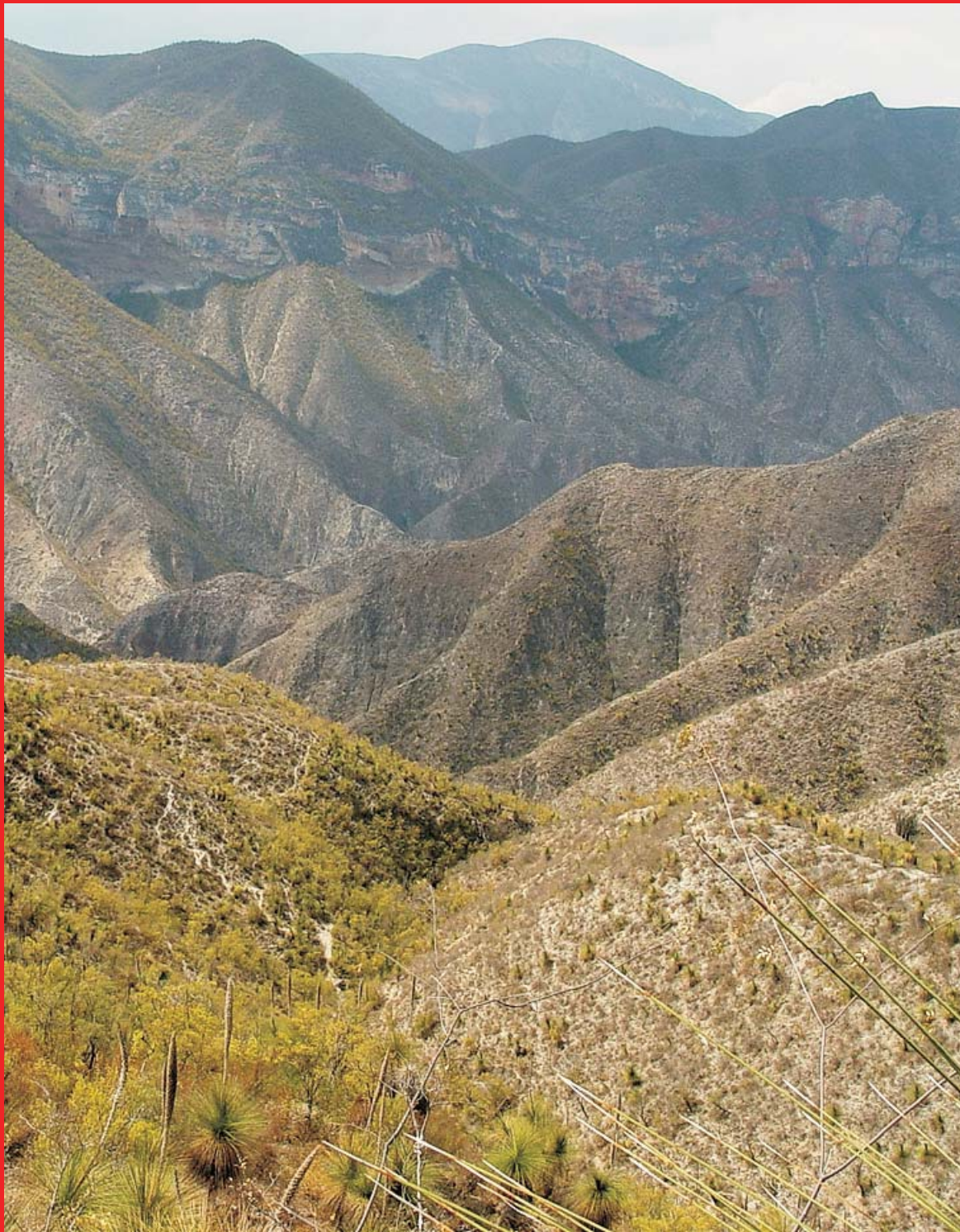


ESPECIES DE CACTACEAE  
PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN  
EN LA ZONA ÁRIDA QUERETANO HIDALGUENSE



Emiliano Sánchez Martínez  
Ruth Julieta Chávez Martínez  
José Guadalupe Hernández Oria  
María Magdalena Hernández Martínez



## Contenido

|   |    |
|---|----|
| Introducción.....   | 1  |
| Parte I. La selección de las especies .....   | 2  |
| Conservación de cactáceas en la Zona Árida Queretano Hidalguense.....                   | 4  |
| El Cuadrante Tolimán.....   | 5  |
| Características fisicobióticas del Cuadrante Tolimán.....                               | 6  |
| Determinación de parámetros biogeográficos.....   | 7  |
| Valoración del grado de amenaza.....  | 8  |
| Criterio A. Amplitud de la distribución del taxón en el Cuadrante Tolimán.....          | 9  |
| Criterio B. Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón.....        | 9  |
| Criterio C. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón.....                          | 10 |
| Criterio D. Impacto de la actividad humana sobre el taxón.....                          | 11 |
| Resultados de la exploración del Cuadrante Tolimán.....                                 | 12 |
| A) Análisis florístico.....   | 12 |
| B) Selección de especies prioritarias para la conservación.....                         | 12 |
| C) Tamaños poblacionales observados.....  | 15 |
| D) Factores de amenaza.....   | 16 |
| Parte II. Procedimiento de introducción al cultivo.....                                 | 18 |
| Obtención del propágulo.....  | 18 |
| Manejo presiembra.....  | 19 |
| Método de introducción al cultivo.....  | 20 |
| Algunas consideraciones hortícolas.....   | 24 |
| Principales plagas de las cactáceas cultivadas como ornamentales.....                   | 25 |
| Características del invernadero empleado.....   | 26 |
| Especies introducidas al cultivo.....   | 27 |
| <i>Ariocarpus kotschoubeyanus</i> (Lem.) K. Schum.....                                  | 28 |
| <i>Astrophytum ornatum</i> (DC.) F. A. C. Weber ex Britton & Rose.....                  | 31 |
| <i>Echinocactus platyacanthus</i> Link & Otto.....                                      | 34 |
| <i>Echinocereus schmollii</i> (Weing.) N. P. Taylor.....                                | 36 |
| <i>Ferocactus histrix</i> (DC.) G. E. Linds.....  | 39 |
| <i>Lophophora diffusa</i> (Croizat) Bravo.....  | 42 |
| <i>Mammillaria crinita</i> DC. subsp. <i>painteri</i> (Rose ex Quehl) U. Guzmán.....    | 45 |
| <i>Mammillaria decipiens</i> Scheidw. subsp. <i>camptotricha</i> (Dams) D. R. Hunt..... | 48 |
| <i>Mammillaria gracilis</i> Pfeiff.....   | 51 |

## INTRODUCCIÓN

El proyecto “Propagación de especies amenazadas de la Familia Cactaceae del semidesierto queretano y valoración ecológica preliminar en su hábitat”, auspiciado por el Fondo Mixto para el Fomento de la Ciencia y la Tecnología (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Gobierno del Estado de Querétaro), tiene como objetivo reconocer las especies con problemas de sobrevivencia de la citada familia botánica cuyo hábitat natural es la Zona Árida Queretano Hidalguense mediante una valoración preliminar en su hábitat, para iniciar su cultivo en la Unidad de Propagación de Plantas Silvestres del Jardín Botánico Regional de Cadereyta “Ing. Manuel González de Cosío”, al tiempo que se proponen los elementos básicos para desarrollar una estrategia con la cual avanzar hacia su conservación en las propias áreas silvestres que ocupan.

Este manual contiene una síntesis de la información adquirida en campo y un prontuario de los procedimientos de reproducción artificial empleados durante la introducción de las plantas a la condición de cultivo en un invernadero comercial construido para este propósito. El texto se divide en 3 grandes partes: 1) la selección de las especies; 2) el expediente de las especies que se incorporan a la siembra, indicando los elementos básicos de propagación empleados para el establecimiento en cultivo; y, 3) los lineamientos de una estrategia dirigida a la conservación biológica de las especies en su hábitat.

La primera parte presenta los resultados de la exploración del área de estudio que abarca la geografía denominada Cuadrante Tolimán (20° 30'-21° 00' latitud Norte; 99° 30'-100° 00' longitud Oeste), estableciendo las especies que por su condición de rareza o amenaza inminente, son elegibles para ser cultiva-

das. Se seleccionan 19 especies, de un total de 55 registradas; 13 de éstas tienen una categoría de riesgo a nivel nacional y las restantes presentan problemas en su sobrevivencia sólo a nivel regional.

La segunda parte contiene una síntesis del método general seguido en la reproducción artificial de cactáceas en la Unidad de Propagación de Plantas Silvestres y un dossier en el que se desglosa la manera particular de propagar cada una de las especies elegidas. Este último contiene además un acopio significativo de datos en relación a la estructura floral y fenología, para concluir acerca de la disponibilidad de propágulos (semillas); allí mismo, se incluye una evaluación sucinta del estado de riesgo de cada taxón involucrado, a la manera de un MER (Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México) de alcance local. Se establece el nivel de eficiencia con el que la propagación procedió en cada especie y se refieren algunos sistemas alternativos de propagación, aplicables en el futuro a los casos en los que la introducción al cultivo no alcanzó la eficiencia deseada.

En la última parte se presenta una integración de los datos de campo relacionados con la situación de riesgo de las especies estudiadas, de manera que conformen un primer esbozo de una estrategia general de conservación para las cactáceas del semidesierto queretano.

Se concluye acerca del nivel de éxito obtenido en la reproducción de las especies seleccionadas y en las acciones que deben proseguir a esta investigación inicial.

## PARTE I

### LA SELECCIÓN DE LAS ESPECIES

México cuenta con una importante diversidad de especies de la familia *Cactaceae*, la cual se concentra en alrededor de 50 géneros y 550 especies (D. R. Hunt, 1999). A nivel de género, aproximadamente el 73 % de los taxa son endémicos al territorio nacional, mientras en el nivel de especies el endemismo es cercano al 78 % (H. M. Hernández y Godínez, 1994). Esta riqueza cactológica se encuentra repartida diferencialmente en las zonas áridas, que de acuerdo con Goettsch y H. M. Hernández (2006), constituyen el 48 % del territorio nacional.

(Rzedowski, 1978 y Medellín-Leal, 1982) que abarca parte de los estados de Querétaro, Hidalgo y Guanajuato (Figura 1).

La Zona Árida Queretano Hidalguense ha sido catalogada como una de las áreas con mayor número de endemismos de la familia *Cactaceae* en el país, pero también destaca como una de las áreas con mayor concentración de especies amenazadas, las cuales se distribuyen de manera particular en el área denominada por H. M. Hernández y Bárcenas (1995 y 1996) como Cuadrante Tolimán.

Figura 1. Desierto Chihuahuense y Zona Árida Queretano Hidalguense

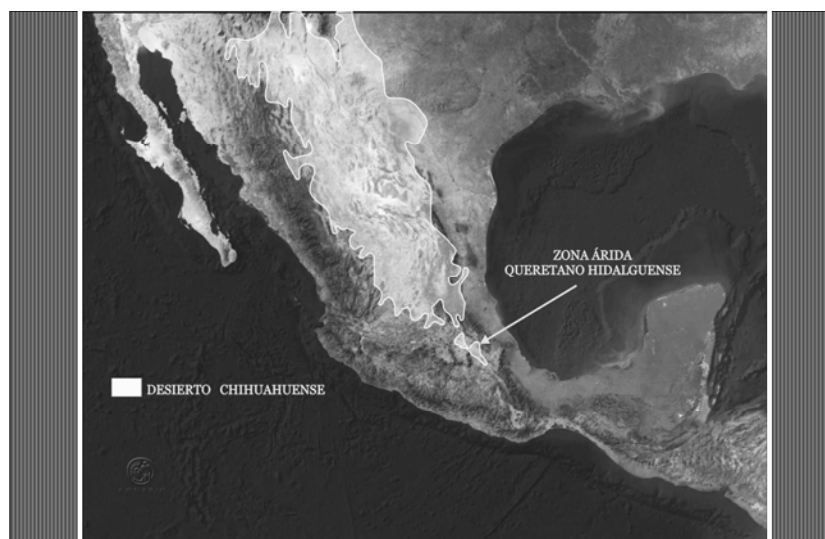


Imagen de satélite tomada de: [http://www.conabio.gob.mx/informacion/geo\\_espanol/doctos/imagen\\_mes.html](http://www.conabio.gob.mx/informacion/geo_espanol/doctos/imagen_mes.html)  
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO.

Trazo del Desierto Chihuahuense adaptado de: Medellín-Leal, 1982 y Hernández *et al.*, 2004.

En Querétaro la diversidad de especies de esta familia botánica está cuantificada entre 93 y 112 especies, (H. M. Hernández *et al.*, 2004 y Scheinvar, 2004), la mayoría de ellas distribuidas en la región conocida como Zona Árida Queretano Hidalguense o Semidesierto Queretano Hidalguense, que es una porción territorial disyunta del Desierto Chihuahuense

Esta conformación, en la que la riqueza de especies y la distribución de los endemismos presentan la misma geografía que la distribución de especies amenazadas, se debe a que las zonas áridas de México se encuentran afectadas por una problemática general de acelerada destrucción del hábitat, escasa aplicación de programas de manejo y un re-

ra particular en el área denominada por H. M. Hernández y Bárcenas (1995 y 1996) como Cuadrante Tolimán.

Esta conformación, en la que la riqueza de especies y la distribución de los endemismos presentan la misma geografía que la distribución de especies amenazadas, se debe a que las zonas áridas de México se encuentran afectadas por una problemática general de acelerada destrucción del hábitat, escasa aplicación de programas de manejo y un reducido número de instituciones dedicadas a la investigación, la conservación y la reproducción de especies *ex situ*. Por lo tanto, resulta evidente la necesidad de contar con estrategias de conservación basadas en el análisis de la condición real de las especies en su hábitat y en la exploración de su potencial para la reproducción *ex situ* con fines de reintroducción o de comercialización.

El presente es un ensayo dirigido en este sentido, en el que se desarrolló el análisis

biogeográfico del Cuadrante Tolimán de la Zona Árida Queretano Hidalguense, que constituye el área de influencia del Jardín Botánico Regional de Cadereyta y que se reconoce como una de las áreas más importantes para la conservación de cactáceas en México, con la finalidad de seleccionar las especies que por su grado de amenaza, califican como prioritarias para ser integradas en un plan de conservación basado en su reproducción artificial.

En este contexto, la meta de la investigación consistió en definir las bases técnicas sobre las que se construirá una estrategia de conservación dirigida tanto a la preservación de las especies en su hábitat (*in situ*) como a su manejo *ex situ*, mediante el aprovechamiento de las herramientas dispuestas por el Jardín Botánico, como son: el Banco de Germoplasma, la Unidad de Propagación de Plantas Silvestres y los programas de investigación, difusión y educación ambiental.

---

## CONSERVACIÓN DE CACTÁCEAS EN LA ZONA ÁRIDA QUERETANO HIDALGUENSE

---

De acuerdo con los criterios generales de la Biología de la Conservación, la preservación de especies y su hábitat implica el diseño y la aplicación de estrategias basadas en el estudio de atributos tales como la distribución geográfica de las especies y sus patrones de riqueza, el análisis de la relación especies-área y la estimación de su grado de rareza ecológica, entre muchos otros atributos de carácter biológico (Williams-Linera *et al.*, 1992).

El Jardín Botánico Regional de Cadereyta tiene como uno de sus objetivos principales el de crear un modelo de conservación para las especies de la familia *Cactaceae* de su área de influencia, el cual estará basado en la reproducción controlada de especies amenazadas –como estrategia de corto plazo- y en la determinación y la preservación de los sitios prioritarios para la conservación *in situ* –como estrategias de mediano y largo plazo-.

De esta manera los objetivos del presente análisis se dirigen a la determinación de las especies de la familia *Cactaceae* con mayor

grado de amenaza dentro del Cuadrante Tolimán, las cuales habrán de propagarse con prioridad en la Unidad de Propagación de Plantas Silvestres del propio Jardín Botánico, y en la determinación de sus patrones de diversidad para el reconocimiento del espacio geográfico con mayor valor para la conservación *in situ*.

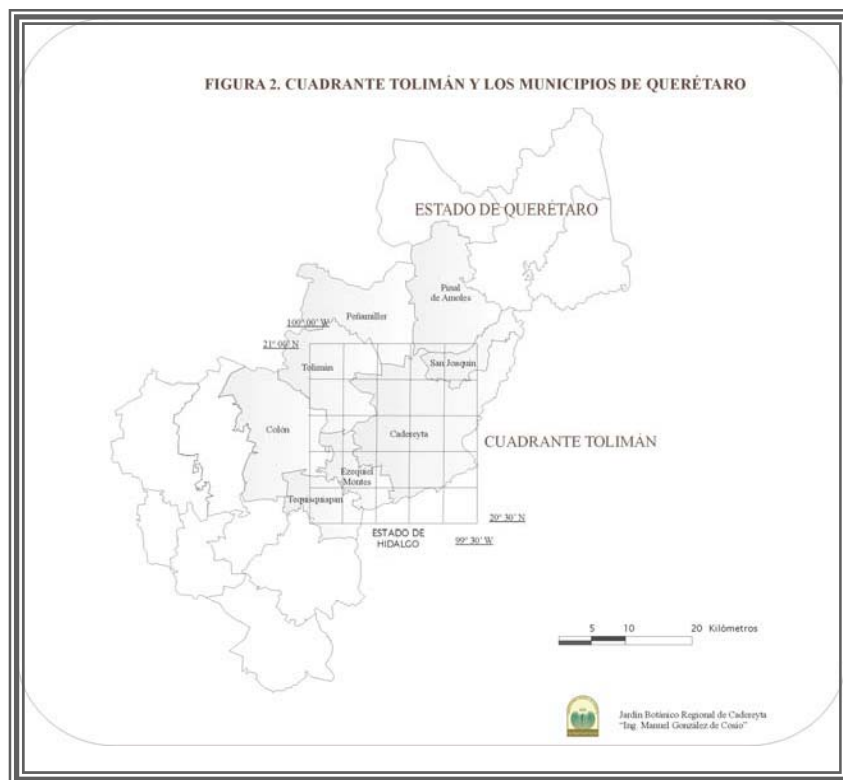
Es importante señalar que la tarea de conservación biológica *in situ* es una labor que requiere de un esfuerzo de análisis más amplio que el puramente biológico, ya que demanda la incorporación de consideraciones sociales, políticas y económicas (Williams-Linera *et al.*, 1992, Faith y Walker, 1996 y Margules y Pressey, 2000.); por lo tanto, se establece que esa tarea será desarrollada paulatinamente como parte del quehacer cotidiano del Jardín Botánico y que este ejercicio de análisis constituirá la base de una obra de mayores dimensiones que en el futuro conducirá a la propuesta de creación de las áreas de reserva que requiere la Zona Árida Queretano Hidalguense.

---

## EL CUADRANTE TOLIMÁN

El Cuadrante Tolimán es un área de aproximadamente 2 500 km<sup>2</sup> que resultó de la división arbitraria del Desierto Chihuahuense en cuadrantes de 30' x 30' para el estudio de los patrones de distribución de cactáceas amenazadas efectuado por H. M. Hernández y Bárcenas (1995 y 1996). Dicho estudio determinó que en esta porción de territorio se distribuyen 13 especies de cactáceas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, que es una cifra relativamente elevada de especies con problemas de sobrevivencia, por lo que debe ser considerada como una de las zonas críticas para la conservación de cactáceas en México.

El Cuadrante Tolimán está delimitado por las coordenadas geográficas 20° 30' - 21° 00' Latitud Norte; 99° 30' - 100° 00' Longitud Oeste y se ubica en la zona central del estado de Querétaro, donde abarca por completo al municipio de Ezequiel Montes, más porciones de los municipios de Tequisquiapan, Colón, Cadereyta, Tolimán, Peñamiller, San Joaquín y Pinal de Amoles, además de una pequeña porción del estado de Hidalgo (**Figura 2**).



## CARACTERÍSTICAS FISICOBIOÓTICAS DEL CUADRANTE TOLIMÁN

El Cuadrante Tolimán se ubica en la confluencia de tres grandes provincias fisiográficas: la Sierra Madre Oriental, la Mesa del Centro y el Eje Neovolcánico (INEGI, 1986), lo que significa que es un área donde se expresa una significativa heterogeneidad ambiental debida a la divergencia de orígenes geológicos y la diversidad climática y florística que existe entre las tres provincias.

La mayor parte de la superficie del área corresponde a la provincia Sierra Madre Oriental –Norte y Noreste- y esta conformada por rocas sedimentarias predominantemente calizas y lutitas del Cretácico medio y superior. La porción correspondiente a la provincia Mesa del Centro –Oeste y Suroeste- se compone de mesetas y cañadas de origen volcánico, principalmente de composición riolítica del Terciario, y por último sólo una pequeña porción del cuadrante corresponde al Eje Neovolcánico – Suroeste- donde afloran los basaltos cuaternarios.

En el relieve destaca la elevación del macizo montañoso El Doctor (3 000 m s. n. m.) y los profundos cañones de los ríos Estórax y Moctezuma (1100 m s. n. m.), el resto del paisaje esta conformado por lomeríos suaves de hasta 2500 m de altitud y por algunas mesetas y cañadas.

De acuerdo con INEGI (1986), el tipo de suelo predominante en las partes montañosas de la zona es el Luvisol, en los lomeríos predominan la Rendzina y el Litosol, y en las mesetas el suelo es de tipo Feozem.

Con respecto a la condición climática, en esta zona predomina el clima de tipo Semiseco Templado con lluvias en verano (BS<sub>1</sub> kw) de la clasificación de Köppen modificada por

García (1988), el cual se manifiesta sobre los terrenos levemente ondulados; en las partes altas se presenta el tipo C (w<sub>0</sub>) Templado Subhúmedo y en las partes de menor altitud el tipo BS<sub>0</sub> hw Semiseco Semicálido.

Según Zamudio *et al.* (1992) la vegetación predominante en el área es el Matorral Xerófilo, clasificado como Matorral Crasicaule en las porciones Sur y Suroeste del área, y matorrales Micrófilo, Rosetófilo y Submontano en el Centro, el Norte y el Oeste. Estos últimos cubriendo la mayor superficie del área estudiada y en los que se expresa la mayor riqueza de especies de la familia *Cactaceae*.

El Encinar Arbustivo y los Bosques Mixtos se ubican en las partes altas, sobre el macizo montañoso El Doctor, hacia el Noreste del cuadrante. Finalmente existen también algunas áreas cubiertas por vegetación secundaria y pastizales inducidos que se presentan entremezcladas con los tipos de vegetación principales en todo el Cuadrante (Zamudio *et al.*, 1992).



## DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS BIOGEOGRÁFICOS

La determinación de cactáceas con mayores problemas de sobrevivencia en el Cuadrante Tolimán, se efectuó aplicando la metodología empleada para el análisis de diversidad y patrones de distribución de otros cuadrantes con riqueza cactológica similar en el Desierto Chihuahuense (Gómez-Hinostrosa y H. M. Hernández, 2000 y H. M. Hernández *et al.*, 2001). La selección se basó en el criterio de rareza biogeográfica, calificada a partir de un análisis de frecuencia de especies por muestreo e interpretada como un indicador de su estado real o potencial de conservación (H. M. Hernández y Godínez, 1994), según la propuesta metodológica de Bárcenas (1999), la cual fue diseñada para la determinación de los Índices de Rareza Regional (IRR) de las cactáceas presentes en cuadrantes homólogos que conforman el estado de Guanajuato.

El diseño de la exploración se basó en la división del Cuadrante Tolimán en 25 subcuadrantes de 6 x 6 minutos que equivalen aproximadamente a 110 km<sup>2</sup> cada uno (**Figura 2**), dentro de los cuales se ubicaron 75 puntos de muestreo.

Los muestreos consistieron en transectos de 3 km de largo, recorridos a pie para el registro visual de todas las especies pertenecientes a la familia *Cactaceae* (presencia/ausencia), en los que además, se efectuaron levantamientos de datos referentes a las características del hábitat y los factores de deterioro antropogénico que operan sobre cada sitio, los cuales sirvieron para integrar el análisis del estado de conservación del hábitat y del grado de amenaza que enfrentan las poblaciones.

Los sitios de muestreo fueron seleccionados en gabinete de acuerdo con los siguientes criterios: a) se muestreó sobre los tipos de vegetación mejor representada en cada subcua-

drante, según el mapa de uso de suelo (CQRN, 2003), b) se exploraron áreas homogéneamente cubiertas por vegetación y c) se consideró la accesibilidad de cada sitio. En consecuencia se excluyeron del muestreo las áreas urbanizadas, las áreas agrícolas y las áreas recientemente demontadas o de muy difícil acceso

El registro de especies por transecto y por subcuadrante sirvió para asignar un valor de frecuencia a cada especie, el cual se aplicó para estimar el Índice de Rareza Regional (IRR) de cada una en función de dos parámetros: a) la frecuencia de aparición de una especie con respecto al total de registros efectuados (Índice de Frecuencia Regional o IFR) y b) el número de sitios en los que se registró cada especie con respecto al total de sitios muestreados (Índice de Amplitud Geográfica Regional o IAGR).

### Índice de Frecuencia Regional:

$$\text{IFR} = \frac{\text{Total de registros por especie}}{\text{Total de registros}}$$

### Índice de Amplitud Geográfica Regional:

$$\text{IAGR} = \frac{\text{No. de subcuadrantes en los que se registró cada especie}}{\text{Total de subcuadrantes}}$$

### Índice de Rareza Regional:

$$\text{IRR} = \frac{\text{IFR} + \text{IAGR}}{2}$$

En este contexto una especie rara es la que posee un valor de IRR menor o igual al que toma la media del total de los datos, sin embargo con la finalidad de depurar la selección de especies prioritarias, se eliminaron las especies cuya rareza fue determinada sólo por una baja frecuencia de registros y no por una limitada distribución geográfica, para lo que se consideró su distribución nacional privilegiando a las especies de distribución local y regional (de afinidad con la Zona Árida Queretano Hidalguense).

## VALORACIÓN DEL GRADO DE AMENAZA

El grado de amenaza que afecta a una especie puede ser el resultado de la incidencia de factores de carácter natural o inducido, por lo tanto la estimación de este parámetro se conforma mejor si en su evaluación se consideran aspectos relacionados con la condición ecológica de cada taxón, además de la caracterización del estado de su hábitat; es por ello, que para el presente análisis además de determinar la rareza de las especies se efectuó una evaluación preliminar complementaria de la condición ecológica de las poblaciones registradas y de su entorno.

La evaluación se integró de la manera que establece la Norma Oficial Mexicana 059, aplicando el Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres de México (MER), pero aplicado con un enfoque local, es decir, considerando la condición de las especies y el hábitat sólo en el ámbito del Cuadrante Tolimán.

El Método de evaluación, según la Norma Oficial Mexicana y Tambutti *et al.*, (2001), está conformado por los siguientes criterios:

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

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

Criterio C. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón.

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

El procedimiento de la evaluación implica que cada uno de estos criterios sea calificado mediante la asignación de valores numéricos, cuya sumatoria indicará una categoría de riesgo definida por los siguientes intervalos:

- Una especie o población cuya suma total se sitúe entre 12 y 14 puntos, será considerada como en peligro de extinción.

- Aquélla cuya suma total de puntos se halle entre 10 y 11 se considerará como amenazada.

- En caso de estimar que la evaluación de la especie analizada no alcanza los valores señalados, pero que el grado de amenaza que enfrenta es significativo, se le puede asignar la categoría de "Sujeta a protección especial" o en el caso de presentar condiciones que permitan suponer que la especie esté probablemente extinta en el medio silvestre, la Norma establece que su categorización debe ser justificada técnica y científicamente de manera particular.

De este modo se procede a la asignación de las categorías de conservación que presentan las especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana 059, las cuales habrán de servir en la presente evaluación, como un parámetro de comparación que permita evaluar el riesgo de extinción que enfrentan las cactáceas locales.

Los resultados de la calificación de las especies del Cuadrante Tolimán, de acuerdo con el grado de amenaza que enfrentan a nivel local, se presentan en el capítulo denominado: "Procedimiento de introducción al cultivo de las especies determinadas como con mayores problemas de sobrevivencia en el Cuadrante Tolimán" y se presentan a manera de cuadro sintético al final de la descripción del método empleado para su introducción al cultivo.

La totalidad de los datos compilados en el campo para la evaluación del riesgo de extinción, se han integrado y sistematizado en la base de datos que constituye el Centro de Do-

cumentación e Información de la Zona Árida Queretano Hidalguense del Jardín Botánico.

Para la toma de datos en el campo se elaboró un formulario destinado a la evaluación de los criterios señalados por la Norma Oficial Mexicana, mientras que el registro de las especies se documentó mediante la colecta de material para herbario, el cual ha sido destinado a los herbarios: Herbario Nacional de la Universidad Nacional de México (MEXU), Herbario del Instituto de Ecología A. C. (IEB) y Herbario Estatal “Jerzy Rzedowski Rotter” de la Universidad Autónoma de Querétaro (QMEX).

En consecuencia, la valoración del grado de amenaza se estructuró de la siguiente manera:

**Criterio A. Amplitud de la distribución del taxón en el Cuadrante Tolimán.**

Para la estimación del área que ocupa cada especie en el Cuadrante Tolimán se calculó el Índice del Área Promedio de Distribución (IAP), de acuerdo con la siguiente fórmula

$$I_c = \frac{\sum_{i=1}^{n_c} 1/A_i}{n_c}$$

Donde:  
*I<sub>c</sub>* es el valor del Índice para el área *c*  
*A<sub>i</sub>* es el área de distribución de especies *i*, y

Esta fórmula permite estimar el área que hipotéticamente ocupa cada especie en función del número total de especies que se reparten en cada subcuadrante.

El MER indica que si una especie ocupa una superficie de distribución menor que el 5% del territorio nacional, el cual equivale a 100

000 km², se considera de distribución muy restringida y se le asigna el valor más alto para este criterio. Evidentemente todos los registros del Cuadrante Tolimán se encuentran en esta categoría ya que la superficie de estudio es muy reducida y este criterio fue planteado para estudios de carácter nacional.

La calificación de este criterio de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001, se hace de la siguiente forma:

- I) Distribución muy restringida (que ocupa menos del 5% del territorio nacional) = 4 puntos.
- II) Distribución restringida (que ocupa entre el 5 y 15 % del territorio nacional)= 3 puntos.
- III) Distribución medianamente restringida (que ocupa entre el 15 y el 40% del territorio nacional) = 2 puntos.
- IV) Ampliamente distribuidas (que ocupa una superficie mayor del 40% del territorio nacional = 1 punto.

Sin embargo, como la evaluación se efectuó sólo a nivel del Cuadrante Tolimán, la adecuación de este parámetro se basó en la consideración de los siguientes parámetros:

- Número de registros por especie en el Cuadrante Tolimán.
- Área de Distribución Promedio estimada para cada especie.

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

Este criterio se evalúa en función de las condiciones físicas y biológicas que presenta el hábitat con respecto a los requerimientos conocidos de la especie.

Para el análisis a nivel local, se consideraron los siguientes parámetros:

- 1- Extensión, homogeneidad y calidad de los tipos de vegetación en los que se presenta la especie.
- 2- Composición de la comunidad en la que se encuentra la especie (se registró la presencia de la vegetación acompañante).
- 3- Factores abióticos del hábitat que son determinantes de la presencia de la especie, como sustrato geológico, forma del relieve, grado de pendiente, tipo de clima, tipo de suelo y grados de rocosidad y pedregosidad, los cuales indican especificidad de hábitat.
- 4- Condición del hábitat (se calificó el grado de fragmentación, el tipo e intensidad de la erosión y la calidad de la cubierta vegetal, entre otros).
- 5- Presencia de nichos de regeneración (principalmente cuando la especie requiere la presencia de nodrizas).

Se registró la relación entre la presencia de las especies y el estado actual del hábitat para determinar los factores naturales o inducidos que propician su distribución y su establecimiento.

En función de la calidad de los factores determinados se otorgaron los valores de calificación según la siguiente escala:

- I) Hábitat hostil o muy limitante = 3 puntos.
- II) Hábitat intermedio o limitante = 2 puntos.
- III) Hábitat propicio o muy limitante = 1 punto.

### **Criterio C. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón.**

La vulnerabilidad biológica de las especies es una medida de su tendencia al riesgo de extinción, la cual está determinada por sus atributos evolutivos y ecológicos, por lo tanto

para la evaluación de este criterio se requieren datos acerca de la biología de la especie, así como las medidas de sus parámetros poblacionales, datos de su historia de vida, información acerca de su especificidad de hábitat, la descripción de su fenología y la evaluación de su variabilidad genética, entre muchos otros.

