación halófila |
| A. Gómez | 05/08/2009 | 89 | <i>Opuntia stricta</i> | Tamps. | San Fernando | Isla El Reloj | N25 0 11.5 W97 41 36.5 | 2 m | Vegetación halófila |
| A. Gómez | 05/08/2009 | 91 | <i>Opuntia engelmannii</i> | Tamps. | San Fernando | Isla del Nopal | N24 59 24.1 W97 39 35.5 | 1 m | Vegetación halófila |
| A. Gómez | 05/08/2009 | 92 | <i>Opuntia engelmannii</i> | Tamps. | San Fernando | Isla del Nopal | N24 59 24.1 W97 39 35.5 | 1 m | Vegetación halófila |
| A. Gómez | 05/08/2009 | 93 | <i>Opuntia phaeacantha</i> | Tamps. | San Fernando | Isla del Nopal | N24 59 26.1 W97 39 33.1 | 2 m | Vegetación halófila |
| A. Gómez | 06/08/2009 | 94 | <i>Opuntia engelmannii</i> | Tamps. | Matamoros | Playa Bagdad | N25 49 21.9 W97 09 13.0 | 4m | Matorral espinoso tamauilpeco |
| A. Gómez | 06/08/2009 | 95 | <i>Opuntia engelmannii</i> | Tamps. | Matamoros | Playa Bagdad | N25 49 21.9 W97 09 13.0 | 4m | Matorral espinoso tamauilpeco |



ANEXO 2.- Número de ejemplares entregados y/o enviados a los siguientes herbarios: MEXU, CHAPA, ARIZ y MO).

| No. de colecta | MEXU | CHAP | MO | ARIZ | TOTAL |
|----------------|------|------|----|------|-------|
| A. Gómez 59 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| A. Gómez 60 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| A. Gómez 61 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| A. Gómez 62 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| A. Gómez 63 | 2 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| A. Gómez 64 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| A. Gómez 65 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| A. Gómez 66 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| A. Gómez 67 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| A. Gómez 68 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| A. Gómez 69 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| A. Gómez 70 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| A. Gómez 71 | 2 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| A. Gómez 72 | 3 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| A. Gómez 73 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| A. Gómez 74 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| A. Gómez 75 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| A. Gómez 76 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| A. Gómez 77 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| A. Gómez 78 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| A. Gómez 79 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| A. Gómez 80 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| A. Gómez 81 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| A. Gómez 82 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| A. Gómez 83 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| A. Gómez 84 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| A. Gómez 85 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| A. Gómez 86 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| A. Gómez 87 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| A. Gómez 88 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| A. Gómez 89 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| A. Gómez 91 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| A. Gómez 92 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| A. Gómez 93 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| A. Gómez 94 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| A. Gómez 95 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| Total | 40 | 36 | 28 | 22 | 126 |