En este sentido sólo un reducido número de especies de flora y fauna mexicanas han sido estudiadas integralmente hasta dicho nivel de detalle, sin embargo se reconoce la existencia de taxones cuya vulnerabilidad es patente debido a su alto nivel de rareza biogeográfica y/o endemismo, y entre ellos se encuentra un considerable número de especies de la familia *Cactaceae*, algunas de las cuales se distribuyen en el Cuadrante Tolimán; por lo tanto, como los esfuerzos de evaluación cuantitativa detallada no constituyen el objetivo del presente estudio, se propone que éstos, se llevarán a cabo en futuras etapas de investigación en el Jardín Botánico y con ellos se tratará de conformar un método de evaluación de riesgo de extinción con carácter cuantitativo que se adapte a la valoración en diversas escalas geográficas, dependiendo de las cualidades de los taxa analizados.

Mientras tanto, dado el carácter preliminar del presente análisis, la evaluación del grado de vulnerabilidad de las especies registradas se basó en la observación de los siguientes parámetros:

- 1- Estimación del tamaño de cada población registrada (se emplearon tres categorías que comprenden tamaños poblacionales desde menos de 50 individuos hasta más de 500).
- 2- Presencia/ausencia de plántulas e individuos reproductivos en las poblaciones registradas.

- 3- Intensidad y calidad de la floración, la fructificación y la producción de semillas.
- 4- Necesidad de la especie de contar con nodrizas para su establecimiento.

La calificación de este criterio se establece de la siguiente manera:

- I) Vulnerabilidad alta = 3 puntos.
- II) Vulnerabilidad media = 2 puntos.
- III) Vulnerabilidad baja = 1 punto.

#### **Criterio D. Impacto de la actividad humana sobre el taxón.**

El deterioro del hábitat producido por el desempeño de las actividades humanas es un factor preponderante en la afectación de las poblaciones o las especies, razón por la cual es indispensable evaluar y cuantificar sus efectos y tendencias, mismas pueden ser caracterizadas a partir de evidencias tales como el cambio de uso del suelo, la fragmentación del hábitat, la introducción de especies exóticas, la construcción de obras de infraestructura, el saqueo y la contaminación, entre otras, además de los factores relacionados con aspectos culturales y comerciales como pueden ser el uso indiscriminado de la especie y el saqueo; en consecuencia, la evaluación se basó en el registro de los siguientes parámetros:

- 1- Distancia que separa a las poblaciones de las áreas agrícolas, los caminos, los centros de población y las minas o los bancos de materiales.
- 2- Presencia de ganado.
- 3- Deforestación.
- 4- Extracción de leña.
- 5- Evidencia de incendios recientes.
- 6- Contaminación del suelo.
- 7- Parasitismo o enfermedades.

El análisis de deterioro antrópico se basó en la presencia/ausencia de estos factores, los cuales tienen efecto aditivo; por lo tanto, las localidades en las que se registró la mayor incidencia de los factores señalados, son las que presentan el mayor grado de impacto sobre el hábitat.

Por otra parte, se consideró que las poblaciones que se encuentran en áreas cercanas a menos de 500 m de distancia de los centros de actividad humana especificados en el punto 1, son las que se encuentran en mayor riesgo de afectación por modificación o fragmentación del hábitat.

De acuerdo con el Método de Evaluación, la calificación para este criterio se aplica de la siguiente manera:

- I) Alto impacto = 4 puntos.
- II) Impacto medio = 3 puntos.
- III) Bajo impacto = 2 puntos.

## RESULTADOS DE LA EXPLORACIÓN DEL CUADRANTE TOLIMÁN

### A) Análisis Florístico

La exploración sistemática del área de estudio ha permitido constatar que el Cuadrante Tolimán es una zona de muy alta diversidad cactológica, pues en él se registraron 55 especies de la familia *Cactaceae* (aproximadamente el 50 % de las que se distribuyen en todo el estado) correspondientes a 18 géneros. La lista de los registros se presenta en el apéndice, donde se acompañan de los datos correspondientes a sus índices de rareza, el tipo de vegetación en el que se encontraron y otros datos referentes a su evaluación en campo.

El total de registros levantados en campo fue de 1094, de éste se excluyen las especies cultivadas o introducidas y cinco *taxa* más cuya identidad taxonómica amerita mayor análisis pues en dos casos su determinación es dudosa, y los otros tres probablemente correspondan a nuevos registros para el estado de Querétaro.

Los géneros más importantes en cuanto al número de especies son *Mammillaria* con 15, *Opuntia* con 10 y *Ferocactus* con 4; y en cuanto al número de registros los géneros más importantes son: *Opuntia* con 254, *Mammillaria* 154, *Echinocactus* 117, *Coryphantha* 114, *Cylindropuntia* 107 y *Ferocactus* 104.

Poco más de la mitad de los géneros registrados (10) poseen sólo una especie (*Ariocarpus*, *Astrophytum*, *Echinocactus*, *Isolatocereus*, *Lophophora*, *Marginatoce-reus*, *Myrtillocactus*, *Neolloydia*, *Strombocactus* y *Turbiniacarpus*) y dos de ellos son monotípicos (*Strombocactus* e *Isolatoce-reus*); por otra parte, sólo tres géneros concentran el 53% de las especies: *Mammillaria*, *Opuntia* y *Ferocactus*.

Del total de especies registradas en el campo, 13 se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, sin contar que la presencia de *Mammillaria herrerae* Werderm., *Echinocactus grusonii* Hildm. y *Stenocactus sulphureus* (A. Dietr.) Bravo no fue contabilizada bajo la presente metodología, sin embargo, dos de ellas han sido registradas por el personal del Jardín Botánico en el área del Cuadrante Tolimán, en localidades de difícil acceso y con una distribución muy limitada, lo que significa que el área estudiada aún podría ser objeto de nuevas exploraciones que incrementen el grado de detalle en los subcuadrantes de mayor riqueza de especies.

### B) Selección de Especies Prioritarias para la Conservación

De las 55 especies registradas, 28 presentan in IRR menor que la media del total de los valores (ver figura 3), sin embargo las especies seleccionadas para la propagación son 19 (Cuadro 1), ya que siete fueron eliminadas por tratarse de especies cuyo rango de distribución nacional o regional es amplio y no es necesario considerarlas prioritarias para la propagación; estas especies son las siguientes:

*Cylindropuntia leptocaulis*

*Opuntia pubescens*

*Ferocactus glaucescens*

*Stenocactus crispatus*

*Mammillaria uncinata*

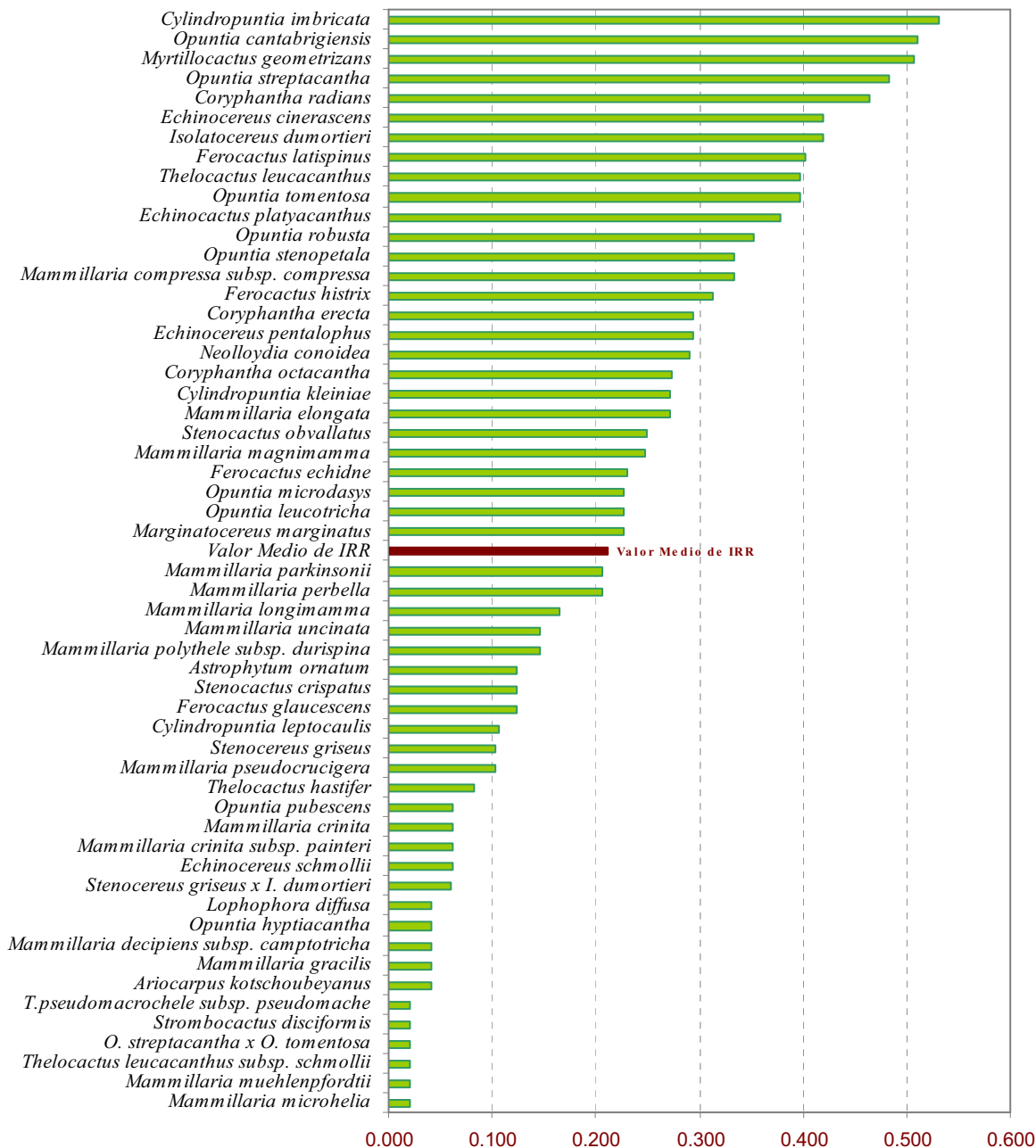
*Mammillaria polythele* subsp. *durispina*

*Mammillaria crinita*

Otro caso particular es el de *Opuntia hypti-cantha*, que fue eliminada de la lista de prioridades por pertenecer a un grupo de especies

RESULTADOS DE LA EXPLORACIÓN DEL CUADRANTE TOLIMÁN

Figura 3. Valores de IRR de las Especies Registradas



cuyas relaciones filogenéticas están siendo estudiadas, y de la que se tienen indicios para pensar que sólo se trata de una variación de *Opuntia streptacantha* (S. Arias, com. per.), por lo tanto resulta confusa su determinación en el campo y su representación puede ser escasa debido a la ausencia de poblaciones bien definidas.

El registro de dos híbridos naturales, uno entre especies del género *Opuntia* y otro entre *Stenocereus* e *Isolatocereus* también produce un IRR de valor menor al de la media, pero este resultado se debe a que la presencia de los híbridos en las poblaciones naturales puede ser ocasional y su frecuencia muy baja, no obstante, el registro de estos casos resulta im-

## RESULTADOS DE LA EXPLORACIÓN DEL CUADRANTE TOLIMÁN

portante para el Jardín Botánico pues abre la posibilidad de nuevos estudios que aborden los procesos de entrecruzamiento de especies y la posible formación de nuevos *taxa*.

*Stenocereus griseus* constituye otro caso de exclusión de la lista de especies prioritarias ya que es una entidad taxonómica de amplia

entre las especies prioritarias, pues se encuentran referidas por la NOM-059-SEMARNAN-2001 como Sujetas a Protección Especial, se trata de *Echinocactus platyacanthus* y *Ferocactus histrix*.

Entre las especies con IRR menor que la media existen seis especies que no aparecen en

Cuadro 1. Especies seleccionadas para su propagación en el Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío"

| Especie |   |
|---------|---|
| 1       | <i>Mammillaria microhelia</i> Werderm.  |
| 2       | <i>Mammillaria muehlenpfordtii</i> C. F. Först.   |
| 3       | <i>Thelocactus leucacanthus</i> (Werderm.) subsp. <i>schmollii</i> Mosco & Zanovello        |
| 4       | <i>Strombocactus disciformis</i> (DC.) Britton & Rose                                       |
| 5       | <i>Turbincarpus pseudomacrolele</i> subsp. <i>pseudomacrolele</i> (Backeb.) Buxb. & Backeb. |
| 6       | <i>Ariocarpus kotschoubeyanus</i> (Lem.) K. Schum.  |
| 7       | <i>Mammillaria gracilis</i> Pfeiff.   |
| 8       | <i>Mammillaria decipiens</i> (Dams) subsp. <i>camptotricha</i> D. R. Hunt                   |
| 9       | <i>Lophophora diffusa</i> (Croizat) Bravo   |
| 10      | <i>Echinocereus schmollii</i> (Weing.) N. P. Taylor   |
| 11      | <i>Mammillaria crinita</i> DC. subsp. <i>painteri</i> (Rose ex Quehl) U. Guzmán             |
| 12      | <i>Thelocactus hastifer</i> (Werderm. & Boed.) F. M. Knuth                                  |
| 13      | <i>Mammillaria pseudocrucigera</i> R. T. Craig  |
| 14      | <i>Astrophytum ornatum</i> (DC.) Britton & Rose   |
| 15      | <i>Mammillaria longimamma</i> DC.   |
| 16      | <i>Mammillaria perbella</i> Hildm. ex K. Schum.   |
| 17      | <i>Mammillaria parkinsonii</i> C. Ehrenb.   |
| 18      | <i>Ferocactus histrix</i> (DC.) Lind.   |
| 19      | <i>Echinocactus platyacanthus</i> Link & Otto   |

distribución en algunos estados de México y que además es considerada como introducida y cultivada (Guzmán *et al.*, 2003).

En situación contraria se encuentran dos especies que a pesar de no contar con un IRR menor que la media es importante considerar

la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2001, pero cuya distribución se asocia de manera exclusiva con la Zona Árida Queretano Hidalguense y que sólo se encuentran en los estados de Querétaro, Hidalgo y Guanajuato, por esta razón deben considerarse regionalmente raras y por lo tanto, se justifica su presencia



## RESULTADOS DE LA EXPLORACIÓN DEL CUADRANTE TOLIMÁN

en la lista de especies prioritarias para la propagación, estas especies son:

*Mammillaria perbella*

*Mammillaria pseudocrucigera*

*Mammillaria decipiens* subsp. *camptotricha*

*Mammillaria muehlenpfordtii*

*Mammillaria gracilis*

*Thelocactus leucacanthus* subsp. *schmollii*

De esta forma la lista de especies prioritarias para su propagación en la Unidad de Propagación de Plantas Silvestres es la que se presenta en el Cuadro 1.

La nomenclatura empleada para las especies de la familia *Cactaceae* en el presente trabajo es la propuesta por Guzmán *et al.* (2003), excepto para el género *Stenocactus*, que es referido de acuerdo con D. R. Hunt (1999).



*tus platyacanthus*, *Astrophytum ornatum* y *Ferocactus histrix* cuyos individuos adultos son parcial o totalmente destruidos para que el ganado consuma el tejido interno como suministro de agua o alimento fresco (Figuras 4 y 5).

Los casos de *Mammillaria perbella*, *Mammillaria pseudocrucigera*, *Mammillaria decipiens* subsp. *camptotricha*, *Mammillaria muehlenpfordtii*, *Mammillaria gracilis* y *Thelocactus leucacanthus* subsp. *schmollii* constituyen ejemplos de especies que no se encuentran referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, de las cuales fue posible observar que sus poblaciones son notablemente escasas y por tal motivo se proponen para la ejecución de estudios futuros que ahonden en los detalles de su distribución, su estructura poblacional y la dinámica de sus



FIGURAS 4 y 5. Biznagas consumidas por los burros, en Tolimán y Cadereyta, Qro.  
Fotografías: José Guadalupe Hernández Oria.

### C) Tamaños Poblacionales Observados

Los tamaños poblacionales de las especies seleccionadas para la propagación fueron en general de baja abundancia por localidad y sólo en algunos casos se contabilizaron más de 500 individuos por población (ver cuadro 2), sin embargo en estos casos los individuos se encuentran sujetos a formas muy severas de depredación, tal es el caso de *Echinocac-*

poblaciones, con la finalidad de decidir acerca de su inclusión en alguna de las categorías de la referida Norma.

### D) Factores de Amenaza

Con respecto a los factores antrópicos que amenazan a las poblaciones de las cactáceas del Cuadrante Tolimán, se determinó que la extracción de leña, el sobrepastoreo y la defo-

## RESULTADOS DE LA EXPLORACIÓN DEL CUADRANTE TOLIMÁN

restación son las tres actividades de mayor incidencia en el deterioro del hábitat y que en todos los sitios de trabajo se registró la presencia de al menos uno de estos factores, excepto en la localidad de *Mammillaria microhelia*, la cual se encuentra en un escarpe de falla en terrenos que son propiedad de una ganadería privada.

El registro de la distancia a la que cada población se encuentra de los centros de actividad humana, muestra que las cactáceas se hallan, aproximadamente, en promedio a sólo a 650 m de estos sitios; es decir que los *taxa* estudiados, prácticamente crecen dentro de zonas de impacto humano, las cuales están sujetas a aprovechamiento intensivo o en algunos casos particulares están propensas al repentino cambio de uso de suelo para ser transformadas en áreas urbanas o caminos.

En conclusión, los resultados muestran que se ratifica la condición de vulnerabilidad ante la extinción de las trece especies que ya están registradas en la NOM-059-SEMARNAT-

2001, pero se observa también que existe otro grupo de seis especies cuyas características biogeográficas y condiciones de deterioro de su hábitat las coloca en una situación semejante a las anteriores, en consecuencia tenemos que el 34.5 % de las especies registradas en el Cuadrante Tolimán pueden considerarse con problemas de sobrevivencia a corto o mediano plazo. De esta manera, ahora se cuenta con información suficiente para plantear la evaluación de las seis especies que podrían ingresar a la NOM-059-SEMARNAT-2001 y se conoce la lista de las especies que enfrentan el mayor riesgo de extinción en la zona, mismas que integran el bloque de especies introducidas al cultivo en la Unidad de Propagación de Plantas Silvestres del Jardín Botánico.

Finalmente, el compendio de los factores de deterioro que inciden sobre las poblaciones de especies amenazadas del Cuadrante Tolimán se presenta en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Factores de deterioro que inciden sobre las poblaciones de Cactáceas amenazadas del Semidesierto Queretano Hidalguense.**

| Especie  | Distribución (Municipios)  | Tamaño promedio de las poblaciones | Distancia promedio (metros) de las poblaciones de cactáceas a: |             |                 |                            |                | Porcentaje de localidades afectadas por: |               |                     |  |  |
|--|--|------------------------------------|--|-------------|-----------------|----------------------------|----------------|--|---------------|---------------------|--|--|
|  |  |                                    | Centros de población humana                                    | Caminos     | Áreas agrícolas | Minas o Bancos de material | Sobre-pastoreo | Extracción de leña                       | Deforestación | Incendios recientes |  |  |
| <i>Ariocarpus kotschoubeyanus</i>                                  | Cadereyta, Qro.  | Entre 50 y 500 individuos          | 450  | 250         | 200             | 734                        | 100            | 100                                      | 30            | 0                   |  |  |
| <i>Astrophytum ornatum</i>   | Cadereyta, Tolimán y Peñamiller, Qro.  | Entre 50 y 500 individuos          | 686.30   | 482.20      | 620.20          | Más de 1 km                | 70             | 90                                       | 40            | 0                   |  |  |
| <i>Echinocactus platyacanthus</i>                                  | Cadereyta, Tolimán, Ezequiel Montes, San Joaquín y Peñamiller, Qro. Tecozautla, Hgo. | Entre 50 y 500 individuos          | 609.02   | 436.80      | 598             | 892.78                     | 73             | 90                                       | 41            | 7                   |  |  |
| <i>Echinocereus schmollii</i>                                      | Cadereyta, Qro.  | Menos de 50 individuos             | 450  | 203.33      | 600             | 700.67                     | 100            | 100                                      | 100           | 60                  |  |  |
| <i>Ferocactus histrix</i>  | Cadereyta, Tolimán, Colón, Tequisquiapan y Ezequiel Montes, Qro. Tecozautla, Hgo.    | Entre 50 y 500 individuos          | 730.33   | 492.74      | 563.30          | 838.41                     | 57             | 82                                       | 43            | 14                  |  |  |
| <i>Lophophora diffusa</i>  | Cadereyta y Peñamiller, Qro.   | Entre 50 y 500 individuos          | 875.50   | 427.75      | 650.25          | Más de 1 km                | 57             | 82                                       | 43            | 14                  |  |  |
| <i>Mammillaria erinita subsp. painteri</i>                         | Colón y Tequisquiapan, Qro.  | Menos de 50 individuos             | 934  | 183.33      | 834             | 467                        | 0              | 100                                      | 60            | 0                   |  |  |
| <i>Mammillaria longimamma</i>                                      | Cadereyta y Tolimán, Tecozautla, Hgo.  | Menos de 50 individuos             | 531.20   | 546.20      | 525.20          | 920.90                     | 100            | 100                                      | 30            | 20                  |  |  |
| <i>Mammillaria microhelia</i>                                      | Tequisquiapan., Qro.   | Menos de 50 individuos             | Más de 1 km  | Más de 1 km | Más de 1 km     | Más de 1 km                | 0              | 0  | 0             | 0                   |  |  |
| <i>Mammillaria parkinsonii</i>                                     | Cadereyta, Tolimán, San Joaquín y Peñamiller, Qro.                                   | Entre 50 y 500 individuos          | 744.33   | 615.67      | 686.93          | 947.60                     | 75             | 88                                       | 31            | 0                   |  |  |
| <i>Strombocactus disciformis</i>                                   | Cadereyta y Peñamiller, Qro.   | Entre 50 y 500 individuos          | Más de 1 km  | 750.50      | 550.50          | Más de 1 km                | 0              | 100                                      | 50            | 0                   |  |  |
| <i>Thelocactus hastifer</i>  | Cadereyta. Qro.  | Menos de 50 individuos             | 667.17   | 675.50      | 750.50          | 967.50                     | 100            | 100                                      | 29            | 14                  |  |  |
| <i>Turbincarpus pseudomacrocrochele subsp. pseudomacrocrochele</i> | Ezequiel Montes y Tolimán, Qro.  | Entre 50 y 500 individuos          | 650  | 650.00      | 900.50          | 325                        | 100            | 50                                       | 0             | 0                   |  |  |

Estos datos forman parte de la Base de Datos del Centro de Documentación e Información del Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío", la cual se encuentra en construcción y se conformará con toda la información resultante de la investigación generada por la institución. Este acervo documental permite contar la información que se requiere para ejecutar las tareas de conservación *in situ*, así como para la planeación del manejo de estos recursos en la zona o para planificar la eventual reintroducción de especies al ambiente.

## PARTE II

### INTRODUCCIÓN AL CULTIVO DE LAS ESPECIES SELECCIONADAS

#### PROCEDIMIENTO DE INTRODUCCIÓN AL CULTIVO

##### A) OBTENCIÓN DEL PROPÁGULO

Una vez determinada la lista de especies que enfrentan los mayores problemas de sobrevivencia en el Cuadrante Tolimán, el trabajo se centró en la colecta y el acopio de los propágulos que sirvieron para su introducción al cultivo, así como en la conformación del Invernadero Prototipo de la Unidad de Propagación de Especies Silvestres del Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío".

Para la obtención del propágulo se diseñaron dos estrategias de trabajo:

1. "Colecta de semilla de origen silvestre". Este programa llevó a cabo durante tres periodos naturales de fructificación en el campo (2004, 2005 y 2006) y se basó en el monitoreo de las poblaciones hasta obtener la cantidad de frutos requerida, de acuerdo con los principios de población mínima viable de la biología de la conser-

Figura 6.



## PROCEDIMIENTO DE INTRODUCCIÓN AL CULTIVO

vación; es decir, se buscó obtener un número de frutos que asegurarán la obtención de lotes de entre 50 y 500 plántulas por especie. La cantidad preestablecida de frutos para la colecta fue de 15 frutos por especie de talla pequeña y 10 por especie de talla grande.

2. "Colecta de semilla proveniente de las plantas cultivadas en las colecciones del Jardín Botánico". Cuando la colecta de frutos en el campo resultó insuficiente, los lotes fueron complementados con semilla cosechada de las plantas que conforman el acervo del Jardín Botánico, la cual se obtuvo directamente de las plantas madre, o del acopio de semilla almacenada a lo largo de varios años en el Banco de Germoplasma de la propia institución.

Sin embargo, el material introducido al cultivo provino principalmente de semilla colectada en el campo y se obtuvo tratando de representar la diversidad natural de las poblaciones, ya que se colectó en el mayor número de localidades posibles en donde se distribuyen las especies y además se cosechó de individuos sanos y vigorosos.

En la figura 6 se presenta un mapa de distribución de las localidades de donde se colectó la semilla y en la ficha de cada especie se especifica su origen por subcuadrante del Cuadrante Tolimán.

## **B) MANEJO PRESIEMBRA**

### **1. Técnica de colecta**

Las semillas se tomaron directamente de los frutos cuando aún estaban sobre la planta madre y en el momento de la disseminación; una vez colectados se almacenaron en bolsas de papel y se conservaron dentro del mismo fruto hasta su llegada al

invernadero de trabajo.

### **2. Limpieza y secado**

Los frutos se despulparon, las semillas se separaron y se secaron a temperatura ambiente.

## MÉTODO DE INTRODUCCIÓN AL CULTIVO

El procedimiento para la introducción de las especies al cultivo consiste en 3 etapas o cámaras y se trata de un método perfectible basado en la imitación del nicho de regeneración de las Cactáceas, mismo que utiliza los procedimientos establecidos por E. Sánchez (1995) y E. Sánchez *et al.*, (1995). En este procedimiento se aumenta, al paso del tiempo, la intensidad luminosa y se reduce la humedad ambiental relativa, a la vez que la temperatura se ajusta a los niveles óptimos para la actividad fisiológica, simulando lo que ocurre en la naturaleza, pero eliminando los factores limitantes del crecimiento, así como otras situaciones adversas o de estrés.

Este método opera mejor si el invernadero se encuentra ubicado en condiciones correspondientes a los climas: BS<sub>0</sub>hw, BS<sub>1</sub>kw, BS<sub>1</sub>hw, A

(C), Aw<sub>0</sub> y Cw, ya que es conveniente que existan días cálidos con noches frescas, poca nubosidad y luz brillante (radiación fuerte), así como una humedad relativa de media a baja. La orientación preferentemente recomendada para la colocación del invernadero, es de Norte a Sur.

En el Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío", donde está instalada esta Unidad, el clima corresponde al tipo BS<sub>1</sub>kw (w), Semi-Seco Templado con lluvia en verano, caracterizado por una temperatura mínima promedio de 12° C y una máxima promedio de 19.4° C. La precipitación mínima promedio es de 309.3 mm y la máxima de 798.5 mm (INEGI, 1986). **Figura 7.**



**Figura 7.** Cámara III de la Unidad de Propagación de Plantas Silvestres del Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío".

Fotografía: Luis Enrique Torres Galeana.

## CÁMARAS DE CULTIVO

### 1. Cámara I. Germinación.

Descripción: Provee las condiciones necesarias para la germinación de las semillas.

La desinfección de las semillas se realiza con una solución de hipoclorito de sodio comercial (6%) al 25% y la escarificación, si es necesaria, se efectúa con ácido sulfúrico.

Las semillas limpias y lotificadas se reparten superficialmente en charolas plásticas de germinación, las cuales contienen sustrato de *Sphagnum*. Se colocan en un ambiente saturado de humedad de manera que el sustrato se mantenga constantemente húmedo (Figura 8).

La germinación esperada debe tender a ser de un 50% (70%) o mayor y debe ocurrir en un período de 7 a 15 días, de acuerdo con las temperaturas prevalecientes. Éstas idealmente deben ser de incubación, mantenidas alrededor de los 25-28° C; o alternadas día/noche 25/15 ° C promedio. Las semillas quedan expuestas a la luz natural del invernadero.

Resultados esperados: germinación del 50% y hasta 70% (o más) en un periodo de 7 a 15 días (con un máximo de espera de hasta 30 días). Figura 9.

Figura 8. Charola de germinación.



Figura 9. Plántulas en la charola de germinación.

## 2. Cámara II. Desarrollo Inicial

Descripción: provee las condiciones ambientales idóneas para el primer periodo de desarrollo, reduciendo las posibilidades de mortandad y favoreciendo mayores tasas de crecimiento (Figura 10).

Esta área se caracteriza –idealmente- por una humedad ambiental relativamente alta (superior al 40%), intensidad luminosa inicialmente baja (promediando 1500 a 3000 Lux y no mayor de 6,000-10,000 Lux en periodos de máxima brillantez), pero aumentando hasta que el endurecimiento de las plantas sea completo. La temperatura diurna óptima se establecerá entre 20-25° C, y, si no existen controles, en la noche se establecerá una temperatura entre 10-15 ° C. Se cuidará

que no exista el riesgo de temperaturas de congelación. Las plántulas en las charolas de germinación se verán limitadas por espacio al ocurrir el crecimiento; en ese momento, será necesario un primer trasplante a charolas de tipo “speedling” (200 ó 338 cavidades). Una vez transplantadas permanecerán en esta cámara un tiempo variable entre (6) 8-12 meses, hasta que aproximen 1 cm de diámetro (o de altura en el caso de las especies columnares). El riego debe asegurar la humedad continua del sustrato. Las plagas y las enfermedades deben controlarse si es necesario. La condición ambiental permite cierto crecimiento por etiolación que debe ser moderado; la humedad (suelo-ambiente) se conducirá para evitar la desecación, crítica en esta fase. La mortalidad tolerada debe ser menor al 10%.

Figura 10. *Mammillaria decipiens* subsp. *camptotricha* en la cámara II.



### 3. Cámara III. Desarrollo Final

Descripción: Esta cámara provee las condiciones que permiten el desarrollo típico de las plantas sanas, con coloraciones brillantes, espinación robusta y posibilidades de florecer. En esta etapa se favorece el crecimiento acelerado (Figura 11).

Esta área se caracteriza por la humedad relativa más baja (menor al 40%, según la condición ambiental) y una intensidad luminosa alta (superior a 10, 000 Lux y aumentando al máximo posible según la radiación local y las características de las cubiertas –plástico y mallasombra- del invernadero). La temperatura diurna promedio se mantendrá entre 25-35 ° C, con las oscilaciones naturales del ciclo circadiano; se cuidarán también las temperaturas extremas mínimas de los meses invernales. La base del manejo es el riego per-

fectamente controlado que mantendrá al sustrato constantemente húmedo, lo que permitirá que las “raíces de lluvia” estén activas. Al transferirse a esta cámara ocurre un segundo trasplante a macetas individuales; según el tamaño deseado y la velocidad de crecimiento que se quiera inducir se harán trasplantes a macetas del tamaño correspondiente. Las plantas alcanzan tallas aceptables entre los 6 y 12 meses de estancia en esta cámara, de acuerdo con los cuidados y los estimulantes químicos empleados (fertilizantes y activadores del crecimiento). Las plagas y enfermedades en esta etapa son pocas, aunque debe tenerse cuidado en su control oportuno. Los diversos sustratos de crecimiento seleccionados contendrán como base peat moss en mezclas con materiales más porosos de acuerdo al origen de las especies. La mortalidad tolerada en esta fase será entre el 5-1%

Figura 11. Crecimiento en la cámara III.

## ALGUNAS CONSIDERACIONES HORTÍCOLAS

### A) Importancia y características de los trasplantes

Este método contempla al menos 2 trasplantes en un ciclo bianual, ambos esenciales y críticos para el desarrollo de las plantas. Un primer trasplante temprano, entre los 15 días y los 3 primeros meses después de la germinación, es una actividad delicada en la que las plántulas cambian de la alta densidad de las charolas de germinación a la más uniforme distribución de las charolas de “speedling”. Un segundo trasplante se efectuará entre los (6) 8-12 meses de edad de las plántulas, cuando el desarrollo radicular y del tallo lo permitan. En este caso, el trasplante es a macetas individuales; la operación es menos delicada pero importante para maximizar el crecimiento o regularlo. El cuidado que se aplique redundará en la supervivencia y posterior desarrollo de las plantas, por esta razón se debe tener sumo cuidado al efectuarlo, prestando particular atención al trato que se de al sistema radicular para no dañarlo y colocarlo en condiciones que favorezcan su crecimiento.

### B) Sustratos.

Las características y composición de las mezclas usadas para crecer Cactáceas son muy variables dependiendo de los objetivos y condiciones de cultivo. Las mezclas sugeridas se compondrán de peat moss (preferentemente Sunshine mezcla 3, special fine de Fisons que se compone de Sphagnum, dolomita calcárea, ajustador del pH y agentes humectantes), además de otros materiales que puedan darle porosidad a la mezcla, mismos que incluyen arenas, gravillas, hortoperlita, pomecita o tezontle. Una secuencia de mezclas para las 3 cámaras de este método podría ser: Cámara I

Sunshine 3; Cámara II: Sunshine 3; Cámara III: Sunshine 3 en proporción 2:1:1 ó 1:1:1 con cualquiera de los materiales gruesos sugeridos.

### C) Riego

El riego es una actividad crucial que se realiza por criterio y su frecuencia dependerá de las condiciones prevalecientes en el ambiente del invernadero y su entorno. Los riegos se realizan a saturación (capacidad de campo). Resulta preferible regar en periodos cuando la temperatura sea superior a los 20° C y que pueda sostenerse por varias horas. El riego debe disminuirse o suspenderse cuando el frío sea excesivo (menos de 15° C). La periodicidad, como se ha dicho es variable, aunque podría seguir un ritmo como el siguiente: tres veces por semana entre abril-junio, dos veces por semana entre julio y noviembre y una vez por semana entre diciembre y marzo; las plantas adultas o las “plantas madre”, según el tamaño del contenedor, pueden regarse una vez por semana en época de calor y hasta una vez por mes en el invierno (o incluso suspender el riego por un periodo más amplio). Eventualmente puede (o debe) someterse a las plántulas a “castigos” (suspensión del riego) con el fin de eliminar malezas, plagas y enfermedades, o simplemente para “endurecerlas”. La forma de riego dependerá de la tecnología y necesidades de las plantas e incluye riego por línea de nebulización, riego manual con piceta, manguera con maneral y nebulizador o, más comúnmente, manguera y regadera.

### D) Fertilización

La fertilización es un tema importante y poco experimentado para el caso de las Cactaceae.

## ALGUNAS CONSIDERACIONES HORTÍCOLAS

Puede incluir adición de fertilizantes nitrogenados, fosfóricos o potásicos, así como varios nutrientes, mayores o menores, según el objetivo sea crecimiento, producción de flores o protección de las plántulas. Una fórmula general empleada con éxito en este método es el empleo de fertilizantes solubles con fórmulas 20-10-20, 20-20-20, 9-45-15 o similares. Estos fertilizantes contienen en general fórmulas completas con la presencia de elementos mayores y menores. La frecuencia de fertilización recomendada es cada 15-30 días, en la época de crecimiento. Las plantas en la cámara II recibirán 0.5 g/l (100 ppm de N) y las de la cámara III 2.0 g/l (400 ppm de N). Un aspecto importante de los fertilizantes es su potencial de acidez que contribuye a mantener el pH en condición ligeramente ácida, especialmente en donde el agua y sustratos tienden a los valores básicos.

.

## PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LAS CACTÁCEAS CULTIVADAS COMO ORNAMENTALES

### Insectos

*Diapsis echinocacti*  
*Aspidotus hederæ*  
*Chionaspis evenymi*  
*Saissetia hemisphaerica*  
*Hemiberlasia rapax*  
*Pinnaspis strachani*  
*Aspidiotus nerii*  
*Pseudococcus mammillariae*  
*Pseudococcus citri*  
*Rhizoecus cacticans*  
*Rhizoecus falcifer*  
*Spilococcus cactearum*  
*Tetranychus urticae*  
*Tetranychus telarius*  
*Hemisia tabaci*  
*Trialeurodes vaporariorum*  
*Spodoptera littoralis*  
*Bradysia coprophila*

### Nemátodos

*Cactodera cacti*  
*Heterodera cacti*  
*Meloidogyne* sp.

### Otras plagas

Caracoles y babosas (*Helix* sp.)

### Hongos

*Colletotrichum gloeosporoides*  
*Colletotrichum phyllocacti*  
*Colletotrichum cerei*  
*Dreschlera cactivora*  
*Fusarium oxysporum*  
*Fusarium cactearum*  
*Sphaceloma* sp.  
*Alternaria* sp.  
*Capnodium* sp.

*Phoma* sp.  
*Mycosphaerella opuntiae*  
*Stevensea wrightii*  
*Phyllosticta concava*  
*Gnomiella opuntiae*  
*Aspergillus alliaceus*  
*Phytophthora cactorum*  
*Motrytis cinerea*  
*Hendersonia opuntiae*  
*Poria carnegiana*  
*Helminthosporium cactivorum*  
*Phymatotrichum omnivorum*  
*Septoria cacticola*  
*Diplothea tunae*  
*Gloesporium cactorum*  
*Phoma mammillariae*  
*Anthoslomella cacto*  
*Diplodia opuntiae*  
*Hyponectria cacti*  
*Lembosia cactorum*  
*Leptosphaerica opuntiae*  
*Phyllosticta cacti*  
*Physalospora obtusa*  
*Phytium debarianum*  
*Sclerotium bataticola*  
*Septoria fici-indicae*  
*Teichospora opuntiae*

### Bacterias

*Erwinia carnegiana*  
*Erwinia aroideas*  
*Agrobacterium tumefaciens*  
*Pseudomonas* sp.  
*Bacterium* sp.

### Virus

Cactus virus X

### Enfermedades fisiológicas

Aborto de la yema  
 Encorchamiento  
 Vitricación.

## CARACTERÍSTICAS DEL INVERNADERO EMPLEADO

El invernadero empleado es una unidad de carácter comercial cuyas características relevantes son: invernadero modelo "Vertitunnel 10.50", de 10.50 m de ancho por 30 m de largo, con una superficie total en planta de 315.0 m<sup>2</sup>, fabricado con arcos de perfil cuadrado galvanizado calibre 14 en ZC 200, apoyado sobre columnas de 2.0 m de altura en perfil cuadrado galvanizado del mismo tipo que el anterior, colocadas cada 2 m; largueros galvanizados de ZC 150 calibre 14. Columnas de las cabeceras de ZC 200 calibre 14. El invernadero tiene una puerta frontal de 1.50 por 2.0 m, con esclusa. La cubierta plástica superior es de polietileno plastitermic blanco 50%, calibre 720, este mismo plástico se empleó para las cortinas abatibles; los frentes y faldones están cubiertos con polietileno plastitermic del 30% calibre 720. Se instalaron mallas color cristal en los laterales para impedir el paso de insectos. La estructura está calculada para resistir vientos de hasta 80 km h<sup>-1</sup>; para conservar la integridad de los plásticos un mayor tiempo, dados los fuertes vientos que se presentan en la zona, se instaló una malla sujetadora que además protege en contra de una eventual precipitación en forma de granizo.

Desde el punto de vista funcional este invernadero opera como cámara de finalización, ya que la germinación y del desarrollo inicial se desarrollaron en invernaderos previamente existentes en el Jardín Botánico, que aproximaban más las condiciones requeridas por las plantulitas.

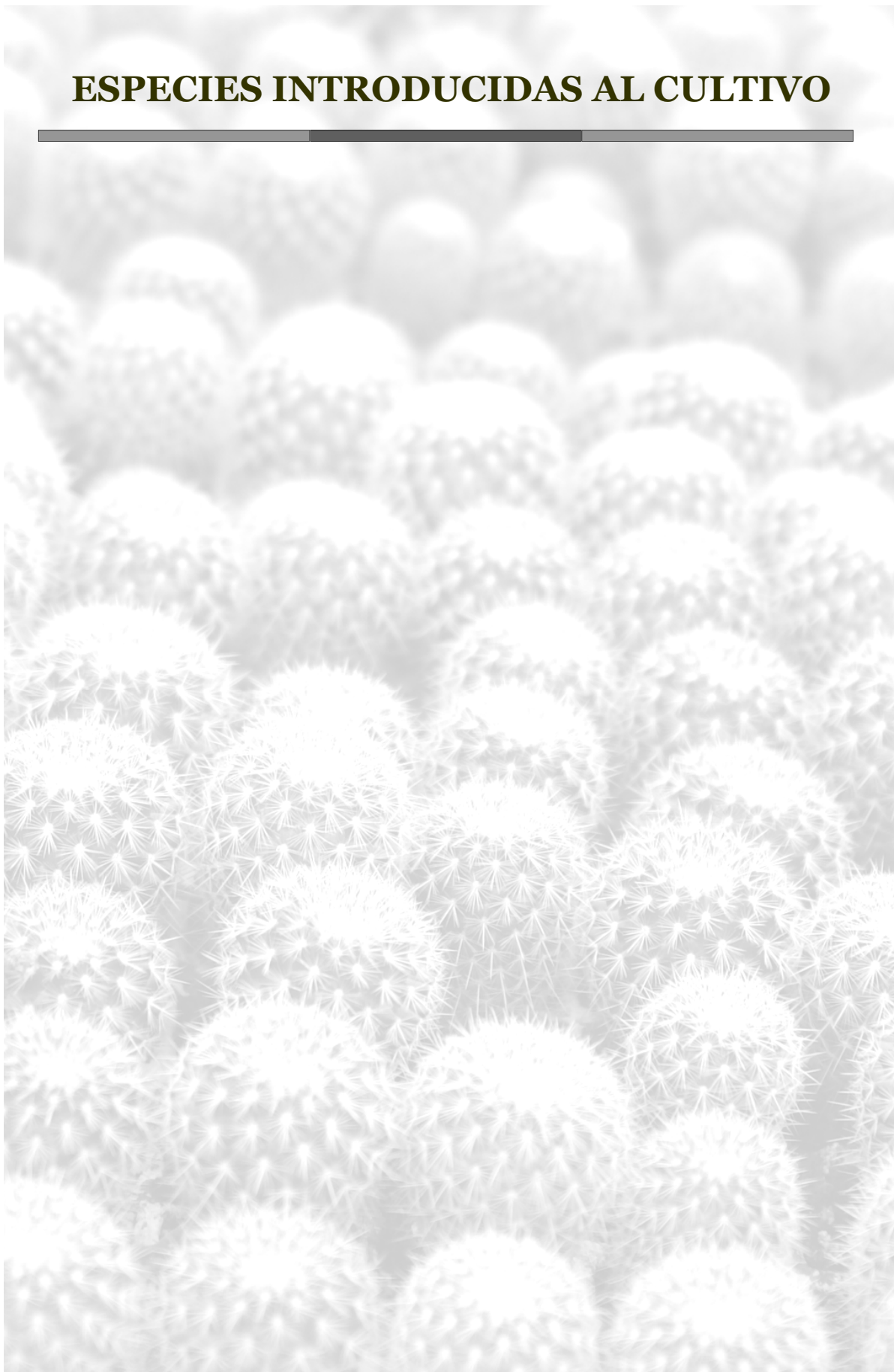
El invernadero fue arreglado a la manera de un conservatorio, manteniendo en su interior algunos elementos de la vegetación natural nativa y proveyéndolo de un piso firme de tepetate compactado. Las plantas remanentes

fueron protegidas mediante la construcción de jardineras tipo arriate. El resto del espacio fue lotificado, dividiéndolo según el número de unidades producidas, mismas que, de acuerdo con el objetivo del proyecto, oscilaron entre 50 y 500 unidades por especie y se integraron algunos elementos interpretativos para facilitar la transmisión de la información en este invernadero prototipo que contiene las especies con mayor riesgo de sobrevivencia del semidesierto queretano.

Los resultados de la introducción al cultivo, así como una breve descripción de los aspectos reproductivos de cada una de las especies, y una evaluación del riesgo de extinción a nivel local, se presentan en el compendio de fichas que integran la continuación de este capítulo.

## **ESPECIES INTRODUCIDAS AL CULTIVO**

---



## *Ariocarpus kotschoubeyanus* (Lem.) K.

Pezuña de venado, Pata de venado, Biznaga-maguey, Pata de venado en la NOM-059-SEMARNAT-2001, localmente Peyote.



### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTIVOS

**Flor** de 2.5 a 3 cm de longitud, brotando de las aréolas floríferas de los tubérculos jóvenes en el ápice del tallo; pericarpelo y receptáculo desnudos; segmentos exteriores del perianto escasos, obtusos, verdosos con tinte castaño; segmentos interiores del perianto oblanceolados, obtusos o apiculados, a veces algo retusos, de cerca de 2 cm de longitud, de color rosa claro hasta carmín, con la franja media más oscura; filamentos blancos; anteras pequeñas, amarillas; granos de polen entre 60 a 65 micras de diámetro; estilo blanco; lóbulos del estigma 4 a 6, blancos. **Fruto** claviforme, de 5 a 18 mm de longitud y 1 a 3 mm de diámetro, rojizo hasta rosado. **Semillas** de 1 mm de longitud, ovoides, negras, tuberculadas (Bravo y Sánchez-Mejorada, 1991a).

### FENOLOGÍA

**Periodo de floración:** Ocurre entre junio y octubre, en dos etapas separadas por un mes.

La producción es de 1 a 4 flores por planta en cada floración, observándose hasta 7 flores por planta en un año. Las flores se desarrollan en 5 días y abren también durante 5 días, entre las 9:45 a las 17:00 horas. La apertura de las flores es muy sensible a los cambios de temperatura (R. Ortega V., 2004). El periodo de floración observado durante el trabajo de campo en el Cuadrante Tolimán, se registró entre agosto y septiembre.

**Periodo de fructificación:** La semilla madura existe desde diciembre y enero, aunque la mayor producción se obtiene entre febrero, abril y mayo (R. Ortega V., 2004; E. Sánchez, 2006, personal). Es posible recolectar semillas entre la lana del interior de los tubérculos ya que éstas pueden permanecer allí por varios meses o incluso años.

**Disponibilidad de semilla:** La disponibilidad de semilla depende de las condiciones ambientales; se producen de 1 a 4 frutos por planta por año, con entre 20 a 80 semillas. El promedio medido por R. Ortega V. (2004) es de 43 semillas por fruto con desviación estándar de 15.47, mientras que el conteo de semilla colectada para este trabajo arrojó un resultado promedio de 34.33 semillas por fruto, con desviación estándar de 19.29.

### SISTEMA DE PROPAGACIÓN EMPLEADO PARA LA INTRODUCCIÓN AL CULTIVO

La propagación de esta especie es de un grado de dificultad medio a alto. Su crecimiento es lento, quizá el más parsimonioso entre este grupo de especies, considerando el tamaño relativamente grande de su semilla; a los tres meses de desarrollo aproximadamente, puede distinguirse sólo el ápice de la primera aréola diferenciada. La semilla para la introducción

al cultivo de esta especie se colectó en los dos subcuadrantes donde se registró: Mesa de León y Sombrerete (ver apéndice); su calidad se valoró como aceptable a simple vista aunque, aproximadamente el 15% de las unidades se observaron relativamente empequeñecidas, lo cual podría significar semilla poco vigorosa.

El tratamiento de presembrado consiste en la desinfección de la semilla con hipoclorito de sodio comercial al 25%, en cuya solución se embeben por un lapso máximo de 10 minutos, seguido de lavados con agua corriente. Al secar, se siembra superficialmente sobre un sustrato estéril –húmedo- en charolas herméticas. Los resultados de germinación obtenidos fueron del 48%; la temperatura diurna y nocturna promedio, registrada durante los 20 días en los que las semillas germinaron, fue de 30 y 12° C respectivamente. El primer trasplante, preferentemente, debe hacerse hasta que la planta esté bien establecida; casi 3 (4) meses después de su germinación. El segundo trasplante conviene que se efectúe cuando la planta tenga al menos dos o tres tubérculos bien definidos; esto ocurre aproximadamente, entre los 12 y los 15 meses de edad. Durante los primeros meses posteriores a los trasplantes, es conveniente aplicar soluciones fertilizantes que estimulen el crecimiento de las raíces pues este órgano es también de lento desarrollo. La sobrevivencia (evaluada en este estudio a los tres meses, periodo de mayor riesgo) es mayor al 80%.

#### **SISTEMA ALTERNO DE PROPAGACIÓN**

La separación de tubérculos y la posterior promoción de su enraizamiento para propagación vegetativa, es posible aunque difícil. Es preferible intentar este método con sustratos con muy buen espacio aéreo y en caso de emplear sistemas de humedecimiento, optar por sistemas de neblina que producen menos humedad que los aspersores intermiten-

tes.

El ITESM-Campus Querétaro (2002) desarrolló una técnica de cultivo de tejidos idónea para esta especie que se sintetiza así: Desinfección con hipoclorito de sodio al 25% más jabón líquido como surfactante; la mezcla se mantiene en agitación 35 minutos y se enjuaga 3 veces con agua destilada. Establecimiento de semillas en condición aséptica en medio básico de Murashige y Skoog a la mitad de su concentración normal (MS/2), adicionado con 1.5 g L<sup>-1</sup> de carbón activado. Siembra de tubérculos para su proliferación en medio de Murashige y Skoog con 0.3 mg L<sup>-1</sup> de Bencilaminopurina más 0.15 mg L<sup>-1</sup> de Ácido Naftalenacético. El enraizamiento procede en un medio MS/2 con las siguientes hormonas: 2.0 mg L<sup>-1</sup> de Ácido Indolbutírico y 0.3 mg L<sup>-1</sup> de Ácido Naftalenacético. La adaptación en los invernaderos se favorece en un sustrato mezclado con peat-moss, tezontle y agrolita (1:1:1).

#### **RESULTADOS Y RECOMENDACIONES**

El lote obtenido de esta especie aproxima las 100 unidades. Debido a su lento desarrollo, es suficiente mantenerlas en macetas de 3 pulgadas ya que no requerirá de mayor espacio hasta los 5 ó más años de vida.



**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE RIESGO LOCAL  
(MER Regional)**

| <b>Criterios</b>  | <b>Condición local y valor asignado</b>   | <b>Validez regional o nacional</b>  |
|---|---|---|
| <b>A</b>  | No. de registros en el cuadrante: 2.<br>Área de Distribución Promedio: 1.188 ha.<br><b>4</b>  | Se encuentra en seis estados de México. Querétaro es el límite sur de su distribución. Es característica del Desierto Chihuahuense y a nivel nacional se considera de distribución restringida.   |
| <b>B</b>  | Presenta especificidad de hábitat, se establece sobre sitios planos donde afloran las lutitas. El hábitat es propicio pero se encuentra altamente fragmentado.<br><b>2</b>  | En algunos lugares del Desierto Chihuahuense existen áreas conservadas donde esta especie se desarrolla favorablemente pero también se ha documentado la desaparición de algunas poblaciones por la construcción de infraestructura urbana o carretera. |
| <b>C</b>  | Poblaciones de entre 50 y 500 individuos, con presencia de adultos reproductivos y juveniles. Se registró la producción de flores, frutos y semillas. Se desconocen los detalles de su dinámica demográfica y sus estrategias reproductivas. Es una especie de ciclo de vida relativamente largo.<br><b>2</b> | En general sus poblaciones son numerosas y muy reproductivas, pero se desconoce su condición ecológica global. Es necesario estudiarla.   |
| <b>D</b>  | Factores de mayor impacto: La construcción de infraestructura urbana y el saqueo.<br><b>3</b>   | Es una especie referida por la IUCN como cercana a la amenaza (NT) y presente en el apéndice I de CITES.  |
| <b>Sumatoria: 11<br/>Categoría Resultante:<br/>Amenazada.</b> |   | <b>Categoría<br/>NOM-059-SEMARNAT-2001:<br/>Sujeta a protección especial.</b>   |

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

Biznaga algodóncillo, Liendrilla, Piojosa;  
Biznaga-algodoncillo liendrilla en la NOM-059-SEMARNAT-2001.



### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTIVOS Y DEL PROPÁGULO

**Flor** diurna, sésil, infundibuliforme, nace en la zona apical de la planta, solitaria, de (4-) 5 (-8) cm de largo y 4 cm de ancho, pericarpelo más o menos ovado de 0.5 a 1 cm de longitud y de 0.3 a 0.7 cm de diámetro, escamas largas, acuminadas, con el borde dentado, color amarillo a pardo oscuro, la lana es amarilla y cubre completamente el pericarpelo; tubo receptacular corto, cubierto por escamas largas; segmentos exteriores del perianto lanceolados, de color amarillo limón y a veces con tonos rosados, ápice acuminado de color pardo oscuro, borde superior dentado, de 0.6 a 1.5 cm de largo y de 0.2 a 0.8 cm de ancho; segmentos interiores angostamente obovados a acuminados, con el borde dentado, color amarillo canario, de 1.5 a 2.5 cm de largo y de 0.7 a 1.0 cm de ancho; estambres amarillos, granos de polen 12 (-15) colpados; anillo nectarial corto con estriaciones longitudinales tenues; estilo amarillo; lóbulos del estigma de 7-10, amarillo intenso, emergentes sobre las anteras; cavidad ovárica elíptica. **Fruto**

globoso, semiseco, con dehiscencia apical, de (1.5-) 2 (-3.2) cm de largo y (0.8-) 1.3 cm de diámetro, verde opaco cubierto totalmente de escamas acuminadas y lana amarillenta, persiste en la aréola por varios meses. **Semilla** navicular, de 2.5-3.1 mm de largo y de 1.5 a 1.7 mm de espesor, hilo de 1.3 a 2.8 mm de longitud; testa verrucosa de color pardo oscuro; micrópilo fuera del hilo (S. Arias, 1989).

### FENOLOGÍA

**Periodo de floración:** Uno de los aspectos reproductivos más relevantes de esta cactácea es la floración que ocurre en dos periodos del año. Estos son marzo a junio (primavera) y agosto a septiembre (verano) (S. Arias, 1989; R. Ortega V., 2004). R. Ortega V. (2004) registra que la segunda floración procede al terminar las lluvias y puede extenderse desde octubre hasta diciembre; este investigador refiere que las flores tienen una vida media de 3 días, abriendo diariamente de las 11:00 h a las 14:00 h, con una producción variable en el número de estructuras reproductivas, la cual fluctúa entre 6 y 15. S. Arias (1989) constata que su polinización es necesariamente alógama, facilitada por la heterostilia del pistilo. Se trata de una especie entomófila con vectores comúnmente del orden Himenóptera (R. Ortega V., 2004; E. Sánchez, 2005, personal).

**Periodo de fructificación:** La fructificación tiene también dos picos en julio-septiembre y en enero-febrero, sobreponiéndose con la floración.

**Disponibilidad de semilla:** Se producen, según lo observado por R. Ortega V. (2004) en individuos de la zona de la Presa de Zimapán, 17 frutos viables por año. Éstos originan

en promedio 42 (desviación estándar 24.2) semillas por fruto. En condición de cultivo, sobretodo con un buen manejo nutricional, las plantas producen semillas profusamente y el número de propágulos por fruto puede acercarse a las 100 unidades (E. Sánchez, 2006, personal). Por otra parte, los frutos colectados en campo para la introducción al cultivo, presentaron un promedio de 129.72 semillas con una desviación estándar de 50.54.

#### **SISTEMA DE PROPAGACIÓN EMPLEADO PARA LA INTRODUCCIÓN AL CULTIVO**

El cultivo de esta especie se hace mediante la germinación de su semilla. Los propágulos se obtuvieron de ejemplares de cinco de los seis subcuadrantes en los que se registró su presencia: Vizarrón, Higuierillas, Tolimán, El Chilar y Los Juárez (ver apéndice); aunque, se germinaron (por su abundancia) sólo los del primero, tercero y quinto. El resto fueron depositados en el Banco de Germoplasma. Es importante observar que la semilla proveniente del campo, muchas veces se encuentra fragmentada –probablemente por el consumo de las hormigas- por lo que es conveniente hacer una selección de las unidades íntegras. La semilla procedente de plantas cultivadas generalmente se encuentra siempre de buena calidad e incluso se obtienen buenos porcentajes de germinación a partir de semillas que se han almacenado durante varios meses. Se recomienda dejar que el fruto seque antes de la limpieza para asegurar que las cavidades de las semillas estén libres de restos del funículo, lo cual muchas veces es causa de contaminación. Se trata de una simiente cuya limpieza y lotificación se hace sin dificultad a simple vista y es fácil distinguirla de cualquier traza del fruto. Durante un lapso de entre 5 a 10 minutos las semillas se sumergen completamente en una solución de hipoclorito de sodio comercial al 30% -que es una concentración mayor a la que se usa para la generalidad de las especies debido a que, por

las características morfológicas de esta semilla, el riesgo de contaminación en la cámara I es mayor-; posteriormente se lavan con agua corriente, se secan a temperatura ambiente y se siembran esparcidas, superficialmente sobre un sustrato estéril dentro de charolas herméticas. A una temperatura entre los 30 ° y 15° C (promedio día/noche) con humedad relativa del 100% las plántulas emergen al tercer día y, durante los próximos 15 días, se obtiene un porcentaje de germinación del 89 % aproximadamente o superior.

*A. ornatum* es una especie de fácil propagación. A la cuarta semana de su germinación, incluso desde la tercera, es posible su trasplante a charolas de cavidades; la aplicación periódica de fertilizantes de iniciación es conveniente en esta etapa. El porcentaje de sobrevivencia a los tres meses es de más del 90%. Consecutivamente, se hace el trasplante a maceta el cual puede ejecutarse, con buenas posibilidades de éxito, desde el quinto o sexto mes de crecimiento.

#### **SISTEMA ALTERNO DE PROPAGACIÓN**

La estimulación de la brotación de las aréolas es posible, tanto en ejemplares jóvenes como en adultos, ya sea por medios químicos o mecánicos; sin embargo, la vía vegetativa resulta poco aconsejable dado que mutila a las plantas y los brotes separados presentan cierta dificultad para su enraizamiento, principalmente en plantas adultas. La abundante producción de semilla que es posible inducir bajo cultivo hace innecesaria la experimentación con cualquier otro procedimiento alternativo.

El ITESM-Campus Querétaro (2002) produjo la siguiente técnica para la regeneración *in vitro* de esta *Cactaceae*: establecimiento mediante escarificación de las semillas con ácido sulfúrico al 96%, durante 3 minutos, seguida de 3 enjuagues con agua destilada, con

*Astrophytum ornatum*

la posterior desinfestación de las semillas en hipoclorito de sodio y surfactante líquido y siembra aséptica en medio de Murashige y Skoog (MS), a la mitad de su concentración de nutrientes (MS/2), añadido de 1.5 g L<sup>-1</sup> de carbón activado. La proliferación se estimula creciendo los *explantes* (plantitas provenientes de cortes basales y apicales) en medio MS enriquecido con 1.0 mg L<sup>-1</sup> de Bencilaminopurina y Ácido Giberélico (0.5 mg L<sup>-1</sup>). Las plantas se enraízan en MS/2 con auxinas (2.0 mg L<sup>-1</sup> de Ácido

Indolbutírico más 0.3 mg L<sup>-1</sup> de Ácido Naftalenacético). La adaptación al suelo se realiza en peat moss.

**RESULTADOS Y RECOMENDACIONES**

*A. ornatum* es una especie cuyo desarrollo es rápido; las 400 unidades introducidas al cultivo crecen en macetas de un galón, de modo que su crecimiento no se vea limitado por el tamaño del recipiente.

**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN LOCAL DE RIESGO (MER Regional)**

| <b>Criterios</b>   | <b>Condición local y valor asignado</b>   | <b>Validez regional o nacional</b>   |
|--|---|--|
| <b>A</b>   | No. de registros en el cuadrante: 10.<br>Área de Distribución Promedio: 10.428 ha.<br><br><b>4</b>  | Especie relacionada con la Zona Árida Queretano Hidalguense, presente en los estados de Hidalgo, Querétaro, Guanajuato y hasta San Luis Potosí. A nivel nacional también puede considerarse de distribución muy restringida. |
| <b>B</b>   | Presenta especificidad de hábitat, se distribuye preferentemente en las cañadas de los ríos locales, asociada con los matorrales Micrófilo, Rosetófilo y Submontano. Dada la extensión de los cauces es posible encontrar sitios resguardados para su establecimiento, pero algunos ya se encuentran muy deteriorados o amenazados por la extracción de mármol.<br><br><b>2</b> | La condición de su hábitat a nivel regional es prácticamente la misma y por ello es importante proteger los cañones que le dan continuidad a su distribución general.  |
| <b>C</b>   | Las poblaciones más numerosas se registraron en los sitios de mayor pendiente. Se observó floración, fructificación y producción de semillas en proporciones variables y se registró la existencia de individuos de todos los estratos de la población. Es una especie de lento crecimiento.<br><br><b>1</b>  | Su condición ecológica general no ha sido evaluada, es indispensable conocerla para estimar su condición local y regional.   |
| <b>D</b>   | En los extremos de su distribución (sitios de menor pendiente) es notable el grado de deterioro que presenta ya que es dañada por el sobrepastoreo, por la extracción de leña y por el ganado equino (burros). En las áreas de mayor pendiente operan estos mismos factores pero su impacto es menor.<br><br><b>3</b>   | A nivel regional operan los mismos factores de deterioro que a nivel local.  |
| <b>Sumatoria: 10</b><br><b>Categoría resultante: Amenazada*.</b> |   |  |

\* Coincide con su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

## *Echinocactus platyacanthus* Link & Otto

Biznaga, Biznaga de dulce;  
Biznaga-tonel grande en la NOM-059-SEMARNAT-2001.



### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTIVOS Y EL PROPÁGULO

**Flores** numerosas, emergen entre la lana del ápice de la planta; abren ampliamente, 5-7 cm de diámetro, de color amarillo. **Fruto** seco, largamente oblongo, de 5 a 7 cm de longitud, amarillento, con escamas numerosas, angostamente lineares, escariosas, con lana y pelos axilares que cubren la pared del fruto. **Semilla** de alrededor de 2.5 mm de longitud; testa negra, brillante, con ornamentación celular; hilo basal lateral, micrópilo pequeño, próximo al hilo (Bravo y Sánchez-Mejorada, 1991a; E. F. Anderson, 2001).

### FENOLOGÍA

**Periodo de floración:** La floración se concentra entre los meses de abril a agosto (R. Ortega V., 2004; E. Sánchez, 2006, personal). Los ejemplares florecen aproximadamente cuando tienen cerca de 30 cm de diámetro (E. Sánchez, 2006, personal); Bravo y Sánchez-Mejorada (1991a) citan que la primera flora-

ción aparece cuando se presentan 8 costillas.

**Periodo de fructificación:** Se producen frutos entre junio y noviembre. R. Ortega V. refiere que se pueden obtener 14 frutos por planta en promedio (con una desviación estándar de 6.4). Plantas silvestres mantenidas en cultivo generan frutos todo el año (E. Sánchez, 2006, personal).

**Disponibilidad de semilla:** Un fruto contiene, en condiciones de campo, 241 semillas en promedio (y desviación estándar de 54.3), según R. Ortega V. (2004). Bajo condiciones de cultivo la producción es mayor pudiendo contener hasta 500 semillas por fruto (E. Sánchez, 2006, personal).

### SISTEMA DE PROPAGACIÓN EMPLEADO PARA LA INTRODUCCIÓN AL CULTIVO

Los frutos de *Echinocactus platyacanthus* contienen numerosas semillas; su cultivo se hizo a partir de semillas colectadas en los subcuadrantes Panales y Tolimán (ver apéndice). Adicionalmente, se complementó con propágulos, colectados en 1999, provenientes de las plantas madre – de origen silvestre que crecen en las colecciones del Jardín Botánico Regional de Cadereyta. La limpieza de la semilla es fácil ya que se trata de un fruto seco; aunque, es ventajoso dejar que la baya seque por completo para separar perfectamente los residuos. La germinación para los dos lotes de semilla fue exitosa. Éstas responden bien tanto al tratamiento de desinfección con hipoclorito de sodio comercial como a la escarificación con ácido sulfúrico; la diferencia entre ambas es la velocidad de germinación ya que las semillas escarificadas germinaron, en un 99%, en sólo 5 días y, en las otras se registró un porcentaje de germinación del 97% durante 20 días. El tiempo de pose en el hipoclorito de sodio comercial fue

de 10 minutos y en ácido sulfúrico de 5. Luego de enjuagar las semillas con agua simple, deben secarse y sembrarse esparcidas, sobre la superficie de un sustrato húmedo y estéril dentro de charolas plásticas cerradas herméticamente para mantener una humedad relativa del 100%. La temperatura máxima promedio en este periodo alcanzó los 28° C y la mínima promedio los 17° C. El trasplante a charolas de cavidades puede hacerse a los pocos días luego de la germinación ya que se trata de una semilla robusta que produce una plántula similar. A los 5 u 8 meses de crecimiento puede efectuarse el traslado a maceta. El desarrollo posterior resulta óptimo cuando se aplica un programa de fertilización. El porcentaje de sobrevivencia es cercano al 99%, medido a los tres meses.

#### **SISTEMA ALTERNO DE PROPAGACIÓN**

La reproducción asexual de esta cactácea es muy difícil ya que prácticamente no produce brotes; sin embargo, es posible inducir una brotación redituable en ejemplares muy jóvenes (menores a 10 cm), con una posterior separación y enraizamiento de los brotes (E. Sánchez, 2006, personal).

#### **RESULTADOS Y RECOMENDACIONES**

Un total de 500 unidades se introdujeron al cultivo; 150 fueron trasplantadas a macetas de 1 galón y el resto a 3 pulgadas.

**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN LOCAL DE RIESGO  
(MER Regional)**

| <b>Criterios</b>  | <b>Condición local y valor asignado</b>   | <b>Validez regional o nacional</b>  |
|---|---|---|
| <b>A</b>  | No. de registros en el cuadrante: 41.<br>Área de Distribución Promedio: 87.12 ha.<br><br><b>3</b>   | Especie propia del Desierto Chihuahuense y del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.<br>A nivel nacional puede considerarse de distribución restringida. |
| <b>B</b>  | Se encuentra en lomeríos suaves de caliza y lutita, en el Matorral Xerófilo. Se distribuye en una zona relativamente amplia, homogénea y con áreas aisladas donde existen condiciones favorables para su permanencia.<br><br><b>1</b>   | Existen zonas con las condiciones apropiadas para su adecuado establecimiento, algunas pertenecen a áreas naturales protegidas.                 |
| <b>C</b>  | Sus poblaciones son reducidas sólo donde las condiciones ambientales han sido afectadas por factores antropogénicos, en los sitios resguardados hay poblaciones numerosas con individuos jóvenes e individuos reproductivos. Es una especie de lento crecimiento.<br><br><b>2</b> | Es necesario evaluar su estado demográfico real tanto en condiciones de deterioro como en los sitios donde las poblaciones parecen sanas.       |
| <b>D</b>  | El 88% de las localidades registradas presentan daños en el hábitat y en las poblaciones.<br>Causas: extracción de leña, destrucción de ejemplares para alimentar el ganado, sobrepastoreo, deforestación, cambio de uso del suelo, incendios y saqueo.<br><br><b>4</b>           | La problemática regional es muy similar a la registrada en el Cuadrante Tolimán.  |
| <b>Sumatoria: 10</b><br><b>Categoría resultante: Amenazada.</b> |   | <b>Categoría</b><br><b>NOM-059-SEMARNAT-2001:</b><br><b>Sujeta a protección especial.</b>   |

## *Echinocereus schmollii* (Weing.) N. P. Taylor

Organito de víbora, Cola de borrego;  
Órgano-pequeño de Querétaro en la NOM-059-SEMARNAT-2001.



### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTIVOS Y EL PROPÁGULO

**Flores** infundibuliformes, de 3.5 (-4) cm de largo, hasta 5 cm de diámetro, presentándose mayormente cerca del ápice, aunque ocasionalmente son terminales. Tubo receptacular de 2 cm de longitud, con el exterior café a verde-purpurino, llevando aréolas con finas espinas capilares como las del tallo. Cámara nectarial de solamente 1.5 mm de largo por 2 mm de ancho. Segmentos del perianto en 2-3 series, angostamente elíptico-oblanceolados, de cerca de 2 cm de largo y de 3-6 mm de ancho, largamente acuminados, color rosa brillante. Estilo de hasta 2 cm de largo; estigmas 7-11, color verde brillante. **Fruto** ovoide a esférico, cerca de 1.8 cm de diámetro, jugoso, verde-purpurino. **Semillas** casi globulares, de cerca de 1 mm, tuberculadas (N. P. Taylor, 1986).

### FENOLOGÍA

**Periodo de floración:** La especie florece en febrero y marzo (abril) (E. Sánchez, 2005,

personal). Presenta aparentemente un problema de fecundidad con una muy escasa generación de estructuras reproductivas sexuales (R. Ortega V., 2004). Hernández-Oria *et al.* (en prensa), reportan que el número de individuos con alguna estructura reproductiva, en dos localidades valoradas durante 2005, fue considerablemente bajo: 15.5% y 13.7%. R. Ortega V. (2004) señala que la reproducción sexual puede estar ausente por varios años. Otro posible problema relacionado con la fecundidad es el que establece Bravo (1978), quien describe que el gineceo de *E. schmollii* está frecuentemente algo atrofiado, lo que puede conducir a un estado evolutivo dioico.

**Periodo de fructificación:** Rinde semilla en mayo y junio (julio) (E. Sánchez, 2005, personal).

**Disponibilidad de semilla:** La producción de semilla en la naturaleza es muy escasa (Hernández-Oria *et al.*, en prensa). Los especímenes de *E. schmollii* en condición de cultivo en invernadero han producido floraciones constantes y, en ocasiones, abundantes; también algunos frutos con semillas (10-20 por unidad). El conteo de semillas de los frutos (seleccionados, vigilados y colectados) para la propagación, mostró que producen 59.66 semillas, con una desviación estándar de 73.91, dato medido a partir de ocho frutos.

### SISTEMA DE PROPAGACIÓN EMPLEADO PARA LA INTRODUCCIÓN AL CULTIVO

Mediante el monitoreo de las poblaciones de *Echinocereus schmollii* en dos localidades del subcuadrante La Tinaja (ver apéndice), fue posible obtener algunos frutos con semilla de calidad variable. Estos propágulos fueron sometidos a los tratamientos de pregerminación



habituales obteniendo porcentajes de germinación de hasta el 40%, y de sobrevivencia del 50 % medida a los tres meses; sin embargo, dada la escasez del propágulo, el procedimiento más exitoso para su introducción al cultivo es mediante el enraizamiento de brotes.

Los propágulos deben ser removidos de la planta madre con un corte limpio muy próximo a la base del tallo utilizando una herramienta seca, previamente enjuagada en agua con cloro como desinfectante -estos tallos se obtuvieron de plantas madre de origen silvestre y de las cultivadas en el Jardín Botánico Regional de Cadereyta-. Durante aproximadamente una semana, los propágulos deben mantenerse en un ambiente seco para permitir que el corte cicatrice (suberice). Su siembra debe ocurrir en sustrato limpio y húmedo – directamente en una maceta o charola de cavidades amplias- introduciendo el tallo uno o dos centímetros de profundidad. A partir de este momento, la humedad no debe estar por debajo del 60%, aproximadamente, para estimular la producción de raíces; esto puede verse favorecido con la aplicación de fertilizantes enraizadores que contengan hormonas (auxinas). Indicios de nuevo crecimiento en el ápice de las plantas deben observarse a la tercera semana, posteriormente la humedad puede disminuir, aminorando así el riesgo de pudrición en la base del tallo. El porcentaje de sobrevivencia de tallos enraizados de *E. schmollii* es de hasta el 90%.

Una descripción más detallada de la técnica de propagación vegetativa de *E. schmollii* puede consultarse en E. Sánchez (1994).

#### **SISTEMA ALTERNO DE PROPAGACIÓN**

La escasez de propágulos sexuales hace pensar en las vías de reproducción vegetativa como alternativa para la regeneración de esta especie. Los tallos seccionados se pueden enraizar fácilmente (E. Sánchez, 1994).

#### **RESULTADOS Y RECOMENDACIONES**

Las plantas propagadas por vía asexual conforman un grupo de 60 unidades que crecen en macetas de 1 galón. Un lote más pequeño, de 30 plantitas propagadas a partir de semilla, se desarrolla charolas de cavidades.

**Evaluación de la Condición Local de Riesgo  
(MER Regional)**

| <b>Criterios</b>                                       | <b>Condición local y valor asignado</b>  | <b>Validez regional o nacional</b>  |
|--|--|---|
| <b>A</b>   | No. de registros en el cuadrante: 3.<br>Área Promedio de Distribución: 1.749 ha.<br><b>4</b>   | Microendémica del Semidesierto Queretano.   |
| <b>B</b>   | Presenta especificidad de hábitat, está asociada al Matorral Micrófilo y requiere nodrizas. Su hábitat se encuentra altamente fragmentado y afectado por la erosión y la pérdida de la cubierta vegetal.<br><b>3</b>   | La condición general del hábitat para esta especie es muy limitante (Hernández-Oria et al., en prensa).   |
| <b>C</b>   | Las poblaciones son muy reducidas (menos de 50 individuos). Su producción de flores, frutos y semillas es muy baja y aparentemente el mayor reclutamiento se da por vía vegetativa, lo que puede conducir a la disminución de la variabilidad genética e incrementar su vulnerabilidad biológica (Hernández-Oria et al., en prensa).<br><b>3</b> | Todas las poblaciones conocidas de esta especie presentan condiciones demográficas y reproductivas similares, por lo tanto presentan la misma vulnerabilidad. |
| <b>D</b>   | El impacto es muy alto y se registraron los siguientes factores: desmontes para la agricultura, sobrepastoreo, extracción de leña y construcción de infraestructura urbana.<br><b>4</b>  | Esta condición es generalizada en todas las localidades conocidas.  |
| <b>Sumatoria: 14</b>                                   |  |   |
| <b>Categoría resultante: En peligro de extinción*.</b> |  |   |

\* Se ratifica su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

## *Ferocactus histrix* (DC.) G. E. Linds.

Biznaga, Guamishi;  
Biznaga-barril de acitrón en la NOM-059-SEMARNAT-2001.



### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTIVOS Y EL PROPÁGULO

**Flores** campanuladas, de 3.5 cm de longitud y 2.5 cm de diámetro, amarillas, pericarpelo con escamas amarillas, ciliadas, en transición con las escamas del tubo, que son más grandes, ciliadas y rojizas, con el margen amarillo; segmentos exteriores del perianto de 1.5 cm de longitud y de 4 mm de anchura, con el margen aserrado, amarillos con la franja media roja; segmentos interiores del perianto linear-oblongos, agudos, aserrados, extendidos, amarillos; estambres numerosos; filamentos de color verde amarillento claro; anteras pequeñas, amarillas; estilo de 15 mm de longitud; lóbulos del estigma 16, lineares, verdes. **Fruto** cortamente elipsoide, de 2-3 cm de largo por 2 cm de diámetro, blanco, de paredes delgadas, translúcidas en la madurez, delicuescente, comestible. **Semillas** pequeñas, de 1 mm de longitud, de color castaño oscuro (Bravo y Sánchez-Mejorada, 1991a; E. F. Anderson, 2001).

### FENOLOGÍA

**Periodo de floración:** El guamishi presenta una floración centralizada entre los meses de febrero y mayo, la cual es muy regular año con año, según nuestros propios registros obtenidos por casi 10 años.

**Periodo de fructificación:** Los frutos se pueden obtener desde marzo, concentrándose la producción en abril y mayo, y declinando en junio.

**Disponibilidad de semilla:** La semilla es abundante tanto en el campo (particularmente en las zonas más húmedas y en ejemplares grandes) como en condiciones de cultivo. Un ejemplar reproductivo de alrededor de 25-30 cm de diámetro puede producir al menos de 5-10 flores por temporada con hasta cerca de 100 semillas por fruto; los ejemplares toneliformes que habitan las cañadas protegidas producen considerablemente más propágulos, 910.27 en promedio (con una desviación estándar de 369.1), de acuerdo con los conteos efectuados en los frutos colectados para la introducción al cultivo. La producción de propágulos en invernaderos se puede estimular fácilmente mediante riegos y fertilización. El rompimiento de los frutos por la zona apical y la liberación del líquido azucarado de la pulpa, esparce las semillas que, luego, son movilizadas por hormigas (E. Sánchez, 2006, personal).

### SISTEMA DE PROPAGACIÓN EMPLEADO PARA LA INTRODUCCIÓN AL CULTIVO

Los frutos de *Ferocactus histrix* contienen gran cantidad de semilla y de pulpa; para su limpieza, pueden someterse a un proceso de licuado para separar la semilla, lo cual implica la pérdida de varias unidades. De otra manera, estas estructuras deben secarse durante

algunas semanas hasta obtener un fruto que se pulverice con un machacado suave para remover y apartar las semillas.

Los frutos se colectaron en los subcuadrantes El Chilar, Tequisquiapan y La Tortuga (ver apéndice). Las semillas fueron tratadas con hipoclorito de sodio comercial para su desinfección: 5 minutos en una solución al 25 % seguido de lavados con agua corriente. La siembra se hace superficialmente dentro de cámaras herméticas sobre un sustrato estéril con humedad al 100% y temperatura día/noche de 26/15° C. Durante un periodo de 15 días se obtienen germinaciones de alrededor del 90%. Hacia la octava semana, cuando la raíz y la plántula tienen ya un desarrollo suficiente, se transplantan a charolas de cavidades. La aplicación de fertilizantes de iniciación en esta fase es favorable para el óptimo desarrollo de la plántula y, desde el sexto mes, pueden ser transplantadas a maceta. El porcentaje de sobrevivencia, medido a los tres meses, es superior al 90%.

#### **SISTEMA ALTERNO DE PROPAGACIÓN**

La brotación lateral de esta cactácea puede estimularse, aunque es preferible emplear la abundante semilla que produce, evitando así lastimar el cuerpo de las plantas.

#### **RESULTADOS Y RECOMENDACIONES**

*Ferocactus histrix* es una especie cuyas espinas se desarrollan considerablemente, conviene entonces crecerla en macetas grandes. El lote obtenido es de 400 plantas en macetas de 1 galón y otras 400 en macetas de 3 pulgadas.

**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN LOCAL DE RIESGO  
(MER Regional)**

| <b>Criterios</b>  | <b>Condición local y valor asignado</b>  | <b>Validez regional o nacional</b>  |
|---|--|---|
| <b>A</b>  | No. de registros en el cuadrante: 27.<br>Área de Distribución Promedio: 79.2 ha.<br><br><b>3</b>   | Distribución asociada con la Sierra Madre Occidental y el extremo Norte del Eje Neovolcánico. Puede considerarse de distribución medianamente restringida.  |
| <b>B</b>  | Presenta afinidad por los sustratos volcánicos, que en el área forman un continuo de afloramientos relativamente resguardados, en los que existen las condiciones apropiadas para el desarrollo de la especie.<br><br><b>1</b>   | En toda el área de distribución existen zonas que presentan condiciones favorables para la presencia de la especie.   |
| <b>C</b>  | Especie de lento crecimiento que requiere la presencia de nodrizas, en el campo se observó una buena producción de flores, frutos y semillas. En todas las poblaciones se encontraron plántulas e individuos reproductivos y algunas de ellas presentan más de 500 individuos.<br><br><b>2</b>   | Existen algunos estudios ecológicos que no pertenecen al Cuadrante Tolimán, en los que se ha determinado o en los que se menciona que la especie presenta una buena condición demográfica, sin embargo se requiere determinar el estado global de la especie (Escobar y Huerta 1999 y Goettsch y H. M. Hernández 2006). |
| <b>D</b>  | El impacto es alto ya que el 85 % de las localidades están afectadas por la combinación de los siguientes factores: sobrepastoreo, extracción de leña, cosecha de frutos, cambio de uso de suelo y destrucción de ejemplares para alimentar al ganado. En algunas comunidades se emplea para la elaboración de acitrón y en algunos casos se comercializan los ejemplares de mayor tamaño.<br><br><b>4</b> | Es necesario evaluar su condición real y el grado de afectación al que se encuentran sometidas sus poblaciones.   |
| <b>Sumatoria: 10</b><br><b>Categoría resultante: Amenazada.</b> |  | <b>Categoría</b><br><b>NOM-059-SEMARNAT-2001</b><br><b>Sujeta a protección especial.</b>  |

## *Lophophora diffusa* (Croizat) Bravo .

Peyote, Peyote liso;  
Peyote queretano, según la Norma 059-SEMARNAT-2001.



### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTIVOS Y EL PROPÁGULO

**Flor** de 2.5 cm de longitud y 1.3 a 2.2 cm de diámetro, pericarpelo desnudo, verde; tubo receptacular blanco verdoso, con escamas de 2 a 6 mm de longitud, lanceoladas y acuminadas; segmentos exteriores del perianto de 6 a 10 mm de longitud y 1 a 2 mm de anchura, lanceolados, acuminados, con el margen entero, blancos con la línea media verde; segmentos interiores del perianto dispuestos en dos series, lineares, con el ápice más o menos redondeado, con el margen entero, de 10 mm longitud y 2 a 2.5 mm de anchura, de color blanco ligeramente rosado y a veces blanco amarillento; filamentos blancos; anteras amarillas; polen 0 a 6 colpado, de 26.1 a 48.5 micras de diámetro; estilo blanco, lóbulos del estigma 5, blancos. **Fruto** claviforme, de 15 a 20 mm de longitud y cerca de 8 mm de diámetro, de color rosa púrpúreo claro, moreno al madurar, desnudo. **Semillas** piriformes, de 1 a 1.5 mm de longitud, con testa tuberculada (Bravo y Sánchez-Mejorada, 1991a).

### FENOLOGÍA

**Periodo de floración:** Las especies de peyote florecen entre marzo y septiembre (E. F. Anderson, 2001). Plantas mantenidas en cultivo registraron floración sólo una ocasión (1995) entre 1992-2000; el fruto desarrollado en agosto de ese año no produjo semillas (E. Sánchez, 2006 personal).

**Periodo de fructificación:** Según E. F. Anderson (1996), el fruto se desarrolla lentamente, permaneciendo oculto por casi un año, entre la lana apical, para finalmente volverse protuberante, mediante un alargamiento rápido durante la maduración; no obstante, las observaciones de campo del presente trabajo permitieron monitorear la producción de frutos durante la temporada de 2006 y se observó que las flores que abrieron entre marzo y abril, produjeron frutos con semillas viables en mayo.

**Disponibilidad de semilla:** Las semillas son pocas y se localizan en la parte distal del fruto (E. F. Anderson, 1996; E. Sánchez, 2005, personal). Según Smith (2003), esta especie es autoestéril (un individuo no puede fecundarse con su propio polen; es decir, resulta incompatible). Todo lo anterior parece apuntar a un bajo potencial reproductivo por vía sexual o a ciertas dificultades para la regeneración por esta ruta.

### SISTEMA DE PROPAGACIÓN EMPLEADO PARA LA INTRODUCCIÓN AL CULTIVO

El origen de la semilla para la propagación de esta especie es silvestre. Se mantuvo un monitoreo sobre las poblaciones que crecen en los subcuadrantes de Vizarrón e Higuierillas (ver apéndice), de donde se colectaron los frutos destinados a la propagación y cuyo promedio de semillas fue de 30.04 por fruto,

con una desviación estándar de 11.18. La limpieza de las bayas es sencilla debido a que no guardan pulpa. El tratamiento de presiembrado consiste en la desinfestación, durante 5 minutos, con una dilución de hipoclorito de sodio comercial al 25% que posteriormente se lava con agua corriente. Después de que la semilla se seca, se siembra superficialmente sobre un sustrato estéril en charolas cerradas y limpias o desinfestadas con agua y cloro. Con una temperatura diurna/nocturna promedio de 26°/16° C y humedad relativa el 100 %, las semillas comienzan a emerger desde el cuarto hasta el día 20 aproximadamente, con un porcentaje de germinación de 47 %. Se trata de una plántula mediana que puede trasplantarse a charola de cavidades a la cuarta o quinta semana de desarrollo; el trasplante a maceta se ejecutará cuando adquiera poco más de un centímetro de diámetro. El riego debe ser controlado, e incluso, periodos cortos de desecación total son convenientes. El desarrollo puede verse favorecido con la aplicación de fertilizantes. El porcentaje de sobrevivencia es de 97 %, medido a los tres meses de desarrollo.

#### **SISTEMA ALTERNO DE PROPAGACIÓN**

La regeneración vegetativa parece tener importancia ya que se ha reportado una relación 5.63 rametos/geneto, en un estudio realizado en Higuierillas y Peña Blanca, Qro. (Álvarez-Hidalgo *et al.*, 1999). Utilizando esta ventaja, y ante la escasez de propágulos vegetativos, es posible proliferar plantas de esta especie, mediante la separación de ramas, con su posterior enraizamiento; subsecuentemente, se puede romper la dominancia apical de estos brotes y favorecer la brotación de las yemas de la base del tallo. El cultivo de tejidos es también un sistema de propagación que podría emplearse (E. Sánchez, 2006, personal).

#### **RESULTADOS Y RECOMENDACIONES**

El lote obtenido de esta especie conforma un grupo de 50 unidades que crece aún en charola de cavidades.

### EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN LOCAL DE RIESGO (MER Regional)

| Criterios  | Condición local y valor asignado  | Validez regional o nacional   |
|--|---|---|
| <b>A</b>   | No. de registros en el cuadrante: 4.<br>Área de Distribución Promedio: 1.056 ha.<br><b>4</b>  | Su distribución está restringida al Matorral Micrófilo de algunos valles de la Cuenca del Río Estórax.  |
| <b>B</b>   | Es una especie relacionada con el matorral de <i>Larrea tridentata</i> (gobernadora) y requiere para su establecimiento sitios planos o ligeramente ondulados y suelo profundo. La cobertura del matorral es homogénea y el hábitat se puede considerar propicio o poco limitante.<br><b>1</b>                                    | En general el hábitat es reducido y presenta fragmentación, por lo tanto debe conservarse.  |
| <b>C</b>   | Los tamaños poblacionales observados son variables, desde menos de 50 individuos, hasta 500. Se observó floración intensa y buena producción de semillas viables.<br><b>2</b>   | La especificidad de hábitat es una de sus características ecológicas más importantes y se conoce poco de su demografía. Debe profundizarse en su estudio. |
| <b>D</b>   | Las poblaciones registradas son cercanas a poblaciones humanas y los sitios favorables para la especie son aprovechados por los habitantes locales, tanto para la extracción de leña como para la ganadería extensiva. En algunos sitios se observaron los efectos del saqueo (plantas mutiladas de la parte apical).<br><b>4</b> | Es una especie con estatus en la Lista Roja de la IUCN (Vulnerable).  |
| <b>Sumatoria: 11</b><br><b>Categoría resultante: Amenazada*.</b> |   |   |

\* Coincide con su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2001.



## *Mammillaria crinita* DC. subsp. *painteri* (Rose ex Quehl) U. Guzmán

Biznaguita de chilitos, Biznaga;  
Biznaga de Painter en la NOM-059-SEMARNAT-2001.



### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTIVOS Y EL PROPÁGULO

La **floración** se presenta en corona cerca del ápice, muchas veces durando un largo periodo; flores ampliamente infundibuliformes, 14-17 mm de largo y ancho, blancas o crema. Pericarpelo redondeado, cerca de 2-3 mm de ancho, color verde a olivo. Cuello corto, estrecho, amarillo-verdoso a café. Segmentos exteriores del perianto escasos, lanceolados, margen entero, café con bordes blanquecinos. Segmentos interiores lanceolados, 6-7 mm de largo, 2 mm de ancho, enteros, blancos, en ocasiones con una franja media delicadamente matizada. Estilo 8-10 mm de largo, apenas sobrepasando las anteras, color blanco a amarillo claro. Estigmas 3-5, menos de 1 mm de largo, color amarillo a verdoso. Filamentos numerosos, delgados, insertos en las paredes del cuello 4-5 mm arriba de la cámara nectarial, unidos y arqueados, blancos. Anteras amarillo-blanquecinas. El **fruto** con forma de palillo a forma claviforme delgada, con los restos del perianto adheridos, blando carnoso, frágil, escarlata a carmín. **Semillas** negras, con forma de balón, 1 mm de largo y

casi lo mismo de ancho. Testa con amplias hendiduras. Hilo grande, basal, a veces con un pequeño arilo (Reppenhagen, 1991).

### FENOLOGÍA

**Periodo de floración:** Según Reppenhagen (1991) ocurre de mayo a agosto; de acuerdo con registros locales florece de fines de marzo a principios de julio (E. Sánchez, 2006, personal).

**Periodo de fructificación:** Fructifica irregularmente en los meses siguientes a la floración, madurando las bayas en 3 meses (E. Sánchez, 2006, personal). Otros datos mencionan que los frutos maduran 4-6 meses después de la floración (Reppenhagen, 1991). Evidentemente la maduración del fruto es un proceso dependiente de la temperatura que debe investigarse posteriormente (E. Sánchez, 2006, personal).

**Disponibilidad de semilla:** La disponibilidad de semillas, en condición silvestre es media, ya que puede generar hasta (5) 8-12 (20) frutos por rama y por el carácter cespitoso de las plantas adultas, los frutos totales por ramet llegan a ser de varias decenas. La producción de semillas por fruto es de 20 (-40) aproximadamente. Bajo condiciones de cultivo un ejemplar adulto llega a producir centenas (1-2) de frutos (E. Sánchez, 2006, personal).

### SISTEMA DE PROPAGACIÓN EMPLEADO PARA LA INTRODUCCIÓN AL CULTIVO

El propágulo para la introducción de esta especie al cultivo en el Jardín Botánico Regional de Cadereyta, fue colectado en el subcuadrante El Terrero, en una localidad constituida por un afloramiento de roca volcánica de origen cuaternario y Matorral Submontano,

*Mammillaria crinita subsp. painteri*

cuya composición florística es similar a la de los matorrales de este tipo que se encuentra en los alrededores de Tequiquiapan y San Juan del Río, los cuales constituyen el hábitat y la localidad tipo de esta especie.

Este lote de semillas fue complementado con semilla extraída de plantas de origen silvestre de las colecciones del Jardín Botánico Regional de Cadereyta. Los frutos (chilitos) se limpian manualmente eliminando el exceso de pulpa. Las semillas se lotifican y se desinfectan anegándolas en hipoclorito de sodio comercial al 25% durante unos minutos – de 5 a 10 minutos-. Se lava el exceso de cloro y después de secar, se siembran siguiendo el procedimiento habitual: dentro de charolas cerradas sobre un sustrato estéril y húmedo. A partir del séptimo día, a una temperatura media diurna/nocturna de 25°/14° C, aparecen las primeras germinaciones las cuales concluyen 15 días después. El porcentaje de germinación bajo este procedimiento es de un 93 % y el porcentaje de sobrevivencia, luego de tres meses, es también arriba del 90%. Se trata de plántulas pequeñas que deben trasplantarse a charola de cavidades hasta que alcancen una talla mínima de 0.5 cm de diámetro, esto ocurre aproximadamente dos o tres meses después de germinar. A partir de este momento el desarrollo es más rápido; a los 10 meses de edad, con 2-3 cm de diámetro, la biznaguita se encuentra ya floreciendo y es momento también de trasplantarla a maceta para logran un mejor desarrollo. El riego no debe ser excesivo, debe mantenerse una humedad continua, permitiendo periodos de secamiento total pues plantas con estas características son propensas a la pudrición.

**SISTEMA ALTERNO DE PROPAGACIÓN**

Otros mecanismos aplicables para la reproducción de esta cactácea incluyen la separación de ramas y su enraizamiento, lo cual ocurre de manera espontánea, sin la necesidad de aplicar hormonas, en un sustrato con

materia orgánica. Otra manera muy redituable de propagar esta especie, por su alto índice de proliferación, es la separación de – todos o algunos- tubérculos y su enraizamiento individual, preferentemente en un sustrato con buen espacio aéreo; en este caso los tubérculos se plantan en charolas de cavidades, en posición oblicua (45°), se espera la formación de raíces y la posterior brotación de las yemas axilares que regenerarán al individuo. La fertilización y los agentes estimulantes de la rizogénesis son favorables. Resulta importante el manejo apropiado de la humedad para no inducir pudriciones. Este método es también útil en casos graves de pudrición del parénquima central del tallo, dado que evita la pérdida de ejemplares (E. Sánchez, 2006, personal).

**RESULTADOS Y RECOMENDACIONES**

Se obtuvo un lote de 400 plantas que se desarrollan en maceta de 1 galón. Un lote de 100 plantas permanece en macetas de 3 pulgadas.

### EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN LOCAL DE RIESGO (MER Regional)

| <b>Criterios</b>  | <b>Condición local y valor asignado</b>   | <b>Validez regional o nacional</b>  |
|---|---|---|
| <b>A</b>  | No. de registros en el cuadrante: 3.<br>Área de Distribución Promedio: 2.145 ha.<br><b>4</b>  | Endémica de la parte central del estado de Querétaro.   |
| <b>B</b>  | Presenta especificidad de hábitat, se distribuye sobre el área limítrofe entre el Bosque Tropical Caducifolio y el Encinar Arbustivo, que en esta zona se encuentran deteriorados y fragmentados, pero que se conservan estables en extensos terrenos de propiedad privada dedicados a actividades ganaderas.<br><b>1</b>                   | Existen sitios con condiciones apropiadas para su establecimiento a lo largo de la confluencia de las provincias fisiográficas Mesa Central y Eje Neovolcánico en esta zona de Querétaro.   |
| <b>C</b>  | Las poblaciones registradas se encuentran dispersas y son muy reducidas en tamaño (menos de 50 individuos cada una), pero están conformadas por individuos saludables y reproductivos. Se observó que la floración no es escasa, sin embargo es necesario detallar su dinámica poblacional para definir su vulnerabilidad real.<br><b>2</b> | Es necesario profundizar en el conocimiento de su dinámica poblacional y de sus estrategias reproductivas, para definir su vulnerabilidad real. La taxonomía de esta entidad es confusa y debe esclarecerse para evaluar adecuadamente su identidad y, consecuentemente, su estado de conservación. |
| <b>D</b>  | En las áreas resguardadas las poblaciones no presentan impacto, pero en las áreas abiertas, se presenta extracción de leña, sobrepastoreo y la presencia de minas o bancos de materiales<br><b>2</b>  | Es muy probable que aún existan sitios con calidad adecuada para su establecimiento y conservación.   |
| <b>Sumatoria: 9</b>   |   |   |
| <b>Categoría resultante: Sujeta a protección especial*.</b> |   |   |

\* Se ratifica su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

## *Mammillaria decipiens* Scheidw. subsp. *camptotricha* (Dams)

Biznaga, Biznagueta, Nido de pájaro.



### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTIVOS Y EL PROPÁGULO

**Flor** infundibuliforme, de 13 mm de longitud; segmentos exteriores del perianto blanco verdosos, con la línea media verdosa, linear lanceolados, acuminados, con el margen finamente aserrado; segmentos interiores del perianto blancos, linear-lanceolados, agudos, con el margen casi entero, de 2 mm de anchura; filamentos blancos; anteras de color amarillo azufre, muy pequeñas; estilo blanco verdoso; lóbulos del estigma 4 a 6, amarillentos hasta blanco verdosos. **Fruto** de color rosa pálido hasta verdoso en el ápice, claviforme, delgado, de 20 mm de longitud y 4 mm de diámetro. **Semillas** de 0.8 mm de diámetro, encorvado-piriformes, con el hilo lateral cerca de la base; testa foveolada de color castaño claro (Bravo y Sánchez-Mejorada, 1991b).

### FENOLOGÍA

**Periodo de floración:** Reppenhagen (1991) registra el periodo entre septiembre y diciembre como la etapa natural de floración de esta cactácea. Los registros locales indican dos periodos de floración uno de marzo a mayo y,

el segundo, efectivamente, entre septiembre e inicios de diciembre; ocurriendo que con disponibilidad de agua la floración puede extenderse todo el año, con producción intermitente de flores, exceptuando sólo los meses de enero y febrero (E. Sánchez, 2006, personal).

**Periodo de fructificación:** La fructificación ocurre 3 a 4 meses después de la floración (Reppenhagen, 1991; E. Sánchez, 2006, personal).

**Disponibilidad de semilla:** La disponibilidad de semilla en condiciones de campo es sólo media ya que aunque la floración y fructificación son regulares, las plantas son escasas y el rendimiento depende de las limitantes ambientales. Cultivadas producen abundante semilla, con aproximadamente 20 a 30 propágulos por cada uno de los frutos, mismos que por su color y tamaño permanecen ocultos entre los tubérculos (E. Sánchez, 2006, personal).

### SISTEMA DE PROPAGACIÓN EMPLEADO PARA LA INTRODUCCIÓN AL CULTIVO

Esta especie se propagó a partir de semillas extraídas de ejemplares del subcuadrante El Chilar (ver apéndice). Conjuntamente, se integró también semilla de plantas de origen cultivado, procedente de los invernaderos del Jardín Botánico Regional de Cadereyta.

El fruto debe limpiarse de manera que se obtenga un lote de semilla pura. Éstas sencillamente se lavan con hipoclorito de sodio comercial al 25 % y después de secar, se siembran en charolas herméticas sobre un sustrato estéril. A una temperatura promedio día/noche de 27°/17° C, las plántulas emergen entre el quinto y el vigésimo día aproximadamente, con un porcentaje de germinación del 97%. A la cuarta o quinta semana, puede dis-

tinguirse la primera aréola, sin embargo el primer trasplante tiene que esperar un tanto más hasta que se alcance una talla manejable. Durante los primeros seis meses, es efectivo alternar riegos con fertilizante de iniciación para estimular la robustez de la planta. Al año, el lote puede pasar a la cámara III para continuar su desarrollo. El porcentaje de sobrevivencia aproxima el 99 % medido a los tres meses de crecimiento.

### **SISTEMA ALTERNO DE PROPAGACIÓN**

A pesar de que la propagación sexual de esta planta es muy viable, los métodos asexuales son también productivos. Se puede recurrir a la separación de brotes, dado el carácter cespitoso de las plantas, o incluso al enraizamiento de tubérculos individuales. Si se utilizan brotes es recomendable emplear aquellos cuyo diámetro sea menor de 2 cm, debido a que enraízan mejor; la producción de raíces es espontánea cuando los brotes se mantienen en un sustrato húmedo y bien aireado, incluso con mezclas que incluyan materia orgánica. Los tubérculos separados deben deshidratarse ligeramente y sembrarse en un sustrato poroso, un poco inclinados y asegurando que existan las condiciones para estimular la rizogénesis y el desarrollo posterior del brote que regenere el tallo completo (E. Sánchez, 2005, personal).

### **RESULTADOS Y RECOMENDACIONES**

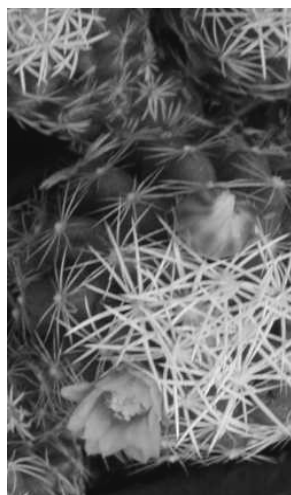
Un lote de 80 plantas cultivadas asexualmente crece en macetas de 1 galón. 600 unidades más, provenientes de semilla, se desarrollan en charolas de cavidades.

**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN LOCAL DE RIESGO  
(MER Regional)**

| <b>Criterios</b>  | <b>Condición local y valor asignado</b>  | <b>Validez regional o nacional</b>   |
|---|--|--|
| <b>A</b>  | No. de registros en el cuadrante: 3.<br>Área de Distribución Promedio: 1.32 ha.<br><b>4</b>  | Endémica del Semidesierto Queretano, presente en los estado de Querétaro y Guanajuato.   |
| <b>B</b>  | Asociada con afloramientos de roca volcánica y arenisca, del área de transición entre las provincias fisiográficas Mesa Central y Sierra Madre Oriental. Crece en sitios rocosos o escarpados, sobre laderas, por lo tanto su hábitat se encuentra relativamente resguardado y es favorable.<br><b>1</b>   | El área que presenta características óptimas para su desarrollo es extensa en la zona.   |
| <b>C</b>  | Las poblaciones observadas no son numerosas (menos de 50 individuos cada una) y en ellas no se observaron individuos juveniles. Siempre crece asociada a nodrizas o entre las rocas. Bajo cultivo produce flores, frutos y semillas viables de manera abundante, por lo que cabría esperar que tiene buen potencial reproductivo en estado silvestre. Es necesario evaluar su condición demográfica y reproductiva real.<br><b>2</b> | No se ha evaluado la condición ecológica de sus poblaciones a nivel regional.  |
| <b>D</b>  | El hábitat de esta especie se encuentra relativamente resguardado de las actividades humanas y el ganado, no obstante dos de las tres poblaciones se encuentran muy cerca de comunidades rurales que impactan el área con la extracción de leña, actividad que podría afectar la densidad de nodrizas de esta especie.<br><b>2</b>   | El Semidesierto Queretano se encuentra altamente poblado y no se ha evaluado el efecto directo del hombre sobre las áreas de distribución de esta especie. |
| <b>Sumatoria: 9<br/>Categoría resultante:<br/>Sujeta a Protección especial.</b> |  | <b>Categoría<br/>NOM-059-SEMARNAT-2001:<br/>Sin estatus.</b>   |

## *Mammillaria gracilis* Pfeiff.

Biznaga o Biznaguita.



### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTIVOS Y EL PROPÁGULO

**Flores** infundibuliformes, de 12 mm de longitud; segmentos exteriores del perianto anchamente lanceolados con el ápice obtuso y el margen casi entero, de color amarillo claro, con la línea media de color rojo claro; segmentos interiores del perianto oblongos, obtusos, con el margen casi entero, de color amarillo claro y la línea media de color castaño; filamentos de color amarillo pálido; anteras amarillas; estilo amarillo pálido; lóbulos del estigma 4, amarillo verdoso. **Fruto** claviforme, rojo, con pocas semillas. **Semillas** encorvado-piriformes; hilo lateral, pequeño; testa finamente foveolada, negra (Bravo y Sánchez-Mejorada, 1991b).

### FENOLOGÍA

**Periodo de floración:** Reppenhagen (1991) señala que la floración ocurre entre marzo y mayo. Cultivada en invernaderos esta planta florece abundantemente casi todo el año, intensificando la producción en los meses de

febrero a junio (Scheinvar, 2004; E. Sánchez, 2006, personal).

**Periodo de fructificación:** Los frutos maduran aproximadamente 3 meses después de la floración (Reppenhagen, 1991). Cultivadas las plantas producen frutos todo el año (E. Sánchez, 2006, personal).

**Disponibilidad de semilla:** Es posible disponer de abundantes propágulos sexuales cuando las plantas se cultivan, dado que éstas producen decenas de frutos con al menos 20 semillas por fruto, notables por su color negro. En la zona las poblaciones son escasas y por ello la disponibilidad de semilla no es muy abundante. Es de destacarse que el recurso de la propagación por vía seminal es secundario, en comparación con la reproducción vegetativa, dado el carácter prolífico de esta cactácea (E. Sánchez, 2006, personal).

### SISTEMA DE PROPAGACIÓN EMPLEADO PARA LA INTRODUCCIÓN AL CULTIVO

La propagación de esta especie germinando su semilla es sencilla. Esta práctica se hizo con un grupo reducido de propágulos provenientes de especímenes cultivados en el Jardín Botánico Regional de Cadereyta. La separación de la semilla se hace manualmente eliminando la pulpa y los residuos del fruto. La semilla se desinfecta con hipoclorito de sodio comercial al 25 %, se mantiene en esta solución de 5 a 10 minutos, se lava con agua corriente y posteriormente se siembra esparcida sobre un sustrato estéril dentro de cámaras húmedas. A una temperatura promedio de 25°/16° C (día/noche), se obtuvo un porcentaje de germinación por arriba del 80 %. El trasplante a la cámara II procede hasta la quinta o sexta semana de desarrollo y es fa-

vorable estimularlas aplicando fertilizantes ricos en fósforo. Doce meses después, e incluso un par más, la plantita obtiene la talla suficiente para trasplantarse a maceta. El porcentaje de sobrevivencia rebasa el 80 %, medido a los tres meses; sin embargo, la introducción al cultivo de *Mammillaria gracilis* es significativamente más plausible mediante la vía asexual (10 brotes en promedio, en plantas de 3- 4 cm de alto, cada dos meses), método se describe en el siguiente apartado.

### **SISTEMA ALTERNO DE PROPAGACIÓN**

Sin duda el carácter prolífico de esta especie de *Cactaceae* que brota abundante y repetidamente de las axilas de los tubérculos, hace de la reproducción por la vía asexual la forma más conveniente y sencilla de propagación. Los frágiles brotes pueden separarse y enraizarse, con o sin a ayuda de un enraizador comercial, en un medio con peat moss (turba esfagnácea) mantenido húmedo constantemente. Una pequeña incisión en la base desnuda del brote puede acelerar la generación de raíces al provocar una respuesta de herida (wounding response) que induce la producción de nuevas raicillas (E. Sánchez, 2006, personal).

### **RESULTADOS Y RECOMENDACIONES**

El lote introducido al cultivo, 150 unidades, se conforma básicamente de ejemplares provenientes de la reproducción asexual, éste se desarrolla en macetas de 1 galón. Un grupo de 50 plantitas resultante de las semillas germinadas se mantiene en la cámara II.



### EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN LOCAL DE RIESGO (MER Regional)

| Criterios   | Condición local y valor asignado  | Validez regional o nacional   |
|---|---|---|
| <b>A</b>  | No. de registros por cuadrante: 2.<br>Área de Distribución Promedio: 1.122 ha.<br><b>4</b>  | Endémica del Semidesierto Queretano Hidalguense.  |
| <b>B</b>  | Los Bosques de Encino, Pino y Abies constituyen el hábitat de esta Mammillaria, la cual se establece sobre la cubierta de musgo que cubre el suelo o las rocas, bajo el dosel o a cielo abierto, pero siempre resguardada por la pedregosidad del suelo. Las características del hábitat son favorables para su desarrollo, sin embargo la pérdida de suelo por erosión podría llegar a ser un factor limitante para la disponibilidad de nichos.<br><b>1</b> | En la zona existe una superficie importante de bosques en los que podrían existir condiciones favorables para el establecimiento de la especie. |
| <b>C</b>  | Se trata de una especie con una buena capacidad reproductiva y en el campo se encuentra formando colonias y parches relativamente abundantes. Se observó abundante producción de flores, y las poblaciones cuentan con individuos adultos y juveniles.<br><b>1</b>  | No se ha estudiado su condición ecológica global.   |
| <b>D</b>  | La tala del bosque para la producción de madera y leña, así como las excavaciones para la obtención de mármol, son los principales factores de impacto sobre el hábitat de esta especie.<br><b>3</b>  | Los bosques de esta zona se encuentran fragmentados y presentan deterioro pero su extensión es considerable.                                    |
| <b>Sumatoria: 9</b><br><b>Categoría resultante:</b><br><b>Sujeta a protección especial.</b> |   | Categoría<br>NOM-059-SEMARNAT-2001:<br>Sin estatus.   |

## *Mammillaria longimamma* DC.

Biznaga, Biznagueta, Chichis de yegua;  
Biznaga de dedos largos en la NOM-059-SEMARNAT-2001.



### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTIVOS Y EL PROPÁGULO

**Flor** infundibuliforme de 4 a 6 cm de longitud y diámetro; pericarpelo ovoide, desnudo, verdoso; receptáculo cilíndrico en la porción inferior e infundibuliforme en la superior, también desnudo y verdoso; segmentos exteriores del perianto lanceolados hasta espatulados agudos, verdosos hasta castaño amarillentos con la línea media de color castaño; segmentos interiores del perianto lanceolados, agudos, de color amarillo canario; filamentos y anteras amarillos; estilo verde amarillento; lóbulos del estigma 4 ó 5 y a veces 8, amarillentos. **Fruto** oblongo hasta elipsoide, de 10 a 12 mm de longitud, desnudo, de color verde amarillento, verde rojizo o hasta rojo (sólo en frutos viejos). **Semillas** ovoides, de 1 mm de longitud; testa gruesamente foveolada, de color castaño oscuro hasta negro; hilo grande, subbasal; micrópilo fuera pero cerca del hilo (Bravo y Sánchez-Mejorada, 1991a; E. F. Anderson, 2001).

### FENOLOGÍA

**Periodo de floración:** A partir de registros propios sabemos que la floración de esta especie se concentra en los meses de abril y mayo, extendiéndose ocasionalmente hasta junio (E. Sánchez, 2006, personal). R. Ortega V. (2004) registra la floración en abril y mayo, aunque también entre julio y septiembre. Este autor señala que una planta produce normalmente de 3 a 5 flores (ejemplares excepcionales hasta 30); éstas abren entre las 9:00-10:00 h hasta las 16:00 h, en días soleados. Las plantas florecen solamente en una de las dos temporadas.

**Periodo de fructificación:** La producción de frutos la tenemos referida a octubre y noviembre, principalmente (E. Sánchez, 2006, personal). R. Ortega V. (2004) anota producción de bayas entre julio y noviembre, con un segundo periodo entre enero y febrero.

**Disponibilidad de semilla:** El propágulo sexual de esta planta puede considerarse de medio a alto, ya que tanto en condiciones de campo como en cultivo las bayas producen varios cientos de semillas (1-3) (R. Ortega V., 2004; E. Sánchez, 2006, personal).

### SISTEMA DE PROPAGACIÓN EMPLEADO PARA LA INTRODUCCIÓN AL CULTIVO

Semilla existente el Jardín Botánico Regional de Cadereyta, tomada de plantas de origen silvestre y sus derivadas cultivadas, se empleó para la introducción al cultivo de esta especie. Los frutos se limpiaron eliminando completamente la pulpa. Un lote de semilla fue sometido al tratamiento de desinfestación con hipoclorito de sodio comercial y otro se escarificó; en el primero, al cabo de 25 días, la germinación fue del 38% y en el segundo,

con un tiempo de permanencia en el ácido sulfúrico de tres minutos, brotaron, desde el tercer día hasta el décimo, el 82 % de las semillas. Las condiciones de temperatura promedio (día/noche) variaron, para ambos lotes, entre los 28° y 16° C. Antes de ser sembrada, la semilla debe lavarse repetidamente para quitar los restos de hipoclorito de sodio o de ácido sulfúrico. Se recomienda dejar que éstas sequen totalmente a fin de facilitar su manejo durante la siembra, la cual se hace sobre un sustrato estéril y húmedo dentro de charolas plásticas bien cerradas para conservar la humedad al 100%. A partir del segundo mes las plántulas pueden pasar a la cámara II. Diez meses después, aproximadamente, es oportuno el trasplante a la cámara III. El desarrollo se verá favorecido al aplicar un programa de fertilización. La sobrevivencia se mantiene en un porcentaje superior al 90 %, evaluada después de tres meses de crecimiento.

#### **SISTEMA ALTERNO DE PROPAGACIÓN**

La separación de brotes puede ser un mecanismo adicional para la reproducción asexual de este cactus. Los brotes, sin embargo, no son muy abundantes y, por su tamaño y adhesión al tallo principal, son de difícil separación; incluso algunos de ellos tienen continuidad estructural con el sistema radicular principal, por lo que la división implica un posible daño severo al organismo. Todo esto, vuelve impráctico el método. Los tubérculos individuales, en cambio, pueden separarse y enraizarse con cierta facilidad; son preferibles los tubérculos de la parte baja que empiezan a senecer y resultan menos turgentes. También es posible emplear tubérculos más jóvenes, ayudando el proceso con un periodo de suberización, aunque sin eliminar los beneficios de la respuesta fisiológica causada por la herida. El sustrato de enraizamiento debe ser poroso y el manejo del agua cuidadoso (E. Sánchez, 2006, *personal*).

#### **RESULTADOS Y RECOMENDACIONES**

El lote resultante básicamente crece en charolas de cavidades – 600 unidades- y un grupo de 5 plantas se desarrolla en maceta de 4 pulgadas.

**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN LOCAL DE RIESGO  
(MER Regional)**

| <b>Criterios</b>   | <b>Condición local y valor asignado</b>  | <b>Validez regional o nacional</b>   |
|--|--|--|
| <b>A</b>   | No. de registros en el cuadrante: 10.<br>Área Promedio de Distribución 31. 064 ha.<br><b>4</b>   | Endémica de la Zona Árida Queretano Hidalguense, presente en los estados de San Luis Potosí, Guanajuato, Hidalgo y Querétaro.  |
| <b>B</b>   | En la zona existen sitios que presentan las características que requiere la especie para su desarrollo, éstos se encuentran a lo largo de afloramientos volcánicos y de arenisca.<br><b>2</b>  | Existen sitios apropiados para la especie en toda su área de distribución.   |
| <b>C</b>   | Presenta especificidad de hábitat, produce flores y semillas de manera adecuada y sus poblaciones no son numerosas. Se desconocen su dinámica poblacional y su biología reproductiva.<br><b>2</b>  | No se ha estudiado su condición ecológica en toda el área de distribución, es necesario contar con una mayor cantidad de datos que definan su vulnerabilidad regional.   |
| <b>D</b>   | Las poblaciones que se distribuyen en sitios de pendiente moderada son las más afectadas por la destrucción del dosel, el pisoteo del suelo por el ganado y la apertura de caminos o parcelas. Las poblaciones que se ubican en los sitios escarpados se encuentran resguardadas por el relieve.<br><b>3</b> | La condición general de las poblaciones de la región es similar a la encontrada en el Cuadrante Tolimán. Algunas poblaciones se ubican en sitios de reserva como Real Guadalcázar en San Luis Potosí, Sierra Gorda en Querétaro y Metztlán en Hidalgo. |
| <b>Sumatoria: 11</b><br><b>Categoría resultante: Amenazada*.</b> |  |  |

\* Coincide con su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

## *Mammillaria microhelia* Werderm.

Biznaga de chilitos;  
Biznaga del sol pequeño, en la NOM-059-SEMARNAT-2001.



### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTIVOS Y EL PROPÁGULO

**Flor** infundibuliforme-campanulada, de 10 a 16 mm de longitud y diámetro; segmentos exteriores del perianto lanceolados, acuminados, con el margen entero o aserrado, verdosos, al menos en la base; segmentos interiores del perianto acuminados, generalmente enteros, de color blanco, crema, amarillo verdoso pálido o violáceos; filamentos blancos, blanquecinos o amarillo pálido; anteras de color desde amarillo pálido hasta anaranjado; lóbulos del estigma de 4 a 6, de color amarillo desde amarillo verdoso hasta verde pálido. **Fruto** claviforme, de 11 a 20 cm de longitud por 4 a 6 mm de diámetro, de color blanquecino, amarillento, verdoso a veces rosado. **Semillas** piriformes, de casi 1 mm de longitud, foveolado-reticuladas, de color castaño, a veces con matices dorados, brillantes (Bravo y Sánchez-Mejorada, 1991b),

### FENOLOGÍA

**Periodo de floración:** La literatura consigna los meses entre febrero y marzo

(Reppenhagen, 1991), aunque es posible que la producción de flores ocurra desde fines de enero y hasta abril, según observaciones realizadas *in situ*.

**Periodo de fructificación:** Reppenhagen (1991) cita que la producción de frutos se da entre 6 a 8 meses después de la floración; según nuestros registros la fructificación ocurre entre mayo y agosto apenas 3 a 4 meses después de la producción de flores.

**Disponibilidad de semilla:** En condiciones de campo es escasa, limitándose a pocos frutos por planta, los cuales generalmente rinden 20 ó menos semillas por fruto; en cultivo las semillas pueden hacerse abundantes con varias series de frutos cada año, los cuales pueden tener entre 20-50 semillas por fruto, especialmente si la nutrición es óptima en fósforo.

### SISTEMA DE PROPAGACIÓN EMPLEADO PARA LA INTRODUCCIÓN AL CULTIVO

La disponibilidad y la calidad de la semilla de esta especie para la propagación, fueron buenas. Ésta se colectó de ejemplares de origen silvestre del subcuadrante La Purísima (ver apéndice) y se ingresó también un lote proveniente de plantas cultivadas en el Jardín Botánico. La limpieza se hace eliminando la pulpa del fruto o, alternativamente puede dejarse que la baya se seque completamente y entonces desmoronarla suavemente, para que las semillas se separen íntegras y libres de restos del fruto. Para su introducción al cultivo se requiere sólo de un tratamiento de desinfección con hipoclorito de sodio comercial: las semillas se sumergen por 5 ó 6 minutos en una solución al 25 %, se lavan con agua simple y se siembran en charolas plásticas limpias, sobre un sustrato estéril y húmedo.

*Mammillaria microhelia*

A temperatura promedio día/noche de 28°/17° C, las plántulas brotan paulatinamente a partir del quinto día. El porcentaje de germinación en estas condiciones alcanzó el 82 % aproximadamente.

Cuando las plántulas alcanzan una talla manejable para el trasplante pueden ser llevadas a la cámara II, esto es al tercer o cuarto mes de desarrollo. La aplicación de fertilizantes de iniciación durante esta etapa acelera el crecimiento y al cabo de doce meses deben llevarse a maceta para favorecer su desarrollo. La sobrevivencia se mantuvo en un porcentaje superior al 90%, medida a los tres meses de crecimiento.

**SISTEMA ALTERNO DE PROPAGACIÓN**

Aún cuando la reproducción por semillas es la más viable, las técnicas asexuales pueden intentarse. Dado que esta cactácea produce brotes laterales sólo mediante forzamiento o daño apical, recomendamos aplicar técnicas *in vitro*. El ITESM-Campus Querétaro (2002) desarrolló una técnica exitosa para esta especie que se sintetiza así: Desinfestación de semillas con hipoclorito comercial al 10% adicionado con jabón líquido, agitación por 23 minutos y 3 enjuagues con agua destilada. Inducción mediante siembra aséptica de semillas en medio básico de Murashige y Skoog (MS) a la mitad de su concentración (MS/2), adicionado con 15 g L<sup>-1</sup> de carbón activado. Proliferación en medio MS con 1.0 mg L<sup>-1</sup> de Bencilaminopurina. Enraizamiento en MS/2 con 2.0 mg L<sup>-1</sup> de Ácido Indolbutírico más 0.3 mg L<sup>-1</sup> de Ácido Naftalenacético. Adaptación al suelo en sustrato con peat moss (turba canadiense).

**RESULTADOS Y RECOMENDACIONES**

Se obtuvo un lote de 300 plántulas de *Mammillaria microhelia* que se desarrolla en ma-

cetas de 1 galón, 150 unidades más crecen en macetas de 3 pulgadas.

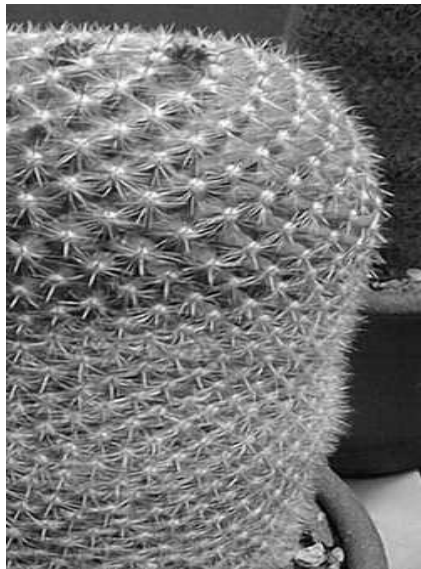
**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN LOCAL DE RIESGO  
(MER Regional)**

| <b>Criterios</b>   | <b>Condición local y valor asignado</b>   | <b>Validez regional o nacional</b>  |
|--|---|---|
| <b>A</b>   | No. de registros en el cuadrante: 1.<br>Área de Distribución Promedio: 0.154 ha.<br><b>4</b>  | Microendémica (Querétaro-Guanajuato).<br>Distribución muy restringida.  |
| <b>B</b>   | Especie asociada con el Matorral Submontano y el Encinar Arbustivo. Presenta especificidad de hábitat y requiere nodrizas para su establecimiento. En el Cuadrante Tolimán existen sitios potenciales para su distribución.<br><b>1</b> | Regionalmente se distribuye en la Sierra El Zamorano y serranías menores que aun no han sido exploradas con detalle.  |
| <b>C</b>   | Población de tamaño reducido, (menos de 50 individuos) con presencia de adultos reproductivos y juveniles. Se registró la producción de flores, frutos y semillas.<br><b>1</b>  | La condición general de las poblaciones es incierta. Es necesario estudiarla.   |
| <b>D</b>   | El impacto humano es muy bajo ya que se encuentra en los terrenos de una ganadería particular, sobre un acantilado.<br><b>2</b>   | Actividades que causan impacto: extracción de leña y musgo, cosecha de frutos y extracción de individuos para comercialización. Existen sitios de probable distribución resguardados por la morfología de los terrenos. |
| <b>Sumatoria: 8</b><br><b>Categoría resultante: Sujeta a protección especial*.</b> |   |   |

\* Coincide con su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

## *Mammillaria muehlenpfordtii* C. F. Först.

Biznaguita de chilitos.



### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTIVOS Y EL PROPÁGULO

**Flor** infundibuliforme de 15mm de longitud y 10mm de diámetro, brotando cerca del ápice; segmentos exteriores del perianto lanceolados, agudos con el margen ciliado, de color verde en la base, y arriba rosado amarillento pálido en los bordes, con la franja media de color castaño; segmentos interiores del perianto lanceolados, agudos, enteros, de color rojo púrpura, con la línea media más oscura; filamentos blancos, con tintes rosados hacia arriba; anteras amarillo verdosas; estilo verde muy pálido hacia la base rosado arriba; lóbulos del estigma 5 ó 6, rojizos. **Fruto** delgadamente claviforme, de 20 mm de longitud, rojo, conservando adheridos los restos secos del perianto. **Semillas** encorvado-piriformes, con el hilo lateral cerca de la base; testa finamente rugosa, de color castaño (Bravo y Sánchez-Mejorada, 1991b).

### FENOLOGÍA

**Periodo de floración:** Florece amplia e intermitentemente durante el año, concentrándose entre mayo y enero. Las flores se producen en corona cerca del ápice (E. Sánchez, 2006, personal). Reppenhagen (1992) registra la floración sólo entre mayo y septiembre.

**Periodo de fructificación:** Produce frutos también de manera continua durante todo el año, sin establecer un patrón específico, según se deduce en los casi 10 años en que se realizaron registros de la fenología de esta cactácea en la colección del ITESM-Campus Querétaro (E. Sánchez, 2006, personal). Reppenhagen (1992) sostiene que, según sus observaciones, los frutos maduran entre 6 a 8 meses después de la floración.

**Disponibilidad de semilla:** En condiciones de campo la disponibilidad de semillas es media; en cultivo se puede inducir una fuerte producción de semilla manteniendo plantas vigorosas y bien nutridas. Una planta puede producir más de 50 frutos por año, cada uno con entre 20 a 40 semillas. Debido a que la baya no es dehiscente y a que persiste ya seca en las axilas de los tubérculos, es posible extraer las semillas del cuerpo de la planta, aún si no se colectan en estado fresco (E. Sánchez, 2006, personal).

### SISTEMA DE PROPAGACIÓN EMPLEADO PARA LA INTRODUCCIÓN AL CULTIVO

La semilla se colectó en el subcuadrante Bernal (ver apéndice), adicionalmente se ingresó un grupo que se extrajo de plantas de origen cultivado, del Jardín Botánico Regional de Cadereyta. Su propagación es fácil mediante la vía sexual. Los frutos deben secarse o eli-



*Mammillaria muehlenpfordtii*

minárseles la pulpa manualmente para obtener un lote limpio; aunque la semilla es abundante, casi el 40% se presenta con defectos de viabilidad (vgr.: semillas vanas, reducidas). La desinfestación se hace sumergiendo las semillas en una solución de hipoclorito de sodio comercial al 25 %, después de 5 a 10 minutos se lavan con agua corriente. Se siembran esparcidas dentro de cámaras húmedas sobre un sustrato estéril. A una temperatura promedio diurna/nocturna de 27°/17° C, las semillas germinan en un 95 % durante un periodo de ocho días. Cuando la plantulita alcanza 0.5 cm de diámetro se transplanta a charola de cavidades; su crecimiento puede estimularse aplicando fertilizantes enraizadores (con auxinas) y/o fertilizantes de iniciación. Al décimo mes el trasplante a maceta es conveniente y se recomienda continuar con un programa de fertilización para inducir un mejor crecimiento. A los tres meses los porcentajes de sobrevivencia se encuentran cercanos al 90%.

**SISTEMA ALTERNO DE PROPAGACIÓN**

Está cactácea no produce naturalmente brotes, razón por la que los métodos vegetativos no son conducentes. El ITESM-Campus Querétaro (2002) produjo la siguiente técnica para el cultivo *in vitro* de esta *Mammillaria*: Desinfestación con hipoclorito de sodio al 10% y 0.5% de jabón líquido; agitación por 20 minutos y luego 3 enjuagues con agua destilada. Las semillas se implantan en condición aséptica usando un medio de Murashige y Skoog con la mitad de la concentración de sus nutrientes (MS/2) y con base de carbón activado (1.5 g L<sup>-1</sup>). Los brotes se proliferan en medio básico de Murashige y Skoog con 1.5 mg L<sup>-1</sup> de Bencilaminopurina y 0.3 mg L<sup>-1</sup> de Ácido Naftalenacético. La fase de enraizamiento en el frasco se favorece sembrando las plantitas en medio MS/2 con 2.0 mg L<sup>-1</sup> de Ácido Indolbutírico más 0.3 mg L<sup>-1</sup> de Ácido Naftalenacético. La exvitricación se hace en

peat moss.

**RESULTADOS Y RECOMENDACIONES**

A partir del segundo trasplante, el desarrollo de esta especie es rápido; un lote de 300 unidades se desarrolla en la cámara III en macetas de 1 galón. 200 plantitas más crecen charolas de cavidades.

**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN LOCAL DE RIESGO  
(MER Regional)**

| <b>Criterios</b>  | <b>Condición local y valor asignado</b>  | <b>Validez regional o nacional</b>  |
|---|--|---|
| <b>A</b>  | No. de registros en el cuadrante: 1.<br>Área de Distribución Promedio: 0.294 ha.<br><br><b>4</b>   | Su distribución se restringe a las áreas montañosas volcánicas de los estados de San Luis Potosí, Guanajuato y Querétaro, por lo tanto a nivel nacional se considera de distribución muy restringida. |
| <b>B</b>  | Esta especie se asocia con el Matorral Submontano y su área de confluencia con el Encinar Arbustivo, en la provincia fisiográfica Mesa del Centro. En este sitio las cañadas presentan una cubierta vegetal y edáfica homogénea, que en conjunto con el sustrato rocoso permiten la existencia de nichos apropiados para el establecimiento de la especie.<br><br><b>1</b>   | Existen sitios favorables para su establecimiento en las mesetas y volcanes de roca riolítica de los tres estados.  |
| <b>C</b>  | La población registrada está conformada por menos de cincuenta individuos (alta vulnerabilidad local) y en ella no se observó la presencia de individuos juveniles o plántulas.<br><br><b>1</b>  | La ecología de sus poblaciones no ha sido estudiada, se requiere estudiarla.  |
| <b>D</b>  | La localidad registrada es propiedad ejidal y el acceso es relativamente restringido, sin embargo los propietarios hacen uso de la vegetación para la extracción de leña y el mantenimiento de ganado, lo que a mediano plazo podría alterar las condiciones que la especie requiere para su desarrollo. En temporada navideña llega a ser comercializada en los mercados de la Ciudad de Querétaro.<br><br><b>2</b> | Los factores de afectación local operan también a nivel regional.   |
| <b>Sumatoria: 8</b><br><b>Categoría resultante:</b><br><b>Sujeta a protección especial.</b> |  | <b>Categoría</b><br><b>NOM-059-SEMARNAT-2001:</b><br><b>Sin estatus.</b>  |

## *Mammillaria parkinsonii* C. Ehrenb.

Biznaga, Biznagueta, Biznaga de chilitos, Biznaga blanca; Biznaga de San Onofre en la NOM-059-SEMARNAT-2001.



### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTIVOS Y EL PROPÁGULO

**Flores** infundibuliformes, de 12 a 15 mm de longitud; segmentos exteriores del perianto lanceolados, con el ápice agudo y el margen finamente ciliado, con el borde de color rosa muy pálido y la franja media de color castaño rosado; segmentos interiores del perianto lanceolados, con el ápice desde agudo hasta apiculado y el margen entero, de color crema y la línea media de color castaño amarillento rosado; filamentos blancos hacia la base y pálido rosados hacia arriba; anteras de color crema muy pálido; estilo rosado pálido; lóbulos del estigma 5, de 1 mm de longitud, desde color rosa pálido hasta castaño amarillentos, sobrepasando a las anteras por 1 a 2 mm. **Fruto** claviforme, de 10mm de longitud, de color rojo escarlata, conservando adheridos los restos secos del perianto. **Semillas** piriiformes, de 1.6 mm de longitud por 0.8 mm de diámetro, con el hilo lateral exserto; testa lisa, de color castaño claro (Bravo y Sánchez-Mejorada, 1991b).

### FENOLOGÍA

**Periodo de floración:** la especie florece principalmente de febrero a abril (E. Sánchez, 2006, personal). R. Ortega V. (2004) establece que la floración ocurre de fines de marzo a mayo, produciéndose alrededor de 30 flores por individuo.

**Periodo de fructificación:** la fructificación es primordialmente en mayo y junio (E. Sánchez, 2006, personal). R. Ortega V. (2004) menciona que la fructificación transcurre de fines de abril hasta junio, con la maduración de sólo 8 a 10 frutos. Las plantas cultivadas producen varias decenas de frutos (E. Sánchez, 2006, personal).

**Disponibilidad de semilla:** En condiciones de campo la producción de semillas no es abundante, de acuerdo con R. Ortega V. (2004), cada fruto contiene 33 semillas en promedio, y de acuerdo con el conteo en los frutos colectados para la introducción al cultivo, el promedio es de 28.41 semillas por fruto, con una desviación estándar de 18.38. Bajo cultivo en cambio el número de frutos y semillas es notablemente mayor, algunos frutos pueden tener 40 semillas o más (E. Sánchez, 2006, personal).

### SISTEMA DE PROPAGACIÓN EMPLEADO PARA LA INTRODUCCIÓN AL CULTIVO

El origen de la semilla para el cultivo de esta especie es silvestre y fue colectada en los subcuadrantes Higuierillas, Los Juárez y Panales (ver apéndice). Los frutos se limpiaron manualmente eliminando la pulpa y las semillas colapsadas o vanas. El lote seleccionado se trató con hipoclorito de sodio comercial al 25 % por 5-10 minutos. Después de enjuagarlas

*Mammillaria parkinsonii*

para eliminar el exceso de la solución, se secan a temperatura ambiente y, a continuación, se siembran esparcidas sobre un sustrato estéril y húmedo dentro de charolas herméticas. Durante los siguientes 15 días las plántulas emergen en un porcentaje próximo al 80 %, manteniendo una temperatura promedio día/noche de 25°/16° C. Se trata de plantulitas pequeñas que no pueden ser trasplantadas hasta que alcanzan una talla manual, poco superior a los 0.5cm de diámetro. Al año de edad aproximadamente, adquieren una dimensión suficiente para continuar su crecimiento en la cámara III. El desarrollo puede ser estimulado con aplicaciones periódicas de fertilizantes. Bajo este procedimiento, se logra un porcentaje de sobrevivencia, después de tres meses, superior al 80%.

**SISTEMA ALTERNO DE PROPAGACIÓN**

Esta *Mammillaria* es de carácter cespitoso y se divide mediante ramificación dicotómica, esta característica puede aprovecharse para multiplicarla mediante separación y enraizamiento de los tallos. No obstante es preferible proceder mediante métodos sexuales en los que se emplea como propágulo la semilla.

**RESULTADOS Y RECOMENDACIONES**

El lote resultante es de 200 unidades, éstas crecen en la cámara III en macetas de 1 galón. Un lote más de semilla se germinó y permanece aún en la cámara I.

**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN LOCAL DE RIESGO  
(MER Regional)**

| <b>Criterios</b>                      | <b>Condición local y valor asignado</b>  | <b>Validez regional o nacional</b>   |
|---------------------------------------|--|--|
| <b>A</b>                              | No. de registros en el cuadrante: 15.<br>Área de Distribución Promedio: 22.11 ha.<br><b>4</b>  | Endémica del Semidesierto Queretano Hidalguense.   |
| <b>B</b>                              | Ocupa sitios diversos en cuanto a tipo de suelo, pendiente y exposición, pero siempre asociada con los matorrales Crasicaulle, Micrófilo y Rosetófilo, que en la región ocupan un área continua y relativamente extensa en el Semidesierto Queretano.<br><b>1</b>  | Se distribuye en las zonas de mayor aridez de los estados de Querétaro, Hidalgo y Guanajuato, principalmente en las cuencas de los ríos Estórax y Moctezuma. |
| <b>C</b>                              | Las poblaciones de la zona presentan tamaños variables (entre 50 y 500 individuos) y buena capacidad de producción de flores, frutos y semillas. Las poblaciones presentan individuos en todas las categorías de edad.<br><b>2</b>   | La dinámica ecológica de sus poblaciones no ha sido estudiada y debe abordarse para conocer su condición real en toda el área de distribución.               |
| <b>D</b>                              | Algunas de sus poblaciones ocupan sitios que han sido destinados a la agricultura o que sirven como potreros; no obstante, existen algunas poblaciones relativamente resguardadas donde dichas actividades no se presentan con intensidad, pero es una de las especies que resultó afectada por la construcción de la presa hidroeléctrica de Zimapán.<br><b>2</b> | Es necesario evaluar la condición del hábitat en toda su área de distribución para definir estrategias de conservación de amplio alcance.                    |
| <b>Sumatoria: 9</b>                   |  |  |
| <b>Categoría resultante:</b>          |  |  |
| <b>Sujeta a protección especial*.</b> |  |  |

\* Coincide con su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

## *Mammillaria perbella* Hildm. ex K. Schum.

Biznaga de chilitos.



### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTIVOS Y EL PROPÁGULO

**Flores** en corona, ampliamente funeliformes, de 9-10 mm de largo y 8 mm de ancho. Segmentos exteriores del perianto crema con una banda central café-verdosa, lanceolados con el ápice agudo, márgenes finamente ciliados. Segmentos interiores del perianto color rosa pálido con una banda central rojo-carmín, linear-lanceolados, ápice agudo a acuminado, márgenes mayormente enteros. Filamentos color carmín brillante. Anteras amarillas a bronceadas. Estilo verdoso abajo, luego blanco, rosa-rojizo arriba. Lóbulos del estigma 3, rosa-rojizos, apenas sobresaliendo las anteras. **Fruto** rojo-carmín, cilíndrico, de 15 mm de largo, con muy pocas semillas. **Semillas** café rojizas, de 1.3 por 0.8 mm, curvado-piriformes, con hilo lateral, lisas (R. T. Craig, 1989).

### FENOLOGÍA

**Periodo de floración:** Produce flores desde abril hasta diciembre (E. Sánchez, 2006, personal). Reppenhagen, 1992, refiere la floración sólo a los meses de julio y agosto.

**Periodo de fructificación:** Los frutos se producen principalmente desde junio a enero (E. Sánchez, 2006, personal). Reppenhagen (1992) sostiene que los frutos maduran entre los 10 a los 12 meses después de la floración; información que no hemos podido corroborar.

**Disponibilidad de semilla:** En condiciones de campo los frutos son escasos y con muy pocas semillas, a veces menos de 10; los ejemplares cuidados en invernaderos producen decenas de frutos con al menos 20 semillas por fruto (E. Sánchez, 2006, personal).

### SISTEMA DE PROPAGACIÓN EMPLEADO PARA LA INTRODUCCIÓN AL CULTIVO

El cultivo de *Mammillaria perbella* se hizo a partir de semilla recogida en los subcuadrantes Higuierillas, Panales y Rancho Nuevo (ver apéndice). Sus frutos contienen más bien pocas simientes por lo que se integró también un lote complementario colectado de plantas cultivadas en el Jardín Botánico Regional de Cadereyta. Dado que la semilla es pequeña (menos de 0.5 mm; distinto a los que establece la literatura taxonómica) y escasa, ésta debe ser removida del fruto con precaución para conseguir un lote suficiente. El manejo de presiembra incluye la desinfestación con hipoclorito de sodio comercial al 25 % el cual, después de embeber a las semillas por 5 a 10 minutos, se lava perfectamente con agua corriente. Al secar, las semillas son sembradas dentro de cámaras húmedas sobre un sustrato estéril. Ambos lotes— las semillas de origen silvestre y las de origen cultivado— permanecieron a una temperatura diurna promedio de 28° C y nocturna promedio de 12° C, con humedad relativa del 100 %; de el primer grupo germinó el 43 % y de el segundo, el 79

% . Es probable que se presenten bajos porcentajes de germinación a causa de la calidad de la semilla ya que, frecuentemente en este género de cactus muchas semillas no son féculdas. El trasplante a charola de cavidades procede tres meses después aproximadamente y el paso a la cámara III, se recomienda cuando la planta tenga cerca de 2 cm de diámetro. Conviene aplicar fertilizantes ricos en fósforo durante las primeras etapas de desarrollo. El porcentaje de sobrevivencia a los tres meses es de alrededor del 80%.

#### **SISTEMA ALTERNO DE PROPAGACIÓN**

*Mammillaria perbella* se ramifica dicotómicamente y genera brotes basales o laterales sólo rara vez; los métodos vegetativos no son en consecuencia recomendables y es preferible seguir una estrategia basada en la germinación de sus semillas.

#### **RESULTADOS Y RECOMENDACIONES**

El lote resultante se mantiene aún en las charolas de cavidades en un grupo de 600. Otras 10 unidades más crecen en maceta de 3 pulgadas.

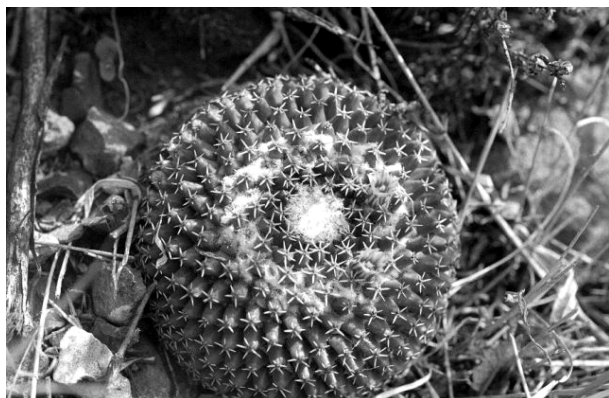
**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN LOCAL DE RIESGO  
(MER Regional)**

| <b>Criterios</b>  | <b>Condición local y valor asignado</b>  | <b>Validez regional o nacional</b>   |
|---|--|--|
| <b>A</b>  | No. de registros en el cuadrante: 12.<br>Área de Distribución Promedio: 28.82 ha.<br><b>4</b>  | Es una especie endémica del Semidesierto Queretano Hidalguense, presente sólo en los estados de Querétaro e Hidalgo.   |
| <b>B</b>  | Especie asociada con el sustrato calizo del Semidesierto Queretano; crece sobre sitios rocosos y pedregosos de pendiente suave; no presenta una clara especificidad de hábitat y se encuentra en todos los subtipos del Matorral Xerófilo de la zona. Su distribución no es continua pero existen áreas donde se conserva relativamente estable.<br><b>1</b> | El hábitat propio para esta especie incluye algunas zonas poco accesibles que corresponde a los cañones y lomeríos de las cuencas de los Ríos Estórax y Moctezuma. |
| <b>C</b>  | No se conoce su dinámica poblacional, pero se registró que las poblaciones no son muy numerosas (poco más de 50 individuos cada una) y que no es frecuente la presencia de plántulas. La floración no es escasa, pero sí lo es la producción de semillas. Los frutos son muy depredados.<br><b>2</b>   | No se ha estudiado la condición demográfica de la especie y es necesario abordar su estudio en toda la extensión del área de distribución.                         |
| <b>D</b>  | La ganadería extensiva y la extracción de leña producen el mayor impacto sobre el hábitat, sin embargo una considerable extensión de la zona se encuentra relativamente alejada de la actividad humana y en ella se encontraron las poblaciones más numerosas y saludables de la especie.<br><b>2</b>  | El área de distribución de esta especie presenta impacto humano generalizado por lo que debe evaluarse cuantitativamente su condición real.                        |
| <b>Sumatoria: 9</b><br><b>Categoría resultante:</b><br><b>Sujeta a protección especial.</b> |  | Categoría<br>NOM-059-SEMARNAT-2001:<br>Ninguna.  |



## *Mammillaria pseudocrucigera* R. T. Craig.

Biznaga, biznagueta, biznaga de chilitos.



### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTIVOS Y EL PROPÁGULO

**Flor** blanca hasta rosa con los márgenes blancos, 12-15 mm de largo, 16-18 mm de ancho, cortamente infundibuliforme. **Fruto** rojo, claviforme, cerca de 1 cm de longitud. **Semilla** café, piriforme, encorvada de cerca de 1.4 mm de longitud y 0.5 mm de ancho; taza del hilo lateral subbasal (Reppenhagen, 1992; Pilbeam, 1999; Scheinvar, 2004)

### FENOLOGÍA

**Periodo de floración:** Las flores se producen desde finales de enero y hasta el fin de abril, con la mayor concentración en febrero y marzo (E. Sánchez, 2006, personal). Reppenhagen (1992) refiere la floración a los meses de abril y mayo.

**Periodo de fructificación:** La generación de frutos se concentra en mayo y junio, ocurriendo en algunos años desde marzo-abril y hasta junio (E. Sánchez, 2006, personal).

**Disponibilidad de semilla:** Debido al escaso número de individuos y a las poblacio-

nes localizadas, que tienen sólo una producción regular de flores por planta, la disponibilidad de semillas en campo es media; el conteo de semillas efectuado a los frutos colectados, arrojó un promedio de 36.26 propágulos por fruto, con una desviación estándar de 14.88. Las observaciones en invernadero indican una floración de hasta 10-20 flores por planta, con al menos 20-30 semillas por fruto. Los frutos secos se vuelven papiráceos y pueden permanecer adheridos en las axilas de los tubérculos, de ahí pueden extraerse cuidadosamente tomándolos de los restos secos del perianto; no obstante, en el medio silvestre es raro encontrar los frutos después del periodo inmediato a su producción ya que son altamente depredados.

### SISTEMA DE PROPAGACIÓN EMPLEADO PARA LA INTRODUCCIÓN AL CULTIVO

El propágulo para el cultivo de esta cactácea se colectó en la localidad de San José del Jagüey en el subcuadrante Bernal (ver apéndice), y se complementó con un lote recogido de plantas cultivadas. La limpieza de las semillas debe hacerse manualmente eliminando la pulpa o, si el fruto está seco, pulverizándolo y excluyendo los residuos y las semillas de mala calidad. Para su introducción al cultivo se recomienda una desinfestación con hipoclorito de sodio comercial al 25% por 5 minutos, seguida de lavados con agua corriente. Posteriormente, se siembran sobre un sustrato estéril y húmedo, dentro de charolas plásticas bien cerradas; las cuales se mantuvieron a una temperatura promedio de 28° y 18° C (día/noche). Al tercer día, aparecen los primeros brotes; la germinación concluye 10 días después aproximadamente, con un porcentaje de germinación del 87 %. Estas plantitas deben permanecer en la charola por un par de

meses más hasta obtener un tamaño manejable para asegurar así su sobrevivencia en la cámara II. En esta etapa se recomienda fertilizar periódicamente con fertilizantes enraizadores y/o de iniciación. El trasplante a maceta se hace cuando la biznaga ha alcanzado ya el tamaño de la cavidad de la charola. Se logran buenos resultados aplicando soluciones ricas en fósforo y nitrógeno. El 80% aproximadamente, sobreviven durante los tres primeros meses de vida.

#### **SISTEMA ALTERNO DE PROPAGACIÓN**

Esta cactácea no produce brotes de manera natural, razón por la que los sistemas vegetativos de propagación son poco recomendables.

#### **RESULTADOS Y RECOMENDACIONES**

130 unidades se encuentran desarrollándose en maceta de 1 galón. Un grupo más de plántulas se mantienen aún en la cámara I.

**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN LOCAL DE RIESGO  
(MER Regional)**

| <b>Criterios</b>  | <b>Condición local y valor asignado</b>  | <b>Validez regional o nacional</b>   |
|---|--|--|
| <b>A</b>  | No. de registros en el cuadrante: 7.<br>Área de Distribución Promedio 6.545 ha.<br><b>4</b>  | Es una especie endémica de la Zona Árida Queretano Hidalguense, que se distribuye entre los estados de Querétaro y Guanajuato.                       |
| <b>B</b>  | Es una especie asociada con los matorrales Crasicaule y Micrófilo, cuya presencia fue registrada fuera del ámbito de protección de los arbustos, en áreas donde la cubierta vegetal es escasa o ha sido parcialmente retirada. Presenta un hábito de crecimiento geófito, que le permiten tener cierta resistencia al pisoteo del ganado y a la compactación del suelo, pues crece aparentemente sin problemas en ellos.<br><b>1</b> | El hábitat característico de esta especie se encuentra muy fragmentado o limitado por actividades humanas.   |
| <b>C</b>  | Las poblaciones registradas no son numerosas ya que se contabilizaron menos de 50 individuos en cada una, pero cuentan con la presencia de individuos juveniles y reproductivos con producción de frutos y semillas.<br><b>2</b>   | Es necesario evaluar su condición demográfica en toda el área de distribución.   |
| <b>D</b>  | El cambio de uso de suelo afecta a algunas poblaciones que se encuentran en sitios donde existen bancos de materiales o donde se proyecta la construcción o ampliación de caminos.<br><b>2</b>   | Los factores de impacto que se presentan sobre las poblaciones registradas, son los mismos que operan en toda el área de distribución de la especie. |
| <b>Sumatoria: 9</b><br><b>Categoría resultante:</b><br><b>Sujeta a protección especial.</b> |  | Categoría<br>NOM-059-SEMARNAT-2001:<br>Sin estatus.  |

## *Strombocactus disciformis* (DC.) Britton & Rose

Biznaga-trompo, es el nombre con el que se le refiere en la NOM-059-SEMARNAT-2001; también se conoce como Peyote, Peyotillo o Falso peyote.



### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTIVOS Y EL PROPÁGULO

**Flores** brotando de las aréolas cercanas al ápice, infundibuliformes, de 2.5 a 3.5 cm de longitud, blancas con leve tinte rosado; pericarpelo con sólo algunas escamitas circulares; cavidad del ovario elipsoidea; nectario pequeño, en la base del estilo; tubo receptacular escamoso; segmentos exteriores del perianto desde lanceolados hasta espatulados, de color rosa, con la línea media rojiza; segmentos interiores del perianto espatulados, con la punta acuminada, amarillentos o blancos, con la base amarillenta; estambres primarios cortos, insertos hacia la base del tubo arriba de la muy corta cámara nectarial; filamentos blancos o purpúreos, anteras amarillas; estilo blanco; lóbulos del estigma 6 a 10, blancos hasta amarillentos. **Fruto** de 7 mm de longitud, una o dos veces más largo que ancho, casi desnudo, con pocas escamas, de color castaño, dehiscente por una ranura longitudinal. **Semillas** muy pequeñas, globosas, de 0.3 mm de diámetro, con arilo grande; tes-

ta tuberculada, color castaño rojizo (Bravo y Sánchez-Mejorada, 1991a).

### FENOLOGÍA

**Periodo de floración:** La floración es principalmente invernal (Godínez, 2002; R. Ortega V., 2004). Godínez (2002) relata que la época reproductiva dura 5 meses, desde finales de diciembre hasta finales de mayo. La floración alcanza máximos entre la segunda mitad de enero y la primera mitad de febrero. R. Ortega V. (2004) anota que la mayor parte de las poblaciones (en la zona del cañón del río Moctezuma) florecieron entre enero y marzo; sin embargo, también registró floraciones en mayo y en octubre-noviembre.

**Periodo de fructificación:** La fructificación ocurre desde finales de enero y hasta principios de marzo (Godínez, 2002). R. Ortega V. (2004) puntualiza que la fructificación ocurrió en abril-junio, septiembre y diciembre-enero, respectivamente con la floración.

**Disponibilidad de semilla:** El total de frutos producidos, según Godínez (2002), es escaso y muy variable (1-10 bayas/planta); refiere, no obstante, un número considerablemente alto de semillas por fruto, el cual tiene un rango promedio de 624 a 990. La proporción de la población comprometida en el esfuerzo reproductivo fue también amplia, entre 32-82%. Autores como R. Ortega V. (2004), señalan que se presentan 2.41 frutos por planta en promedio (desviación estándar 1.9), con 256.7 semillas por fruto (desviación estándar 20.63). Cultivada esta *Cactaceae* florece profusamente y produce semilla abundante.

### SISTEMA DE PROPAGACIÓN EMPLEADO PARA LA INTRODUCCIÓN AL CULTIVO

*Strombocactus disciformis* es una especie de difícil cultivo, su crecimiento es lento. La semilla se colectó de especímenes que crecen en el subcuadrante Higuierillas (ver apéndice) y en las colecciones del Jardín Botánico Regional de Cadereyta; para su consecución, debe de vigilarse el punto preciso de maduración del fruto, de manera que éste pueda extraerse antes de que se abra por dehiscencia natural para evitar que la semilla se disperse y se pierda. Se trata de semilla muy pequeña, de difícil manejo; dentro de un mismo fruto, se observan algunas más robustas que otras, probablemente, pudiera tratarse de propágulos más vigorosos que otros. La desinfestación se hace sumergiendo la semilla en una solución de hipoclorito de sodio comercial al 25 %, por 5 - 10 minutos, a la que se le agregan algunas gotas de adherente ya que debido sus características morfológicas, las semillas tienden a flotar. A continuación, se hacen lavados con agua corriente, se secan y se siembran superficialmente en charolas herméticas sobre un sustrato estéril y húmedo. A una temperatura máxima promedio de 29° C y mínima de 18° C, las plántulas comienzan a emerger gradualmente durante los siguientes ocho días. El promedio de germinación aproximado es del 20%. Al día 30, apenas logran distinguirse y tienen menos de un milímetro de diámetro, por lo que es conveniente mantenerlas aún dentro de charola de germinación. El porcentaje de sobrevivencia a los tres meses es de alrededor del 70%. Cuando la biznaguita haya crecido a, por lo menos, los 0.5 cm de diámetro puede pasar a la cámara II; en esta fase pueden ya aplicarse los tratamientos fertilizantes que estimulen el crecimiento de la raíz y de la planta y, es conveniente también permitir periodos de desecación total del sustrato para disminuir las posibles pérdidas por pudrición.

### SISTEMA ALTERNO DE PROPAGACIÓN

Debido a que la producción de brotes basales o la estimulación de las aréolas laterales es muy limitada en esta cactácea, los métodos vegetativos son improcedentes. El cultivo *in vitro* es la más viable de todas las formas de reproducción, dado que la escasez de semillas, su diminuto tamaño y, como consecuencia de esto, las dificultades para el desarrollo temprano y sobrevivencia de las plántulas hacen que aún por la vía sexual, los resultados sean lentos y poco eficientes. El ITESM-Campus Querétaro (2002) desarrolló una técnica de cultivo de tejidos aplicable a esta especie, misma que se sintetiza aquí: Desinfestación con hipoclorito de sodio comercial al 20%, con jabón líquido; la mezcla con las semillas se agita 25 minutos y se enjuaga 3 veces con agua destilada. Las semillas se siembran en condición aséptica empleando un medio básico de Murashige y Skoog a la mitad de su concentración normal (MS/2), con la adición de 1.5 g L<sup>-1</sup> de carbón activado. La proliferación ocurre en un medio de Murashige y Skoog con 1.0 mg L<sup>-1</sup> de Bencilaminopurina, más 0.5 mg L<sup>-1</sup> de Ácido Giberélico. Las plantitas se enraízan *in vitro* en un medio MS/2 con auxinas: Ácido Indolbutírico 2.0 mg L<sup>-1</sup> y Ácido Naftalenacético 0.3 mg L<sup>-1</sup>. La adaptación al suelo se realiza en peat moss.

### RESULTADOS Y RECOMENDACIONES

Se mantienen un lote de 50 individuos en la cámara II.

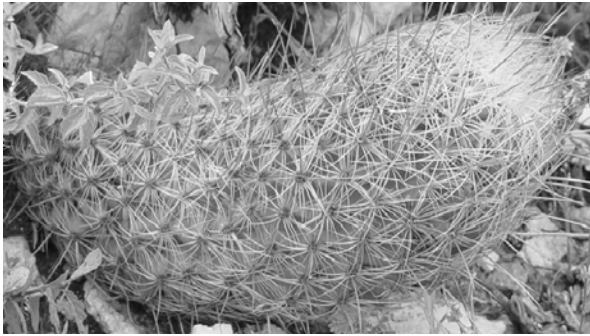
### EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN LOCAL DE RIESGO (MER Regional)

| <b>Criterios</b>   | <b>Condición local y valor asignado</b>  | <b>Validez regional o nacional</b>   |
|--|--|--|
| <b>A</b>   | No. de registros en el cuadrante: 2.<br>Se trata de una población numerosa, además de un registro aislado.<br>Área Promedio de Distribución 0.275 ha.<br><b>4</b>  | Es una especie endémica de la Zona Árida Queretano Hidalguense y existen poblaciones en los estados de Guanajuato, Querétaro e Hidalgo. El área de distribución estimada por E. F. Anderson et al. (1994) para esta especie es de 250 km <sup>2</sup> .                            |
| <b>B</b>   | El hábitat presenta condiciones favorables para la población pues se trata de un sistema de cañadas en el que existen sitios potencialmente aprovechables para su establecimiento; no obstante, la erosión por gravedad constituye un factor limitante pues el sustrato es deleznable.<br><b>2</b>   | En la zona existen varios cañones en los que se presentan poblaciones de esta especie y todos presentan características semejantes a las descritas.  |
| <b>C</b>   | La población registrada presenta un elevado número de individuos perteneciente a todas las categorías de tamaños; la floración y la fructificación fueron abundantes durante dos periodos de observación (enero 2005 y marzo 2006), sin embargo es necesario estudiar su dinámica demográfica y sus estrategias de dispersión y establecimiento.<br><b>2</b> | Las características ecológicas de la especie no han sido estudiadas con detalle en toda su área de distribución. En el estado de Querétaro Godínez (2002) reporta baja densidad poblacional, presencia de individuos en todas las categorías de tamaño y especificidad de hábitat. |
| <b>D</b>   | Las actividades humanas casi no afectan la condición del hábitat ni de la población en el sitio registrado ya que se trata de una pared vertical fuera del alcance del ganado. Se desconoce el efecto del saqueo sobre esta población.<br><b>2</b>   | Es una de las especies afectadas por comercio internacional referida en el apéndice I de CITES.  |
| <b>Sumatoria: 10</b><br><b>Categoría resultante: Amenazada*.</b> |  |  |

\* Coincide con su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

## *Thelocactus hastifer* (Werderm. & Boed.) F. M.

Sin nombres locales reconocidos;  
La NOM-059-SEMARNAT-2001, la refiere como Biznaga pezón-hastada.



### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTIVOS Y EL PROPÁGULO

**Flores** infundibuliformes, hasta 4.5 cm de longitud; segmentos exteriores del perianto, oblongo-lanceolados, el margen entero, sedosos, blanco rosado con la franja posterior violeta pálido; segmentos interiores del perianto numerosos, hasta 40, de 3 mm de longitud, 9 mm de anchura, rosa violeta pálido, los internos más oscuros; filamentos blancos con polen amarillo; estilo blanco, al igual que los lóbulos del estigma. **Fruto** relativamente pequeño para el género; escamoso, dehiscente de la base. **Semillas** largas, 2 mm de longitud, 1.5 mm de grosor; testa negra brillante, finamente tuberculada, con poco cuello e hilo muy grande (Glass, 1998).

### FENOLOGÍA

**Periodo de floración:** La floración se presenta en dos épocas: de febrero a principios de marzo y de abril a finales de mayo. Se producen de 2 a 6 flores por planta, normalmente 4, mismas que abren desde el mediodía por 3 horas (13:00-16:00 hrs.), con duración de uno o dos días (R. Ortega V., 2004).

**Periodo de fructificación:** La fructificación ocurre en marzo-abril y junio-julio.

**Disponibilidad de semilla:** En condiciones de campo se producen de uno a cuatro frutos por planta; el promedio de semillas por fruto, contabilizado para este estudio fue de 53, con una desviación estándar de 21.94 (en condiciones de cultivo hemos obtenido frutos con hasta 70 semillas, E. Sánchez, 2005, personal). En síntesis se considera como baja la capacidad reproductiva sexual del *Thelocactus hastifer*, ya que en promedio produce sólo 30 semillas/planta/año. Apparentemente la vía básica de regeneración de la especie es mediante reproducción vegetativa basada en la brotación de los tallos (R. Ortega V., 2004; E. Sánchez, 2006, personal). La obtención de semilla de esta especie se dificulta por el carácter dehiscente del fruto.

### SISTEMA DE PROPAGACIÓN EMPLEADO PARA LA INTRODUCCIÓN AL CULTIVO

*Thelocactus hastifer* es una especie de fácil propagación mediante la germinación de su semilla; sin embargo la consecución del propágulo implica la vigilancia de la maduración del fruto, ya que debido a la dehiscencia natural es muy común perder la semilla, si el fruto se halla abierto. La colecta de los propágulos se hizo en el subcuadrante Mesa de León (ver apéndice) y se incluyó un complemento de semillas provenientes de plantas cultivadas. El método para su introducción al cultivo consiste en la desinfestación de la semilla: éstas se embeben, por 5 a 10 minutos, en una solución de hipoclorito de sodio comercial al 25 %, se lavan con agua corriente, se secan y se siembran esparcidas sobre un sustrato estéril y húmedo dentro de charolas bien cerradas para conservar la humedad re-

lativa al 100 %. A una temperatura promedio diurna/nocturna de 27°/17° C, las semillas brotan a partir del tercer día, con un porcentaje de germinación superior al 80 %. El lote de semillas de origen silvestre germinó un tanto más retardado y en una menor proporción. Las plántulas de esta especie son robustas, esto permite hacer el primer trasplante a partir del día 20-30 luego de su germinación. Durante su desarrollo en la cámara II es favorable estimular el crecimiento con fertilizantes de iniciación y posteriormente con otros ricos en nitrógeno. Al octavo mes, es ya oportuno el trasplante a maceta; mientras la planta desarrolla nuevas raíces conviene aplicar los fertilizantes de iniciación y mantener una humedad continua. La sobrevivencia de las plántulas a los tres meses de vida es buena, pues es del 90%.

#### **SISTEMA ALTERNO DE PROPAGACIÓN**

La propagación vegetativa de esta especie es posible mediante la separación y enraizamiento de los tallos individuales que conforman a los individuos cespitosos. En condiciones de invernadero es posible inducir la brotación mejorando la nutrición de los especímenes y enraizando en medios con suficiente espacio aéreo (E. Sánchez, 2006, personal).

#### **RESULTADOS Y RECOMENDACIONES**

Se obtuvo un lote de 200 individuos que se mantienen en la cámara II. Un grupo de 20 crecen ya en maceta de 3 pulgadas.



**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN LOCAL DE RIESGO  
(MER Regional)**

| <b>Criterios</b>  | <b>Condición local y valor asignado</b>  | <b>Validez regional o nacional</b>  |
|---|--|---|
| <b>A</b>  | No. de registros en el cuadrante 6.<br>Área de Distribución Promedio: 4.664 ha.<br><b>4</b>  | Es una especie microendémica del Semidesierto Queretano Hidalguense.  |
| <b>B</b>  | Presenta especificidad de hábitat y el factor crítico para su permanencia es la fragmentación del Matorral Micrófilo.<br><b>2</b>  | Sólo dos localidades presentan condiciones relativamente apropiadas para el desarrollo del taxón.                     |
| <b>C</b>  | En cinco de las poblaciones referidas se estimó un tamaño poblacional de menos de cincuenta individuos. En estado silvestre se reproduce por vía sexual pero presenta una limitada producción de semillas, por lo tanto se considera medianamente vulnerable.<br><b>2</b>  | Es necesario estudiar la ecología de todas sus poblaciones conocidas.   |
| <b>D</b>  | Algunas poblaciones han sido drásticamente afectadas por la apertura de parcelas agrícolas y la construcción de infraestructura urbana. En todas las localidades se presenta la alteración constante debida a la extracción de leña y el sobrepastoreo. Existen dos localidades relativamente aisladas donde las poblaciones parecen estables.<br><b>3</b> | Es una especie con estatus en la Lista Roja de la IUCN, bajo la categoría de Vulnerable (VU).                         |
| <b>Sumatoria: 11</b><br><b>Categoría resultante: Amenazada.</b> |  | Categoría<br>NOM-059-SEMARNAT-2001:<br>Sujeta a Protección Especial, pero se requiere cambiar su estatus a Amenazada. |

## *Thelocactus leucacanthus* (Zucc. ex Pfeiff.) Britton & Rose subsp. *schmollii* (Werderm.) Mosco & Zanollo

Sin nombres comunes registrados.



### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTIVOS Y EL PROPÁGULO

**Flores** violetas o color rojo carmín, 2.5-5.2 cm de largo, 2-4.5 cm de diámetro; pericarpeo escamoso. **Fruto** verde a verde amarillento, seco en la madurez, 6-9 mm de largo, 6-8 mm de diámetro, dehiscente mediante un poro basal. **Semillas** 1.4-2 mm de largo, 1-1.8 mm de diámetro, con la testa dividida en áreas cuadradas o poligonales (E. F. Anderson, 2001).

### FENOLOGÍA

**Periodo de floración:** A partir de registros tomados en jardines botánicos del estado, se puede establecer que la floración de esta especie es predominantemente entre los meses de abril y agosto (E. Sánchez, 2006, personal).

**Periodo de fructificación:** Los frutos maduros son visibles entre julio y septiembre, aproximadamente 3 meses después de la anthesis (E. Sánchez, 2006, personal).

**Disponibilidad de semilla:** Bajo condiciones de campo la adquisición de semilla es es-

casa debido fundamentalmente al carácter dehiscente del fruto. Cultivadas las numerosas ramas pueden producir algunas decenas de frutos con hasta 50 semillas por baya; aquí también es necesario cuidar el momento de la madurez y separar el fruto con cuidado para evitar la pérdida de semillas (E. Sánchez, 2006, personal).

### SISTEMA DE PROPAGACIÓN EMPLEADO PARA LA INTRODUCCIÓN AL CULTIVO

Estas semillas se colectaron en el subcuadrante La Tinaja (ver apéndice). La limpieza de fruto es fácil ya que se trata de una baya seca y libre de pulpa; sin embargo es importante detectar y eliminar las estructuras que no maduraron perfectamente, éstas, por lo regular, son reducidas y de color marrón o rojizo. El tratamiento de presembrado recomendado es la desinfección con hipoclorito de sodio comercial al 25 %; las semillas se sumergen y se mantienen en esta solución por 5 a 10 minutos, es conveniente agitarlas para asegurar que todas las estructuras y su superficie se impregnen de la solución. Posteriormente se lavan con agua corriente, se secan y se siembran sobre la superficie de un sustrato estéril y húmedo dentro de charolas plásticas. Durante los 20 días siguientes las semillas brotan gradualmente, en un total aproximado al 60 %, permaneciendo a una temperatura promedio día/noche de 27° /17° C.

Las plántulas deben permanecer en la cámara I por 30 días más aproximadamente. A continuación se transplantan a charolas de cavidades; los cuidados en esta fase incluyen mantener una humedad continua y estimular el desarrollo de la plántula con fertilizantes ricos en fósforo y nitrógeno. El porcentaje de

sobrevivencia, a los tres meses de crecimiento, es de un 80%. Cuando la planta se encuentra ya bien establecida y mide aproximadamente dos centímetros de diámetro, se trasplanta a la cámara III y se continúa aplicando un programa de fertilización.

### **SISTEMA ALTERNO DE PROPAGACIÓN**

Debido al carácter cespitoso que presentan los individuos de esta especie, con diámetros en ocasiones de casi un metro y múltiples ramas en números de hasta más de 50 unidades, es posible su separación y enraizamiento, como método de proliferación. Las ramas dispuestas en macetas individuales pueden ser estimuladas mediante riego, fertilización y espacio suficiente para inducir la producción de nuevos brotes, a partir de la estimulación

de las aréolas. Tales brotes pueden entonces escindirse de la planta madre y enraizarse en una condición mésica, con o sin empleo de agroquímicos estimulantes (E. Sánchez, 2006, personal).

### **RESULTADOS Y RECOMENDACIONES**

El lote resultante es de 50 individuos y crecen en la cámara II.

**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN LOCAL DE RIESGO  
(MER Regional)**

| <b>Criterios</b>  | <b>Condición local y valor asignado</b>  | <b>Validez regional o nacional</b>  |
|---|--|---|
| <b>A</b>  | No. de registros en el cuadrante: 1.<br>Área de Distribución Promedio: 0.242 ha.<br><b>4</b>   | Es endémica del Semidesierto Queretano Hidalguense por lo tanto a nivel nacional también su distribución es muy restringida.  |
| <b>B</b>  | Su presencia se asocia con terrenos planos, en la confluencia de depósitos aluviales y lutitas del Cretácico Superior, en el Matorral Xerófilo Micrófilo. El sitio donde se registró su presencia se encuentra relativamente aislado de las actividades humanas y el matorral es homogéneo, por lo tanto se considera propicio o poco limitante.<br><b>1</b>   | Es necesario ampliar la exploración del Semidesierto Queretano Hidalguense hacia los sitios que presentan condiciones similares a este, para indagar acerca de su distribución real y la condición de su hábitat general. |
| <b>C</b>  | La demografía de esta especie no ha sido estudiada, pero en el sitio registrado, la población se estimó en menos de 50 individuos. Se observó que requiere la protección de nodrizas y que en la temporada reproductiva hubo una buena producción de flores, frutos y semillas, no obstante la población no presenta individuos en estado juvenil.<br><b>2</b> | Es necesario estudiar su ecología para definir su condición demográfica y reproductiva real.  |
| <b>D</b>  | La extracción de leña y la presencia de ganado, son las actividades de impacto que se registraron el hábitat de esta especie, mismas que podrían resultar limitantes si persisten en el tiempo, ya que es una especie que requiere la presencia de arbustos nodriza.<br><b>3</b>   | La condición descrita en el ámbito local es aplicable a toda la especie porque es endémica de esta zona.  |
| <b>Sumatoria: 11<br/>Categoría resultante: Amenazada.</b> |  | <b>Categoría<br/>NOM-059-SEMARNAT-2001:<br/>Sin estatus.</b>  |

***Turbinicarpus pseudomacroechele* subsp.  
*pseudomacroechele* (Backeb.) Buxb. & Backeb.**

Peyote, Peote, Biznagueta.  
Turbinita de Querétaro en la NOM-059-SEMARNAT-2001.



**BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTIVOS Y EL PROPÁGULO**

**Flores** blancas a verde-amarillentas hasta rojo-púrpura o magenta, desde angosta hasta anchamente infundibuliformes, de 20 a 30 mm de longitud y cerca de 35 mm de diámetro; **Fruto** ovoide hasta globoso, de 3 a 5 mm de diámetro, desnudo, al principio verde, después rojizo. **Semillas** ovoideo-piriformes, de 1 a 1.7 mm de longitud y 1.2 a 1.4 mm de espesor; testa tuberculada (Bravo y Sánchez-Mejorada, 1991a; E. F. Anderson, 2001).

**FENOLOGÍA**

**Periodo de floración:** La floración es invernal (U. Guzmán, 2005, com. per.). Godínez (2002) establece que la época de floración es de diciembre a junio; el mayor número de flores se presenta a mediados de febrero (datos correspondientes a una población en Bernal). La proporción de individuos adultos que se reproducen es de 85.7% (datos correspondientes a una población en Bernal). Las flores abren de 11 a.m. a 4 p.m. con un

máximo de visitantes entre la 1-2 p.m. R. Ortega V. (2004) señala que *T. pseudomacroechele* subsp. *pseudomacroechele* presenta floraciones intermitentes, cada 2 meses, iniciando en marzo y terminando en septiembre; las flores abren de las 10:30 h a las 15:30 h; se producen de 1-3 flores por planta y la floración no es regular a lo largo de los años. Bajo condiciones de cultivo la producción de flores es intensa (10 ó más, según del tamaño de la planta) entre febrero y marzo (E. Sánchez, 2006, personal). Godínez (2002) cita que la primera reproducción ocurre cuando la planta tiene entre 13-14 mm.

**Periodo de fructificación:** Según Godínez (2002) se producen entre 1-10 frutos/planta por temporada; R. Ortega V. (2004) observa una producción escasa de 1-2 frutos/planta, en mayo.

**Disponibilidad de semilla:** Godínez (2002) registra un promedio de semillas entre 25-33 por planta; el promedio de semillas por fruto, que se colectaron para su introducción al cultivo, fue de 32.2 con una desviación estándar de 15.65. Cultivados los *Turbinicarpus* de esta especie pueden producir 50 semillas en promedio y hasta 70 por fruto, según la condición y edad de la planta. La disponibilidad de semillas es pues media; sin embargo, en condiciones de campo es difícil la recolección ya que el fruto es prontamente dehiscente.

**SISTEMA DE PROPAGACIÓN EMPLEADO PARA LA INTRODUCCIÓN AL CULTIVO**

Se trata de una especie que se propaga sin problemas al germinar su semilla. El propágulo se obtuvo en el subcuadrante Bernal (ver

*Turbinicarpus pseudomacrochele subsp. pseudomacrochele*

apéndice). La colecta requirió de la observación cercana de los periodos de floración y fructificación ya que una vez que el fruto abre es muy común perder la semilla. Su fruto es seco y la separación de la semilla se hace sin problemas. Como tratamiento de pregerminación, requiere sólo de la desinfestación de las semillas remojándolas en una solución de hipoclorito de sodio comercial al 25 % por un lapso de 5 a 10 minutos, posteriormente se lavan con agua corriente y a continuación se siembran superficialmente, dentro de charolas herméticas, en un sustrato estéril y húmedo. A partir del día 3, hasta el día 15, las semillas brotan en un porcentaje cercano al 85 %. La temperatura día/noche promedio registrada en este periodo fue de 29°/18° C. Después de 30 a 45 días, puede realizarse el trasplante a charolas de cavidades. A fin de que el crecimiento de la raíz y de la planta se mantenga estimulado, es necesario mantener una humedad continua y aplicar fertilizantes que favorezcan el desarrollo de estos órganos. *Turbinicarpus pseudomacrochele* es una especie que cuando se encuentra bien establecida mantiene un porcentaje de sobrevivencia cercano al 100%, medido a los tres meses de crecimiento. El trasplante a maceta se hace con éxito desde que la plántula tiene 10 meses de edad.

**SISTEMA ALTERNO DE PROPAGACIÓN**

Esta cactácea puede formar múltiples brotes en las aréolas o basales, si se encuentra en un buen sustrato y bajo un programa de adición constante de fertilizantes. No obstante el método vegetativo más viable es el cultivo de tejidos; el ITESM- Campus Querétaro (2002) desarrollo la siguiente técnica de reproducción aplicable a este género botánico: Escarificación de las semillas con ácido sulfúrico al 96%, durante 3 minutos enjuagando 3 veces con agua destilada. Desinfestación con hipoclorito de sodio comercial al 10% y jabón líquido, agitación por 5 minutos y luego enjua-

gues con agua destilada. La siembra aséptica se recomienda hacerla en medio de Murashige y Skoog (1962) a la mitad de su concentración (MS/2), añadido de 1.5 g L<sup>-1</sup> de carbón activado. La proliferación procede en el mismo medio anterior, sin hormonas; el enraizamiento se estimula también en un MS/2 con 2.0 mg L<sup>-1</sup> de Ácido Indolbutírico más 0.3 mg L<sup>-1</sup> de Ácido Naftalenacético. La exvitricación ocurre mediante la siembra en peat moss.

**RESULTADOS Y RECOMENDACIONES**

90 unidades de esta especie crecen en charolas de cavidades; 50 más se desarrollan en maceta de 3 pulgadas.

**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN LOCAL DE RIESGO  
(MER Regional)**

| <b>Criterios</b>   | <b>Condición local y valor asignado</b>   | <b>Validez regional o nacional</b>  |
|--|---|---|
| <b>A</b>   | No. de registros en el cuadrante: 2.<br>Área Promedio de Distribución: 0.594 ha.<br><b>4</b>  | Endémica del Semidesierto Queretano Hidalguense.  |
| <b>B</b>   | Presenta especificidad de hábitat: relieve plano con basamento de roca caliza, suelo pedregoso y somero, de color oscuro con horizonte petrocálcico y vegetación de tipo Matorral Xerófilo Micrófilo.<br>En el área existe una superficie relativamente amplia en la que presentan dichas condiciones morfo-edáficas, sin embargo la ausencia de una cubierta vegetal homogénea podría considerarse un factor limitante para el desarrollo de la especie.<br><b>2</b> | Regionalmente se reconoce la existencia de otras localidades pero se encuentran muy fragmentadas. También se distribuye en el estado de Hidalgo y en los alrededores de la Presa de Zimapán (Godínez, 2002 y Sistema de Información Geográfica y su Base de Datos del Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío"). |
| <b>C</b>   | Las poblaciones observadas no son numerosas (entre 50 y 500 individuos), pero en su estructura de tamaños se registró la presencia de plántulas. La floración es adecuada pero la producción de frutos con semillas viables es escasa.<br><b>2</b>  | La ecología de la especie ha sido parcialmente estudiada. Godínez (2002) presenta datos de cuatro poblaciones pero reconoce la existencia de otras cuya localización no ha sido debidamente precisada, por lo tanto se requiere profundizar su análisis para calificar su vulnerabilidad.   |
| <b>D</b>   | El impacto de las actividades humanas es alto ya que sobre la población inciden varios factores altamente limitantes para el hábitat y para los individuos de la población, por ejemplo: la extracción de cal, el sobrepastoreo, la extracción de leña y el saqueo para la comercialización.<br><b>4</b>  | Es una de las especies afectadas por comercio internacional (CITES I) y los terrenos sobre los que generalmente se establece son los apropiados para la extracción de grava y/o cal.  |
| <b>Sumatoria: 12</b><br><b>Categoría resultante: En peligro de extinción*.</b> |   |   |

\* Coincide con su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

### PARTE III

## ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN BIOLÓGICA IN SITU PARA LAS ESPECIES DE LA ZONA ÁRIDA QUERETANO HIDALGUENSE

Los resultados del análisis florístico del Cuadrante Tolimán ratifican la importancia de esta zona para la conservación de flora cactológica, ya que en una superficie aproximada de 2 500 km<sup>2</sup>, se concentra cerca del 50 % de las especies de *Cactaceae* registradas para todo el estado de Querétaro; de las cuales, 13 se encuentran referidas por la NOM-059-SEMARNAT-2001 en alguna categoría de riesgo, pero además existe un grupo de otras seis especies que en el corto plazo y en la escala local podrían enfrentar los mismos problemas de sobrevivencia que las especies ya registradas por la Norma.

Por otra parte, esta importante diversidad de cactáceas del Semidesierto Queretano no presenta una distribución homogénea, dado que existen zonas con mayor, moderada o menor riqueza de especies. Por un lado, existen especies cuya distribución es relativamente amplia y por el otro, hay especies con distribución irregular y de menor amplitud. Este ensamblaje de flora cactológica exhibe además otros atributos asociados a la distribución geográfica, por ejemplo, algunas de las especies con distribución restringida (endémicas) o muy restringida (microendémicas) circunscritas al Cuadrante Tolimán, también denotan alguna característica especial, como su grado de amenaza; por consiguiente, en la región se presenta un amplio espectro de posibilidades en el ámbito de la distribución de las especies.

Dado que el contingente de especies que alberga el Cuadrante Tolimán lo conforman entidades taxonómicas con distintos patrones de distribución, este mosaico variado plantea dificultades en la selección de las zonas propicias para la conservación *in situ*; por lo

tanto, para encontrar una estrategia pertinente para la selección de las áreas o los sitios prioritarios que hagan óptima, eficiente y efectiva la conservación biológica *in situ*, en un contexto espacialmente explícito, es técnicamente recomendable efectuar una selección con criterios puramente científicos.

Con este propósito y a partir de los datos obtenidos en el campo, se estructuró el análisis del espacio geográfico del Cuadrante Tolimán, para determinar los sitios más relevantes para la conservación. Este análisis se basó en la construcción de una matriz binaria de presencia-ausencia con los registros de *Cactaceae* de los 25 subcuadrantes que integran el área de estudio y con la aplicación del concepto de complementariedad (Vane-Wright *et al.* 1991; Pressey *et al.*, 1993), basado en la selección de sitios en los que la redundancia de especies sea mínima, el cual permite elegir y priorizar áreas de conservación *in situ*, analizados a partir de criterios independientes o integrados.

En este trabajo los criterios utilizados para el análisis de complementariedad definen alguna característica sobresaliente para la conservación, por ejemplo ayudan a determinar los sitios con mayor número de especies, los sitios con mayor número de especies amenazadas o los sitios con mayor número de endemismos.

Por cada criterio evaluado se obtuvieron esquemas que establecen una secuencia jerárquica (de mayor a menor) de sitios prioritarios, los cuales zonifican la conservación de cactáceas del Semidesierto Queretano en función de cada criterio, los cuales se describen en el apartado siguiente.



---

En este punto es importante señalar que para este análisis en particular, la riqueza total de especies del Cuadrante Tolimán fue cuantificada en 57 especies, ya que se efectuó la adición de dos taxones sin los cuales la conservación de cactáceas en el Semidesierto Queretano quedaría incompleta, se trata de *Mammillaria herrerae* Werderm. y *Echinocactus grusonii* Hildm.; los cuales fueron formalmente documentados en otro estudio paralelo al presente, dado el grado de detalle que se requiere para su registro ya que sus poblaciones han quedado confinadas a localidades de difícil acceso y con una distribución muy limitada.

---

## CRITERIOS UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE COMPLEMENTARIEDAD

### A) Riqueza total de especies

La riqueza de especies se considera como el número total de especies presentes en un sitio, de acuerdo con la definición de Schluter y Ricklefs (1993), por lo tanto la prioridad en el análisis se basó en el número total de especies por subcuadrante, usando el algoritmo de Margules *et al.* (1988).

Los resultados obtenidos para el análisis de la riqueza complementaria de especies, muestran que ésta queda representada en ocho subcuadrantes prioritarios (Figura 31) que abarcan alrededor de 800 km<sup>2</sup>.

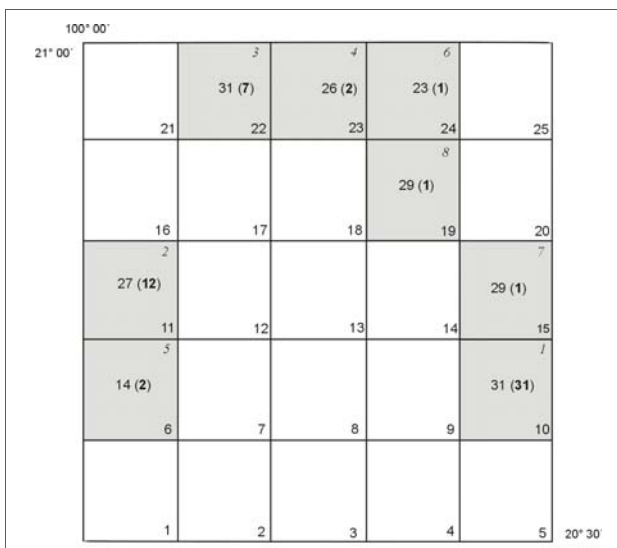


Figura 31. Distribución de la riqueza complementaria de especies en los subcuadrantes prioritarios (en gris) del Cuadrante Tolimán. Se indica la numeración en la esquina inferior derecha, en la superior y en cursivas, la prioridad; al centro la riqueza de especies y entre paréntesis y en negritas, el valor complementario.

En este esquema la prioridad más alta le corresponde al subcuadrante Mesa de León, con un valor de 31 tanto en riqueza absoluta como en valor complementario, lo que significa que su conservación implicaría la conservación de 31 taxa. En seguida, el subcuadrante El Chilar representa la siguiente prioridad, ya que con un valor de riqueza absoluta de 31 especies, su aporte para la conservación es de 12,

es decir, su conservación sumada a la del subcuadrante Mesa de León, adicionaría 12 especies, las cuales no se encuentran en el subcuadrante Mesa de León.

Subsecuentemente, la adición complementaria a los siguientes subcuadrantes, totalizaría la conservación de las 57 especies en los ocho espacios señalados en la figura 31, cifra resultante de la sumatoria de los valores de complementariedad.

Regionalmente, el Este, el Oeste y el Norte del área (Figura 32) representan las zonas que concentran jerárquicamente la riqueza cactológica del Cuadrante Tolimán, y esta distribución de sitios, constituye el arreglo espacial que debería tener un esquema geográfico para la conservación, si el objetivo fuera la protección de la riqueza de especies.

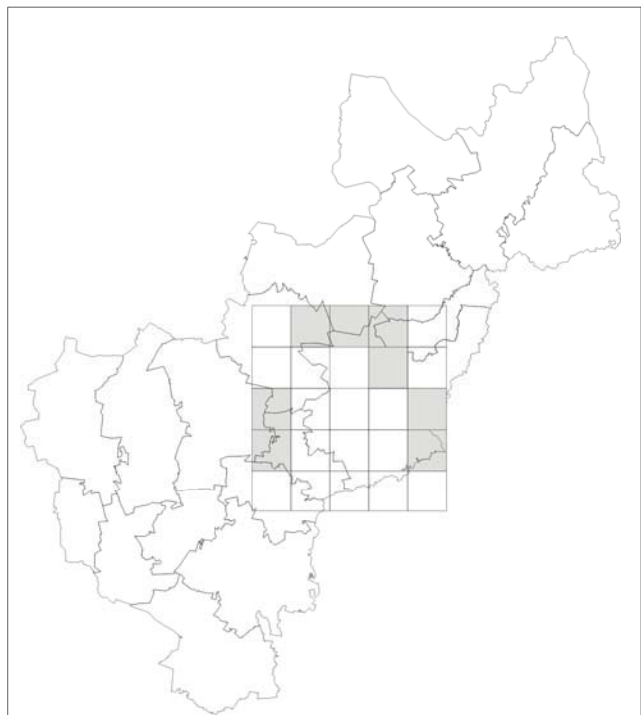


Figura 32. Ubicación de los subcuadrantes prioritarios de acuerdo con la riqueza complementaria de especies en el Semidesierto Queretano.

CRITERIOS UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE COMPLEMENTARIEDAD

**B) Riqueza total de especies y riqueza de endemismos**

De manera combinada se analizaron, la riqueza total de especies por subcuadrante y la frecuencia total de especies de distribución restringida o endemismos, los cuales están presentes, sólo en uno o en dos subcuadrantes como máximo, dada la definición operativa de endemismo, de acuerdo con Kerr (1997).

Los resultados muestran que el análisis de estos criterios combinados determina un esquema con igual número de sitios prioritarios que el análisis anterior (ocho subcuadrantes), pero con una nueva distribución y con otro nivel de prioridades para los subcuadrantes que se repiten en ambos esquemas (Figura 33), lo cual indica que los sitios más ricos en especies endémicas, probablemente también concentran una considerable riqueza de especies.

Geográficamente las áreas de mayor concentración de endemismos, al igual que las áreas de mayor riqueza de especies, están bien representadas hacia el Este, el Oeste y el Norte del Cuadrante Tolimán y su conformación representa dos segmentos discontinuos, los cuales están constituidos por dos y por seis subcuadrantes respectivamente.

En su mayor parte, la red de sitios prioritarios se ubica en la Sierra Madre Oriental, en las áreas secas y semisecas de Tolimán y Cadereyta (en la cuenca del Estórax-Moctezuma), pero se extiende hacia las zonas templadas de Cadereyta y Tequisquiapan en el Altiplano y el Eje Neovolcánico.

Si el objetivo del análisis es seleccionar y reunir prioritariamente a las zonas de mayor riqueza de especies en conjunto con las de mayor riqueza de endemismo, el espacio resultante adoptaría la forma de la Figura 34.

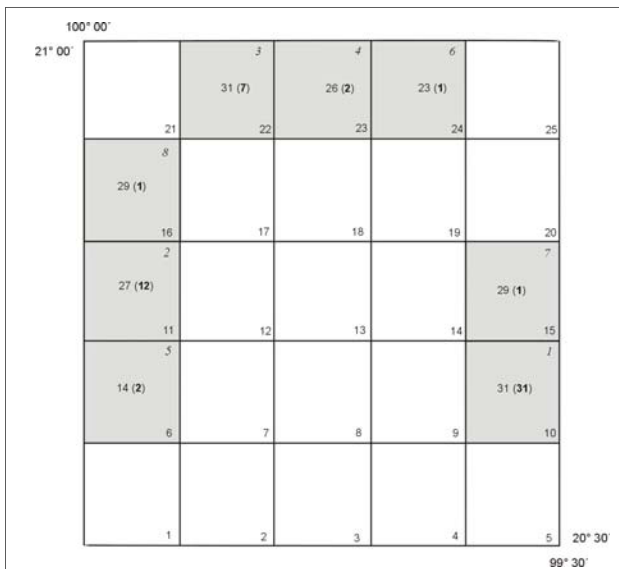


Figura 33. Distribución complementaria de la riqueza total de especies y riqueza de endemismo en los subcuadrantes prioritarios (en gris) del Cuadrante Tolimán. Se indica la numeración en la esquina inferior derecha, en la superior y en cursivas, la prioridad; al centro la riqueza de especies y entre paréntesis y en negritas, el valor complementario.

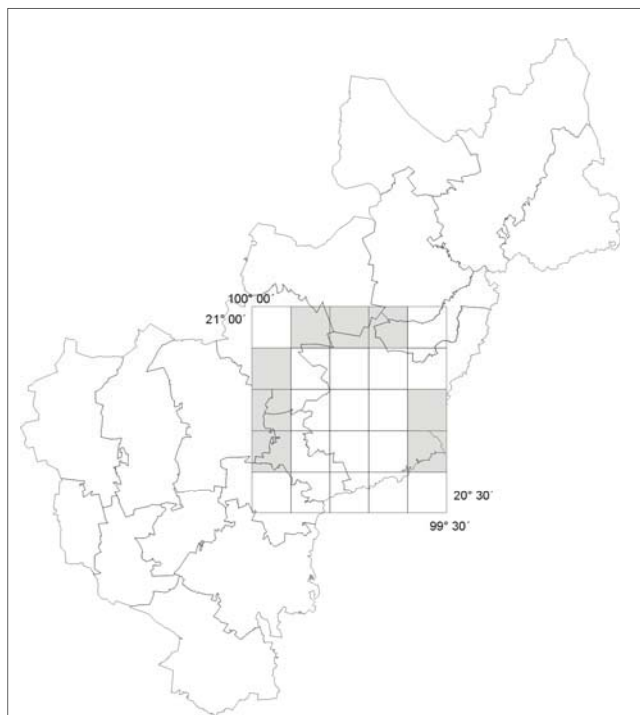


Figura 34. Ubicación de los subcuadrantes prioritarios de acuerdo con la riqueza total de especies y endemismo en el Semidesierto Queretano.

CRITERIOS UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE COMPLEMENTARIEDAD

**B) Valor de endemismo (VE)**

Se estimó el valor de endemismo por subcuadrante con base en las frecuencias de aparición de las especies, según el procedimiento de Kerr (1997), empleando la siguiente fórmula:

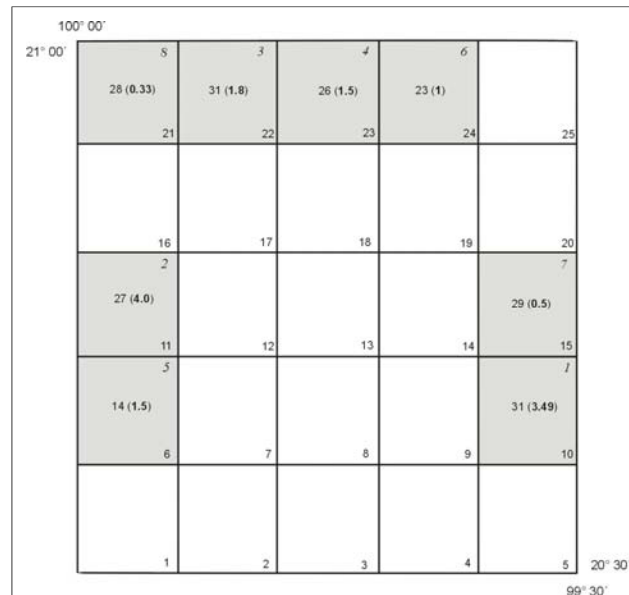
$$VE = \sum_{i=1}^S Q^{-1}$$

Donde: **S** es el número total de especies incluidas en el estudio y  
**Q** es el número de subcuadrantes ocupados por cada especie.

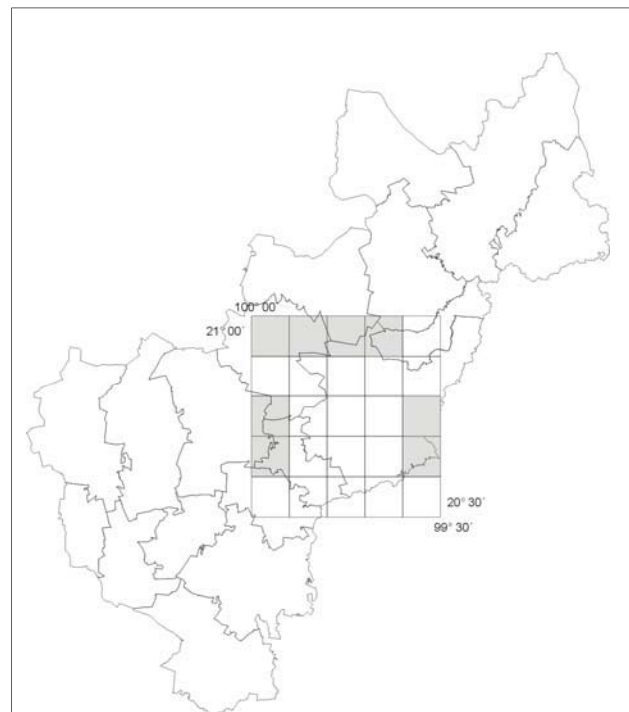
Como resultado se obtiene que el nivel de endemismo como criterio único de selección, también es consistente con el análisis conjunto de la riqueza de especies y la riqueza de endemismos, dado que el área mínima y óptima de conservación queda comprendida en ocho subcuadrantes prioritarios, pero con diferente distribución.

En el esquema resultante del análisis VE, se observa que la concentración de endemismo complementario en el Semidesierto Queretano presenta dos áreas disgregadas, una en el Este y Oeste y una franja, hacia el Norte (Figura 35).

Teóricamente esta red garantizaría la inclusión de todas las especies endémicas *per se*, característica de alto valor para la conservación. Por otra parte, se observa que las zonas de endemismo prioritarias corresponden ambientalmente con las de los otros dos criterios ya evaluados (riqueza de especies y riqueza de especies endémicas) y éstas pertenecen al área de la cuenca Estórax-Moctezuma (Sierra Madre Oriental) y una pequeña porción del Eje Neovolcánico (Figura 36); además es importante destacar, que el subcuadrante Mesa de León, es también el que se encuentra en el primer nivel de prioridad, seguido ahora por el subcuadrante Bernal.



**Figura 35.** Distribución complementaria del valor de endemismo (VE) en los subcuadrantes prioritarios del Cuadrante Tolimán (en gris). Se indica la numeración en la esquina inferior derecha, en la superior y en cursivas, la prioridad; al centro la riqueza de especies y entre paréntesis y en negritas, el valor complementario.



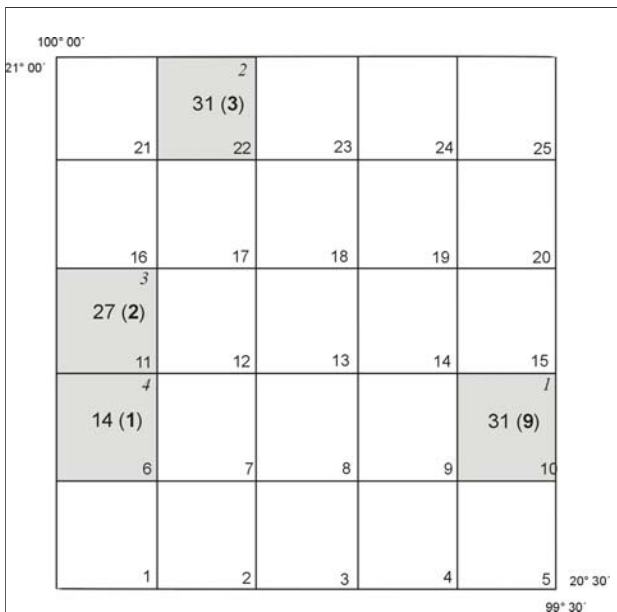
**Figura 36.** Ubicación de los subcuadrantes prioritarios de acuerdo con el valor de endemismo (VE) en el Semidesierto Queretano.

CRITERIOS UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE COMPLEMENTARIEDAD

**D ) Número de especies amenazadas (EA)**

Se consideró como especie amenazada (EA) a aquella referida en la Norma Oficial Mexicana 059, y que de acuerdo con ésta, aduce alguna problemática en su sobrevivencia. Para el análisis se calculó la frecuencia inversa del total de especies con esta etiqueta por subcuadrante y se aplicó el procedimiento iterativo del análisis complementario.

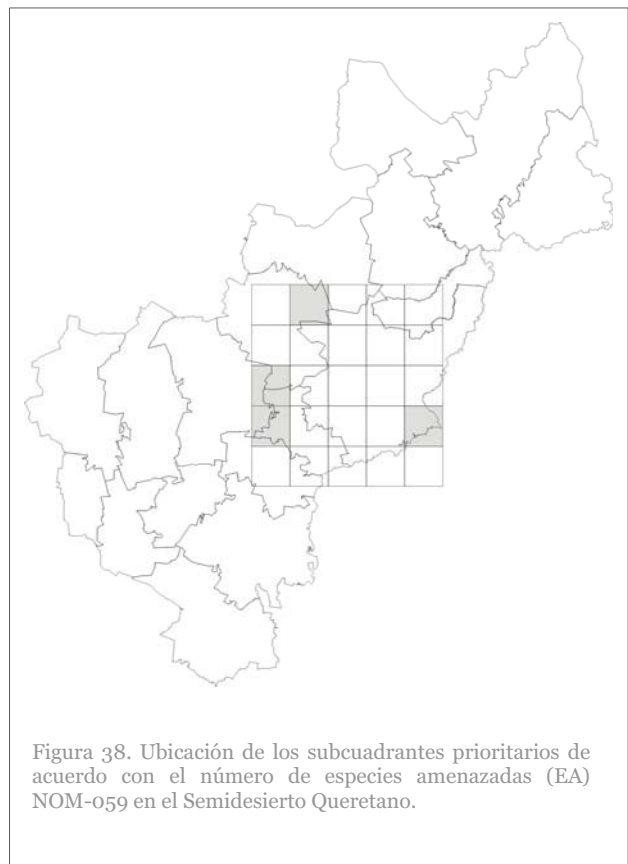
Este análisis produjo un sistema de cuatro subcuadrantes prioritarios (alrededor de 400 km<sup>2</sup>) que protegen la totalidad de las especies amenazadas, el cual incluye a *M. herrerae* y *E. grusonii* más las trece especies registradas en el trabajo de campo (Figura 37).



**Figura 37.** Distribución complementaria de las especies amenazadas (EA) NOM-059 en los subcuadrantes prioritarios del Cuadrante Tolimán (en gris). Se indica la numeración en la esquina inferior derecha, en la superior derecha y en cursivas, la prioridad; al centro la riqueza de especies y entre paréntesis y en negritas, el valor complementario.

A nivel regional la configuración espacial de estos taxa se concentra en tres áreas aisladas: al Este, Oeste y Norte (Figura 38), que coin-

ciden parcialmente con la riqueza de especies y endemismos, y en donde los subcuadrantes Mesa de León y Bernal aparecen con los valores más altos de prioridad. Adicionalmente, el análisis también permite corroborar que un taxón endémico no necesariamente está amenazado-según los criterios de la NOM-059-SEMARNAT-2001-, y viceversa.



**Figura 38.** Ubicación de los subcuadrantes prioritarios de acuerdo con el número de especies amenazadas (EA) NOM-059 en el Semidesierto Queretano.

Bajo este criterio bastaría un área relativamente pequeña, pero disgregada, para incluir a las cactáceas amenazadas; la cual también albergaría una buena representación de las regiones naturales más sobresalientes del Semidesierto Queretano; no obstante, el grado de amenaza es una variable que podría cambiar relativamente rápido, dado que está determinada por causas múltiples y esto traería como consecuencia la posible modificación del esquema propuesto para la conservación.

CRITERIOS UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE COMPLEMENTARIEDAD

**E) Especies prioritarias para la conservación (EPC)**

En esta categoría se incluyeron las 19 especies seleccionadas para su introducción al cultivo en el Jardín Botánico (ver cuadro 1); en la cual, se encuentran incluidos los taxa que pertenecen a la Norma 059, más otras especies que de acuerdo con el análisis descrito en la Parte I, presentan distribución restringida, reducida abundancia local y cierto grado de afectación por varios factores (ver Cuadro 2), que las hacen más vulnerables y ponen en riesgo su sobrevivencia.

Para el análisis de selección y priorización de sitios para conservar estas especies, se procedió también con el método iterativo, a partir del inverso de la frecuencia de la distribución de cada especie. La distribución resultante integró a siete subcuadrantes prioritarios (Figura 39) que siguen el patrón espacial general de los criterios de conservación que le anteceden.

Como se observa en la figura 40, en el Norte se aglutinan tres subcuadrantes adyacentes, dos en el Este y dos en el Oeste del Cuadrante Tolimán. Es notorio el cambio en el orden de prioridad de los subcuadrantes seleccionados, ya que la prioridad la obtiene el subcuadrante Bernal, seguido por Higuierillas y La Tinaja; es decir, cobran mayor importancia los subcuadrantes situados al Norte y al Oeste, debido al efecto aditivo entre los factores de amenaza y la baja frecuencia de registros, los cuales se destacan en sitios o zonas con presencia de especies como *Mammillaria microhelia*, *M. gracilis*, *M. decipiens subsp. camptotricha* y *Thelocactus leucacanthus subsp. schmollii*.

Como resultado de esta ponderación hacia el contingente total de especies prioritarias (EPC), la conservación de éstas, se efectuaría en aproximadamente 770 km<sup>2</sup> (28 % del semidesierto Queretano), y al igual que con los otros criterios evaluados, las eco-regiones im-

portantes para abrigar a esta colección de especies son: la cuenca del Río Estórax y su confluencia hacia la cuenca del Río Moctezuma, más una zona adyacente al Eje Neovolcánico.

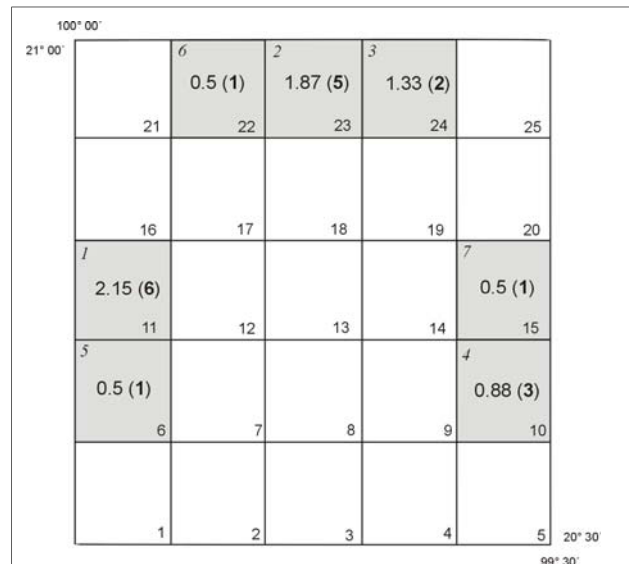


Figura 39. Distribución complementaria de las especies prioritarias para la conservación (EPC) en los subcuadrantes prioritarios del Cuadrante Tolimán (en gris). Se indica la numeración en la esquina inferior derecha, en la superior derecha y en cursivas, la prioridad; al centro el valor de la frecuencia inversa y entre paréntesis y en negritas, el valor complementario.



Figura 40. Ubicación de los subcuadrantes prioritarios de acuerdo con el número de especies prioritarias para la conservación (EPC) en el Semidesierto Queretano.

## INTEGRACIÓN DE LA CONSERVACIÓN CACTOLÓGICA *IN SITU* EN UN ENFOQUE MULTICRITERIO

Mediante un proceso aditivo, se reunieron en un solo esquema todos los criterios utilizados y descritos en la sección anterior, de modo que esta integración de factores fue nuevamente analizada para conformar una propuesta *multicriterio* (Noss *et al.*, 2002). Con este enfoque y aplicando análogamente el principio de complementariedad y su proceso iterativo (Margules *et al.*, 1988; y Presey *et al.*, 1993), se sintetiza y se prioriza al máximo la jerarquía de las zonas prioritarias para la conservación cactológica.

Una estrategia de conservación multicriterio como ésta, se convierte en el antecedente inmediato para una propuesta potencial de conservación biológica *in situ*, en virtud de que responde a las respuestas fundamentales: ¿Qué conservar? (criterios biológicos de selección), ¿Cómo definir el área de conservación? (método de selección) y ¿Dónde conservar? (definición del espacio geográfico explícito).

A través de esta estrategia se incluyen simultáneamente todos los criterios con valor para la conservación, y el resultado es una estructura única donde se representan los sitios esenciales para la preservación de especies. En un contexto espacial, tanto la distribución de los valores multicriterio como su ubicación geográfica constituyen la propuesta más óptima y eficiente, dada la ventaja de acumular características irremplazables y biológicamente deseables para la conservación, ya que la propuesta integral incluye los siguientes criterios:

- a) Riqueza total de especies.
- b) Riqueza total de especies y riqueza total basada en endemismos.
- c) Valor del endemismo.
- d) Número de especies amenazadas (NOM-059-SEMARNAT-2001).
- e) Número de especies prioritarias para la conservación.

Esta propuesta determinó la selección de ocho subcuadrantes prioritarios (Figura 41) que sintetizan *todos* los criterios de conservación evaluados. El arreglo espacial de estos sitios confirma que los valores inherentes para la conservación son susceptibles de acomodarse en una estructura singular, la cual expresa una propuesta totalmente incluyente y de gran potencial teórico para la práctica de la conservación de cactáceas del Semidesierto Queretano. Con sólo conservar menos de 900 km<sup>2</sup> del área total, se protege a esta biota cactológica.

El espaciamiento de las zonas prioritarias multicriterio (Figura 42) sigue un patrón de distribución semejante al que muestran los criterios individuales, es decir, la conserva-

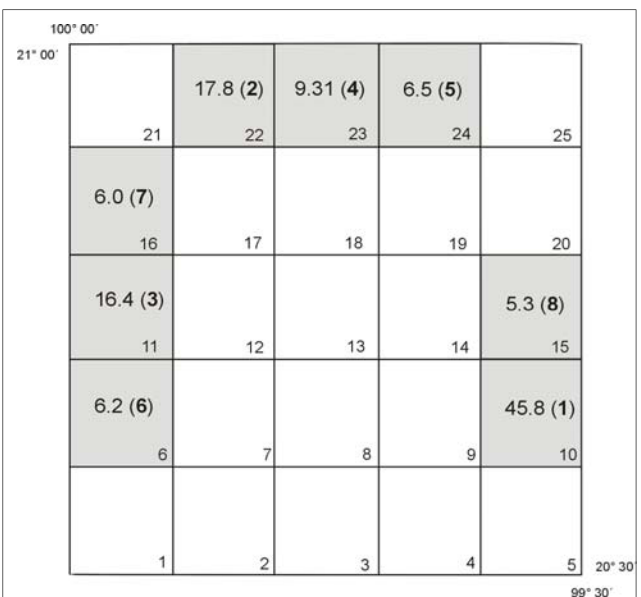


Figura 41. Distribución complementaria multicriterio (riqueza total de especies-endemismo, valor de endemismo (VE), especies amenazadas (EA) –según la NOM-059-SEMARNAT-2001- y especies prioritarias para la conservación (EPC) en el Cuadrante Tolimán. Se indica la numeración en la esquina inferior derecha; al centro el valor de la frecuencia inversa y entre paréntesis y en negritas, el valor complementario.

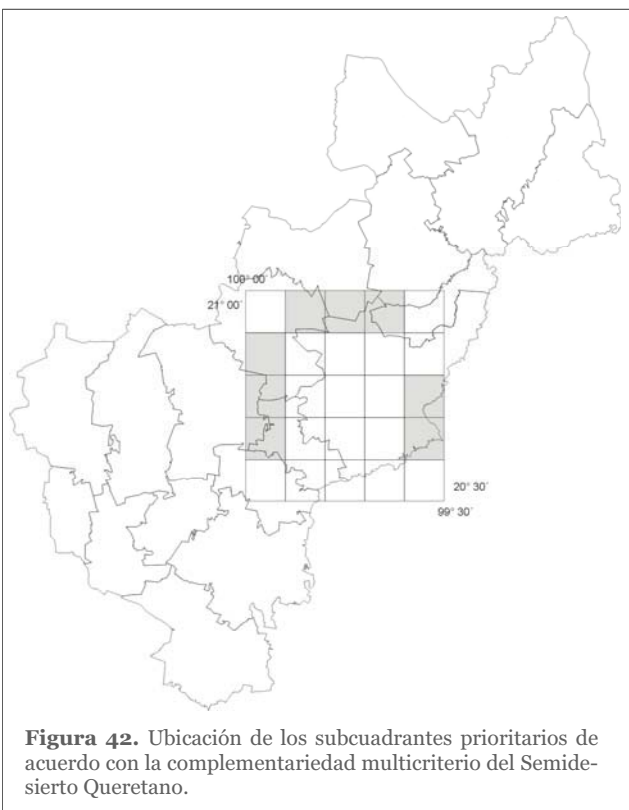
ción debe orientarse esencialmente hacia los tres conglomerados presentes en el Este, el Oeste y el Norte del área, donde se destaca que la prioridad definitiva es conservar el subcuadrante Mesa de León, seguido por el subcuadrante El Chilar y en tercer término el

INTEGRACIÓN DE LA CONSERVACIÓN CACTOLÓGICA *IN SITU* EN UN ENFOQUE MULTICRITERIO

subcuadrante Bernal, seguidos por el orden de prioridad que se indica en la Figura 41.

Una conformación espacial de este tipo es, adicionalmente, el reflejo de la importancia del ambiente biofísico en el que se desarrolla la diversidad de cactáceas en esta zona; en la que destaca la variada orografía de la Cuenca Estórax-Moctezuma, que genera un gradiente ambiental de aridez en la región, mismo que se extiende a lo largo de los sitios prioritarios.

De relevancia ambiental es la confluencia de las unidades ambientales áridas con elementos fisiográficos del Altiplano y el Eje Neovolcánico, expresados en el segmento Suroeste del Semidesierto Queretano, también prioritario para la conservación.



**Figura 42.** Ubicación de los subcuadrantes prioritarios de acuerdo con la complementariedad multicriterio del Semidesierto Queretano.

Finalmente si este esquema de subcuadrantes se traslapa con el relieve del terreno, con la finalidad de explicar la distribución de las áreas seleccionadas a partir de un enfoque de

unidades ambientales, se observa que las áreas prioritarias resultantes corresponden con claridad a tres sistemas geomorfológicos y ambientales, los cuales se describen a continuación.

Los subcuadrantes Mesa de León y Altamira abarcan un gradiente altitudinal que va desde 1500 hasta 3000 m sobre el nivel del mar, el cual se extiende desde el fondo del Cañón del Infiernillo (cauce del Río Moctezuma) y hasta la cima del cerro El Espolón, e incluye la importante meseta que constituye la Mesa de León, sobre la que se distribuyen los matorrales Crasicaule, Micrófilo y Rosetófilo, que son los tipos de vegetación con mayor número de registros de *Cactaceae* en el Cuadrante Tolimán.

El sistema Noroeste de subcuadrantes señalados corresponde al sistema de cañadas que conforman la Cuenca del Río Estórax. Este sistema es relativamente homogéneo y está conformado por lomeríos suaves y cañadas, generadas por los pliegues de la Sierra Madre Oriental y los tipos de vegetación predominantes son los Matorrales Crasicaule y Micrófilo. Este sistema comprende los subcuadrantes Panales, El Chilar, Higuerrillas y La Tinaja.

Por otra parte, en el área Oeste, el subcuadrante La Purísima corresponde a un sistema montañoso de rocas volcánicas vinculadas geológica y florísticamente con la Sierra del Zamorano y en este sistema se destaca la presencia de *Mammillaria microhelia* y *M. muehlenpfordtii*, ambas con Índices de Rareza muy bajos y con superficies de distribución muy limitada; mientras el subcuadrante Bernal, constituye el inicio del Semidesierto Queretano, ya que en este sitio se presenta el extremo de los afloramientos de roca caliza y el matorral micrófilo y en él se registra la presencia de *Turbinicarpus pseudomacroechele*.



---

## CONCLUSIÓN GENERAL

---

El método empleado ha servido para ensayar una posible ruta de trabajo técnico hacia la conformación de una estrategia general de conservación para la flora xerófila del estado de Querétaro, basada en tres acciones concretas:

- A) La generación del conocimiento técnico básico que se requiere para la solución de un planteamiento específico, el cual consiste en la necesidad de conservar la riqueza cactológica y florística del Semidesierto Queretano, mediante el trabajo de campo y los resultados del análisis de la información.
- B) Empezar y concretar al menos una tarea específica dirigida a solucionar el problema de la conservación, lo cual se efectuó a través de la propagación de las especies con mayores problemas de sobrevivencia.
- C) Plantear una propuesta de amplio alcance con un fundamento técnico confiable, la cual está plasmada en la estrategia de conservación *in situ* para las cactáceas del Semidesierto Queretano.

En este ensayo se ha considerado a la familia *Cactaceae* como un grupo de especies “clave”, cuya condición de conservación o de deterioro se puede interpretar como un “indicador” del estado general de su ecosistema; por lo tanto, el conocimiento y las propuestas generadas servirán de base para nuevos planteamientos de conservación con carácter holístico en el semidesierto Queretano.

Acerca del nivel de éxito obtenido con la reproducción de las especies prioritarias para la conservación, se concluye que:

- A) El procedimiento de introducción al cultivo fue totalmente exitoso ya que se logró la propagación de todas las especies seleccionadas, con un grado de aceptación

en calidad y cantidad razonablemente alto.

- B) Las posibilidades de ampliar el potencial del método de introducción al cultivo son cuantiosas, ya que es posible favorecer la incorporación de técnicas diversas que van desde la reproducción vegetativa, hasta el cultivo de tejidos.
  - C) Es posible generar un acervo de material biológico aceptable (plantas) para pensar en su posible reintroducción al ambiente, o para proveer de propágulos a nuevas Unidades de Propagación de Especies Silvestres que llegaran a instalarse en los sitios donde habitan las especies amenazadas.
-

## LITERATURA CITADA

- Álvarez-Hidalgo, S., C. González-Salvatierra, K. Juárez-Arriaga, M. Y. Pazarán-Navarijo y H. Suzán-Azpiri. 1999. Análisis poblacional de *Lophophora diffusa* en la zona de Higuierillas-Peña Blanca, Querétaro. En: Cactáceas y otras plantas suculentas. II Congreso Mexicano. I Congreso Latinoamericano y del Caribe. Vásquez Dávila, M. A. (Editor). Sociedad Mexicana de Cactología. Sociedad Mexicana de Cactología, Filial Oaxaca. 26-20 de octubre de 1999. Oaxaca, México. p. 74.
- Anderson, E. F., S. Arias y N. P. Taylor. 1994. Threatened cacti of Mexico. Royal Botanic Gardens Kew. U. K. 135 p.
- Anderson, E. F. 1996. Peyote. The Divine Cactus. Second edition. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona, U. S. A. 272 p.
- Anderson, E. F. 2001. The Cactus Family. Timber Press, Oregon, U. S. A. 776 p.
- Arias, S. 1989. Variación morfológica de *Astrophytum ornatum* (DC.) Web. (Cactaceae) en cuatro poblaciones de las zonas áridas queretana e hidalgense. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 75 p.
- Bárcenas, R. 1999. Patrones de distribución de cactáceas en el estado de Guanajuato. Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis de Licenciatura. 25 p.
- Bravo-Hollis, H. 1978. Las Cactáceas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. 743 p.
- Bravo-Hollis, H. y H. Sánchez-Mejorada. 1991a. Las cactáceas de México. Vol. 2, 2a. ed. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 404 p.
- Bravo-Hollis, H. y H. Sánchez-Mejorada. 1991b. Las cactáceas de México. Vol. 3, 2a. ed. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 643 p.
- Craig, R. T. 1989. The Mammillaria Handbook. Abbey Garden Press, Pasadena, California. 390 p.
- Diario Oficial de la Federación. 6 de marzo de 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. p. 1-81.
- Escobar, V. y F. Huerta. 1999. Relaciones Ecológicas de *Ferocactus histrix* (DC). G. E. Linds. en Los Llanos de Ojuelos, Jalisco-Zacatecas. Cact. Suc. Mex. 44(2) 40:48.
- Faith, D. P. and P. A. Walker. 1996. Integrating Conservation and Development: Incorporating vulnerability into biodiversity assessment of areas. Biodiversity and Conservation. 5: 417-429.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. Offset Larios. México. 217 p.
- Glass, Ch. 1998. Guía para la identificación de Cactáceas amenazadas de México. Vol. 1. CONABIO, CANTE, México, D. F. Sin paginación.
- Godínez, H. 2002. Evaluación de dos Cactáceas Mexicanas Incluidas en el Apéndice I de CITES. Informe Final del Proyecto V039. CONABIO, México. 72 p.
- Goettsch, B. and H. M. Hernández. 2006. Beta diversity and similarity among cactus assemblages in the Chihuahuan Desert. Journal of Arid Environments. 65: 513-528.
- Gómez-Hinostrosa, C. and H. M. Hernández. 2000. Diversity, geographical distribution, and conservation in the Mier y Noriega region, México. Biodiversity and Conservation. 9: 403-418.
- Guzmán, U., S. Arias y P. Dávila. 2003. Catálogo de Cactáceas Mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 315 p.
- Hernández, H. M. and H. Godínez. 1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. Acta Botánica Mexicana 26: 33-52.
- Hernández, H. M. and R. T. Bárcenas. 1995. En-

- dangered cacti in the Chihuahuan Desert: I. Distribution patterns. *Conservation Biology*. 9 (5): 1176-1188.
- Hernández, H. M. and R. T. Bárcenas. 1996. Endangered cacti in the Chihuahuan Desert: II. Biogeography and Conservation. *Conservation Biology*. 10(4): 1200-1209.
- Hernández, H. M., C. Gómez-Hinostrosa and R. T. Bárcenas. 2001. Diversity, spatial arrangement, and endemism of *Cactaceae* in the Huizache area, a hot spot in the Chihuahuan Desert. *Biodiversity and Conservation*. 10: 1097-1112.
- Hernández, M. H., C. Gómez-Hinostrosa and B. Goettsch. 2004. Checklist of Chihuahuan Desert *Cactaceae*. *Harvard Papers in Botany*. 9 (1): 51-68.
- Hernández-Oria, J. G., R. Chávez. y E. Sánchez. En Prensa. Estado de Conservación de *Echinocereus schmollii* (Weing.) N. P. Taylor en Cadereyta de Montes, Querétaro. *Cact. Suc. Mex. México*.
- Hunt. D. 1999. Cites *Cactaceae* Checklist. Royal Botanic Gardens Kew & International Organization for Succulent Plant Study. 315 p.
- INEGI, 1986. Síntesis Geográfica Nomenclátor y Anexo Cartográfico del Estado de Querétaro. Secretaría de Programación y Presupuesto, México. 141 p.
- Kerr, J. T. 1997. Species richness, endemism, and the choice of areas for conservation. *Conservation Biology* 11: 1094-1100.
- Margules, C. R., A. O. Nicholls and R. L. Pressey. 1988. Selecting networks of reserves to maximize biological diversity. *Biological Conservation* 43: 63-76.
- Margules, C. R. and R. L. Pressey. 2000. Systematic Conservation Planning. *Nature* 403: 243-253.
- Medellín-Leal, F. 1982. The Chihuahuan Desert. In G. L. Bender, Editor. Reference handbook on the deserts of North America. Greenwood Press, USA. p. 321-372.
- Noss, R. F., C. Carrroll, K. Vance-Borland and G. Wuerthner. 2002. A multicriteria assessment of the irremplazability and vulnerability of sites in the greater Yellowstone ecosystem. *Conservation Biology* 16(4):895-908.
- Ortega, V. R. A. 2004. Rescate y caracterización ecológica de especies vegetales en estatus crítico de conservación, en el área del proyecto hidroeléctrico Zimapán, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 72 p.
- Pilbeam, J. 1999. The Cactus File Handbook 6, *Mammillaria*. Nuffield Press, Oxford. 104 p.
- Pressey, R. L., C. J. Humpries, R. I. Margules, R. I. Vane-Wright and P. H. Williams. 1993. Beyond opportunism: Key principles for systematic reserve selection. *Trends in Ecology and Evolution* 8: 124-128.
- Reppenhagen, W. 1991. Die Gattung *Mammillaria* Monographie Band 1. Druckerei Steinhart GmbH. Neustadt Deutschland. 1- 363 s.
- Reppenhagen, W. 1992. Die Gattung *Mammillaria*. Band 2 Druckerei Steinhart GmbH. Neustadt, Deutschland. 364-811 s.
- Rzedowski, J. 1978. La Vegetación de México. Limusa, México. 432 p.
- Sánchez, E. 1994. *Wilcoxia schmollii* (Weing.) Knuth una especie amenazada de fácil propagación. *Boletín Amaranto* 7(3): 32-38.
- Sánchez, E. 1995. Retos y oportunidades en la comercialización de cactáceas mexicanas. Reflexiones para la acción. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro. 38 p.
- Sánchez E., G. Galindo y J. Hernández. 1995. Propagación de Cactáceas del estado de Querétaro, México: Estrategias para su conservación. En Linares, E. *et al.* (Eds.). Conservación de Plantas en Peligro de Extinción: Diferentes enfoques. Instituto de Biología UNAM, México. p. 107-115.
- Scheinvar, L. 2004. Flora Cactológica del estado de Querétaro, Diversidad y Riqueza. Fondo de Cultura Económica. México. 389 p.
- Schluter, D. and D. Ricklefs. 1993. Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives. University of Chicago Press. 434 p.
- Smith, M. S. 2003. - Sacramental and Medicinal Cacti – Peyote, San Pedro and other Ethnopharmacological *Cactaceae*. Printed and distributed by Rainbow Gardens Bookshop. USA. 53 p.
- Taylor, N. 1986. The Genus *Echinocereus* (A Kew magazine monograph). The Royal Botanic Gardens, Kew in association with Collingridge. 2<sup>nd</sup>. impression. Great Britain. 160 p.
- Tambutti, M., A. Aldama, O. Sánchez, R. Medellín
-

- y J. Soberón. 2001. La Determinación del Riesgo de Extinción de Especies Silvestres en México. *Gaceta Ecológica*. Instituto Nacional de Ecología. México. 61: 11-21.
- Vane-Wright, R. I., C. J. Humphries and P. H. Williams. 1991. What to protect? Systematics and the agony of choice. *Biological Conservation* 55: 235-254.
- Williams –Línera, G., G. Halffter y E. Ezcurra. 1992. Estado de la Biodiversidad en México. En: La Diversidad Biológica de Iberoamérica. G. Halffter (Comp.). Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Instituto de Ecología, A. C. y Secretaría de Desarrollo Social. México. 389 p.
- Zamudio, S., J. Rzedowski, E. Carranza y G. Calderón. 1992. La Vegetación en el Estado de Querétaro. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro e Instituto de Ecología A. C. 92 p.

#### CARTOGRAFÍA CITADA

- Centro Queretano de Recursos Naturales. (2003). Mapa de Uso del Suelo del Estado de Querétaro (1:50, 000). Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro.

#### RECURSOS ELECTRÓNICOS

[http://www.conabio.gob.mx/informacion/geo\\_espanol/doctos/imagen\\_mes.html](http://www.conabio.gob.mx/informacion/geo_espanol/doctos/imagen_mes.html)

<http://www.cites.org>

<http://www.iucnredlist.org>

[http://www.qro.itesm.mx/servicios\\_int/biingeniería/a\\_kotschoubeyanus.htm](http://www.qro.itesm.mx/servicios_int/biingeniería/a_kotschoubeyanus.htm) \*

[http://www.qro.itesm.mx/servicios\\_int/biingeniería/a\\_ornatum.htm](http://www.qro.itesm.mx/servicios_int/biingeniería/a_ornatum.htm) \*

[http://www.qro.itesm.mx/servicios\\_int/biingeniería/m\\_microhelia.htm](http://www.qro.itesm.mx/servicios_int/biingeniería/m_microhelia.htm) \*

[http://www.qro.itesm.mx/servicios\\_int/biingeniería/m\\_muelen.htm](http://www.qro.itesm.mx/servicios_int/biingeniería/m_muelen.htm) \*

[http://www.qro.itesm.mx/servicios\\_int/biingeniería/s\\_disciformis.htm](http://www.qro.itesm.mx/servicios_int/biingeniería/s_disciformis.htm) \*

[http://www.qro.itesm.mx/servicios\\_int/biingeniería/g\\_turbi.htm](http://www.qro.itesm.mx/servicios_int/biingeniería/g_turbi.htm) \*

\* Sitio consultado en el año 2002.

#### OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN

Sistema de Información Geográfica del Jardín Botánico Regional de Cadereyta y sus bases de datos coligadas, desarrolladas para el Proyecto “**Propagación de especies de la familia Cactaceae en el semidesierto queretano y valoración ecológica preliminar en su hábitat**”, auspiciado con Fondos Mixtos del Gobierno del Estado de Querétaro y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) (FOMIX “QRO-2003-C01-10152”).

## APÉNDICE

### ESPECIES REGISTRADAS EN EL CUADRANTE TOLIMÁN

#### NOMENCLATURA EMPLEADA EN EL APÉNDICE

#### **Categorías NOM-059-SEMARNAT-2001:**

**Pr:** Sujeta a Protección Especial.

**A:** Amenazada.

**P:** En peligro de Extinción.

#### **Categorías IUCN:**

**NT:** Cercana a la Amenaza (Near Threatend).

**VU:** Vulnerable (Vulnerable).

**DD:** Información Insuficiente (Data Deficient); cuando la información existente es insuficiente para determinar su riesgo de extinción.

#### **Categorías CITES:**

Toda la familia Cactaceae se encuentra en el apéndice II, excepto las especies señaladas por el apéndice I.

Apéndice II: Especies que no necesariamente están amenazadas, pero que podrían llegar a estarlo, de las cuales su comercio internacional es estrictamente regulado.

Apéndice I: Especies que están amenazadas de extinción y cuyo comercio internacional está prohibido.

#### **Tipos de vegetación**

**MXC:** Matorral Xerófilo Crasicaule.

**MXM:** Matorral xerófilo Micrófilo.

**MXR:** Matorral Xerófilo Rosetófilo.

**MS:** Matorral Submontano.

**BTC:** Bosque Tropical Caducifolio.

**BE:** Bosque Espinosos.

**EA:** Encinar Arbustivo

**BQP:** Bosque de Encino-Pino.

**BQ:** Bosque de Encino.

**BA:** Bosque de Abetos.

**VS:** Vegetación secundaria de cualquiera de los tipos primarios.

#### **Índices de Rareza Biogeográfica**

**IFR:** Índice de Frecuencia Regional.

**IAGR:** Índice Amplitud Geográfica Regional.

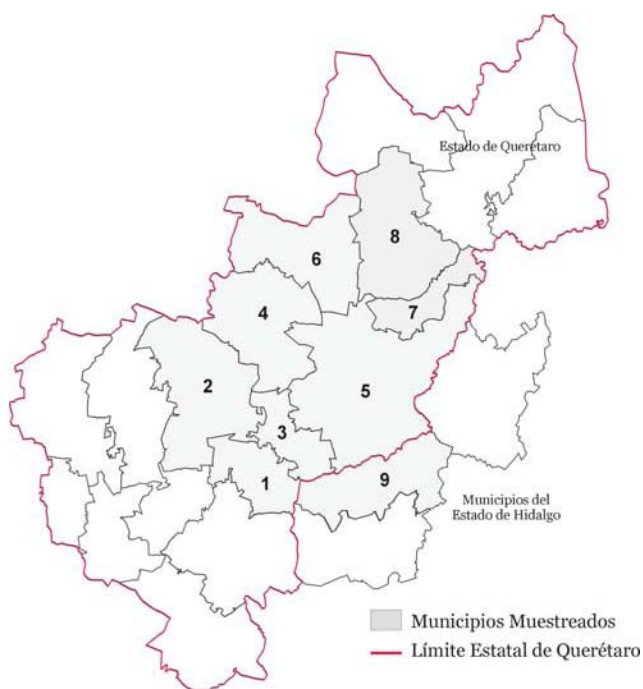
**IRR:** Índice de Rareza Regional.

## APÉNDICE

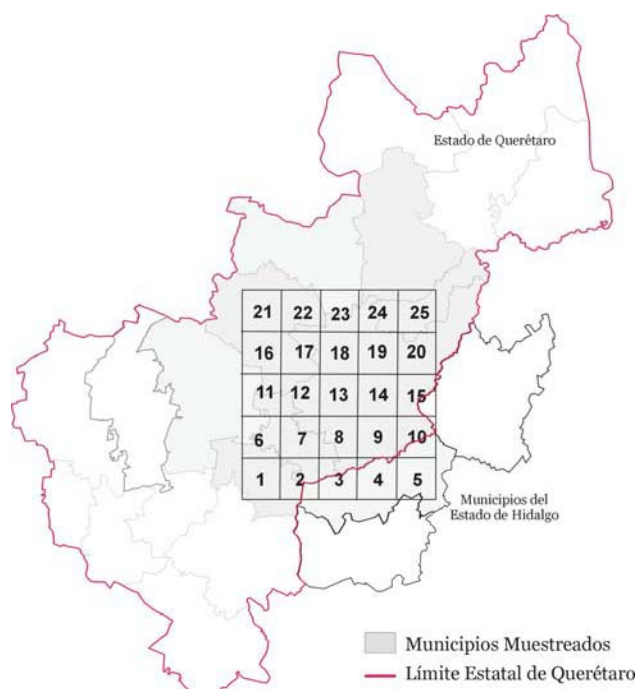
## ESPECIES REGISTRADAS EN EL CUADRANTE TOLIMÁN

## NOMENCLATURA EMPLEADA EN EL APÉNDICE

## MUNICIPIOS MUESTREADOS



## DISTRIBUCIÓN DE LOS SUBCUADRANTES DEL CUADRANTE TOLIMÁN.



## Municipios de Querétaro:

1. Tequisquiapan.
2. Colón.
3. Ezequiel Montes.
4. Tolimán.
5. Cadereyta.
6. Peñamiller.
7. San Joaquín.
8. Pinal de Amoles.

## Municipios de Hidalgo:

9. Tecozautla

## Nombres de los Subcuadrantes:

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| 1. La Tortuga    | 20. Maconí       |
| 2. Tequisquiapan | 21. Tolimán      |
| 3. Portezuelo    | 22. El Chilar    |
| 4. Boyecito      | 23. Higuierillas |
| 5. Hidalgo       | 24. La Tinaja    |
| 6. La Purísima   | 25. San Joaquín  |
| 7. Cadereyta     |                  |
| 8. Boyé          |                  |
| 9. El Terrero    |                  |
| 10. Mesa de León |                  |
| 11. Bernal       |                  |
| 12. Zituní       |                  |
| 13. Mintehé      |                  |
| 14. Sombrerete   |                  |
| 15. Altamira     |                  |
| 16. Panales      |                  |
| 17. Rancho Nuevo |                  |
| 18. Vizarrón     |                  |
| 19. Los Juárez   |                  |



Esta publicación está impresa en papel 100% reciclado



Gobierno del Estado de  
**QUERETARO**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN

