

74
2ei



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"Diversidad, distribución y abundancia de cactáceas en la región de Mier y Noriega, México."

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGO

P R E S E N T A

CARLOS GÓMEZ HINOSTROSA



DIRECTOR DE TESIS: DR. HÉCTOR M. HERNÁNDEZ MACÍAS



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

26 09 62



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central

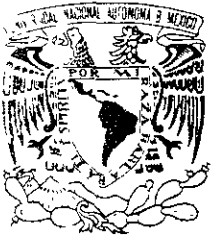


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:
-"Diversidad, distribución y abundancia de cactáceas en la región de Mier
y Noriega, México."
realizado por Carlos Gómez Hinostrosa
con número de cuenta 8737369-1 , pasante de la carrera de Biología
Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

- Director de Tesis Propietario Dr. Héctor M. Hernández Macías
- Propietario Dr. Fernando Chiang Cabrera
- Propietario M. en C. Francisco González Medrano
- Suplente Dr. Héctor Arita Watanabe
- Suplente M. en C. Irene Goyenechea Mayer-Goyenechea

Héctor Hernández Macías
F. Chiang
Francisco González Medrano
Héctor Arita Watanabe

FACULTAD DE CIENCIAS
U.N.A.M.

Consejo Departamental de Biología

Alejandro Martínez Moná
M. en C. Alejandro Martínez Moná



DEPARTAMENTO DE BIOLÓGICA

A mis Padres: Guillermo y Ma. Elena
y a mi Hermana Elena,

al maravilloso y misterioso
Desierto Chihuahuense,

y por supuesto, a Antonieta.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer primeramente al Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, en especial al Departamento de Botánica por todo el apoyo recibido durante la realización de este trabajo.

Al Doctor Héctor M. Hernández por el enorme apoyo y confianza que me ha brindado, así como por su valiosa asesoría y por supuesto su sincera amistad, que han hecho de él un verdadero director de tesis.

Al Dr. Fernando Chiang, el M. en C. Francisco González Medrano, el Dr. Héctor Arita y a la M. en C. Irene Goyenechea, quienes fungieron como sinodales, haciendo comentarios y correcciones muy valiosas.

Al Maestro Javier Valdés Gutiérrez por la revisión del manuscrito y por sus importantes sugerencias.

A las Dras. Hilda Flores y Helga Ochoterena que con su valiosa e interesante, pero sobre todo, apasionada cátedra de Botánica IV, han logrado cambiar el destino de mucha gente. Entre ellos me incluyo.

A Miriam Ramírez, Alfredo Wong, Rafael Torres, Lysania Macías, Patricia Huerta, Lourdes Barbosa, Santos Martínez “El Gallo”, por su valiosa ayuda y su sincera amistad.

A Rolando T. Bárcenas, por cientos de kilómetros recorridos y localidades visitadas.

A Renata y Miguel, por soportarme tantos años y estar conmigo, en las buenas y en las malas.

A María Antonieta por todo su apoyo, cariño y comprensión y por estar ahí, en los momentos más difíciles.

A todas las personas que de alguna u otra manera han hecho posible la culminación de ésta tesis.

El trabajo de campo fue financiado por la National Geographic Society (5577-95) y la Dirección General de Asuntos del Personal Académico – U.N.A.M. (IN206495), a través de los proyectos de cactáceas del norte de México, que lleva a cabo el Dr. Héctor M. Hernández M.

CONTENIDO

RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	2
II. ANTECEDENTES	4
III. OBJETIVOS	6
IV. ÁREA DE ESTUDIO	6
LOCALIZACION GEOGRÁFICA	6
FISIOGRAFÍA – GEOLOGÍA	8
CLIMA	9
VEGETACIÓN	12
V. MÉTODO	13
1. TRABAJO DE CAMPO	13
ESTIMACIÓN DE ABUNDANCIA RELATIVA	15
CATEGORÍAS DE ABUNDANCIA	15
2. ÍNDICES DE FRECUENCIA Y ABUNDANCIA RELATIVA REGIONALES Y DE AMPLITUD GEOGRÁFICA	16
ÍNDICE DE FRECUENCIA REGIONAL	16
ÍNDICE DE ABUNDANCIA RELATIVA REGIONAL	16
ÍNDICE DE AMPLITUD GEOGRÁFICA	16
3. ANÁLISIS DE COMPLEMENTARIEDAD	17

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
1. DIVERSIDAD	19
2. ÍNDICES DE FRECUENCIA Y ABUNDANCIA RELATIVA REGIONALES	23
3. ÍNDICE DE AMPLITUD GEOGRÁFICA	29
4. ANÁLISIS DE COMPLEMENTARIEDAD	31
5. GRADO DE RAREZA	35
VII. LITERATURA CITADA	39

LISTA DE CUADROS

1. Diversidad de cactáceas en diferentes regiones de México.	20
2. Niveles de abundancia de las especies de cactáceas.	25
3. Porcentajes de complementariedad de las especies de cactáceas.	33
4. Porcentajes de complementariedad de las especies amenazadas de cactáceas.	33
5. Tipos de rareza en las especies de cactáceas.	36
6. Propuesta para la permanencia, inclusión y exclusión de varias especies de cactáceas en las listas oficiales de la CITES, la IUCN, y la NOM059.	39

LISTA DE FIGURAS

1. Ubicación geográfica del área de estudio.	7
2. Topografía del área de estudio.	8
3. Distribución de las temperaturas medias en el área de estudio.	9
4. Distribución de la precipitación en el área de estudio.	10
4a. Climograma de la región de Mier y Noriega.	11
4b. Climograma de la región del Huizache.	11
5. Tipos de vegetación en el área de estudio.	13
6. Muestreos realizados en el área de estudio.	14
7. Curva de acumulación de especies.	19
8. Diversidad cactológica en diferentes regiones de México.	21

9. Patrones de diversidad.	22
10. Composición taxonómica de las cactáceas de la región.	23
11. Índice de frecuencia regional.	24
12. Índice de abundancia relativa regional.	26
13. Suma de los índices de abundancia relativa y frecuencia regionales.	28
14. Índice de amplitud geográfica.	30
15. Distribución geográfica de <i>Echinocactus platyacanthus</i> .	31
16. Distribución geográfica de <i>Turbinicarpus subterraneus</i> .	32
17. Áreas prioritarias para la conservación de cactáceas en la región.	35
18. Suma de los índices de frecuencia y abundancia relativa regionales y de amplitud geográfica.	37

LISTA DE ANEXOS

1. Especies registradas en la región y los nuevos registros para el área	44
2. Número de localidades en que se encontró cada especie y sus índices de frecuencia regional.	45
3. Índices de abundancia relativa regional.	46
4. Categorización de las especies de acuerdo con su frecuencia y abundancia relativa.	47
5. Distribución de las especies registradas en la región y su índice de amplitud geográfica.	48
6. Caracterización de las especies de acuerdo con su distribución, frecuencia y abundancia relativa.	49

RESUMEN

Se realizó el inventario florístico de las especies de cactáceas que se encuentran en la región de Mier y Noriega. El estudio se llevó a cabo en un área de aproximadamente 2845 km², entre los 23° 00' - 23° 30' lat. N y los 100° 00' - 100° 30' lat. W, que incluye parte de los estados de Nuevo León, Tamaulipas y San Luis Potosí. Se desarrolló un método intensivo y sistemático para coleccionar en la zona de estudio, la cual fue dividida en 25 subcuadrantes de 6 minutos por lado y se realizaron de tres a cuatro muestreos en cada subcuadrante. Un total de 80 sitios de colecta se muestrearon para las especies de cactáceas y 1283 ejemplares se depositaron en el Herbario Nacional de México (MEXU). Así mismo, para generar información importante sobre el estado de conservación de las especies, se estimó la abundancia relativa por especie en cada sitio de colecta, usando un método similar a los transectos en línea. También se obtuvo la frecuencia de aparición y la extensión geográfica para las especies de cactáceas que habitan en la región. Con un total de 54 especies registradas, el área estudiada se considera como una zona con alta riqueza en especies de cactáceas, de las cuales 28 son nuevos registros para el área y 14 son nuevos registros para el estado. La mayor diversidad de especies se presenta en la parte SW del cuadrante, cercana a la parte NW de la región de "El Huizache" en San Luis Potosí. Diecinueve es el total de especies en el área consideradas amenazadas. Los datos obtenidos indican que el 29.6% de las especies encontradas en la región son poco frecuentes y poco abundantes. Con base en la frecuencia y la abundancia relativa regionales y la extensión geográfica de las especies estudiadas, se confirman y se rectifican varios de los "status" de amenaza en que se encuentran ubicadas actualmente las especies de cactáceas en los listados oficiales de la CITES, la IUCN y la NOM059. Así también, se propone la inclusión de varias de las especies analizadas en dichos listados. En suma, la diversidad, así como el gran número de especies amenazadas de cactáceas encontradas en la región de Mier y Noriega, hacen de ésta un área importante para la conservación de cactáceas en la región del Desierto Chihuahuense.

I. INTRODUCCIÓN

México es un país con una enorme extensión de zonas áridas; más de la mitad del territorio (60% del área total) es árido o semiárido, debido a que se encuentra ubicado entre los 20° y los 40° de latitud Norte, dentro de las zonas de altas presiones y aires descendentes que en ambos hemisferios causan aridez. En estas regiones, las plantas han experimentado una evolución profunda, dando origen a una flora rica y de formas biológicas especializadas, en no pocos casos únicas (Rzedowski, 1991). Un ejemplo de ello es la familia Cactaceae que, aunque tiene sus orígenes en Sudamérica, ha alcanzado en México su máxima diversidad (Bravo, 1978; Bravo y Sánchez-Mejorada, 1991a, 1991b; Rzedowski 1991; Hernández y Godínez, 1994). Esta familia comprende cerca de 100 géneros y 1500 especies (Barthlott y Hunt, 1993), distribuyéndose casi exclusivamente en el continente Americano, desde Canadá hasta el estrecho de Magallanes en América de Sur (Bravo, 1978).

Siguiendo los criterios taxonómicos de Hunt (1992), México cuenta con 48 géneros y unas 563 especies reconocidas de cactáceas. Una de las regiones con mayor riqueza de especies corresponde a la porción sureste del Desierto Chihuahuense, particularmente en los estados de Coahuila, San Luis Potosí, Tamaulipas y Nuevo León, incluyendo la zona árida Queretano-Hidalguesa. Otros centros de diversificación se encuentran en el Desierto Sonorense (Sonora, Baja California Sur y Baja California), en los valles de Tehuacán-Cuicatlán (Puebla y Oaxaca), en la región de la Mixteca, en la porción sur del Istmo de Tehuantepec y en la Cuenca del río Balsas (Hernández y Godínez, 1994). Fuera de las regiones áridas y semiáridas de México en donde están concentrados la mayor parte de los representantes de esta familia, su diversidad disminuye drásticamente. En otras partes de América existen regiones relativamente ricas en especies de cactáceas, tales como el suroeste de los Estados Unidos de América (Benson, 1982), el noreste de Brasil (Andrade-Lima, 1981) y la porción Norte de Argentina (Mourelle y Ezcurra, 1996), junto con algunas regiones de Bolivia (Navarro, 1996).

Con respecto al endemismo que presentan las cactáceas mexicanas, éste es muy alto, alcanzando a nivel genérico un 73% y a nivel específico un 78%. Esto nos muestra que son plantas de extrema rareza y a veces con áreas de distribución muy restringida. Rabinowitz (1981, *et al* 1986) propone siete diferentes formas o tipos de rareza en plantas, los cuales están basados en tres características que las especies poseen: área de distribución geográfica, especialización al hábitat y tamaño o densidad de las poblaciones locales; estas características pueden presentarse de manera individual o combinada. Por ejemplo, *Echinocactus platyacanthus*, “biznaga burra o de tonel” es una especie con una amplia distribución geográfica, que abarca los estados de Coahuila, Nuevo León,

Tamaulipas, San Luis Potosí, Zacatecas, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Puebla y Oaxaca habitando en zonas áridas, en diferentes condiciones edáficas, pero generalmente presentando poblaciones poco densas. En contraste, un ejemplo extremo de endemismo es *Ariocarpus bravoanus*, descrito por Hernández y Anderson (1992). Esta especie sólo se encuentra en San Luis Potosí, en un área no mayor a unas cuantas hectáreas y en la cual únicamente se han localizado no más de 300 individuos.

Hernández y Godínez (1994), adoptan un concepto amplio para incluir dentro del término de amenazada a “cualquier especie o entidad infraespecífica cuya sobrevivencia esté real o potencialmente en peligro, debido a que, por factores naturales o antropogénicos, su área de distribución sea muy restringida, o bien porque, independientemente de la extensión de su distribución, los individuos se presentan en densidades relativamente bajas en la mayoría de las poblaciones”. Según el criterio anterior, estimaciones obtenidas por los mismos autores indican que aproximadamente un 35 % del total de las especies mexicanas se encuentran amenazadas.

La gran vulnerabilidad en la mayoría de especies de esta familia es provocada por una combinación de características biológicas y ecológicas inherentes en ellas, tales como el presentar tasas de crecimiento muy bajas y ciclos de vida frecuentemente muy largos (Gibson y Nobel, 1986). Por otro lado, el reclutamiento de nuevos individuos en las poblaciones es muy bajo. Esto determina que por lo común las poblaciones se restablezcan de manera muy lenta después de un evento de perturbación. Además, como se indicó antes, muchas de las especies presentan áreas de distribución extremadamente pequeñas (Hernández y Godínez 1994; Hernández y Bárcenas, 1995, 1996) y en ocasiones viven en condiciones edáficas muy especializadas, lo que las hace extremadamente vulnerables a cualquier forma de perturbación local como la agricultura, el pastoreo por ganado caprino y la colecta ilegal, que en las últimas décadas se ha incrementado de manera alarmante.

Desde 1991, México forma parte de la Convención Internacional para el Tráfico de Especies Silvestres de Flora y Fauna Amenazadas (CITES, 1990), que es un convenio tendiente a regular el comercio internacional de ciertas especies de flora y fauna que se encuentran amenazadas o en peligro de extinción y el que ha sido ratificado por más de 140 países. En este convenio se decidió incluir a la familia Cactaceae en el Apéndice II (CITES, 1990), que enumera las especies cuyo comercio internacional está sujeto a un permiso de exportación otorgado por las autoridades competentes. Esto no significa que todas se encuentren en peligro de extinción, pero podrían estarlo si no son debidamente protegidas. El Apéndice I enumera las realmente consideradas en inminente peligro de extinción (aproximadamente 70 spp.) tales como *Aztekium hintonii*, *Ariocarpus bravoanus*, *Geohintonia mexicana*, *Astrophytum asterias*, *Turbincarpus ysabelae* etc.

De la misma manera existe otro organismo, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN) (Favre, 1989), que está abocado a la protección y conservación de grupos de plantas y animales que se encuentran amenazados y/o en peligro de extinción. Uno de los objetivos de la IUCN ha sido el de compilar y publicar información sobre el estado de conservación de las especies amenazadas y en peligro. Un ejemplo son los “Red Data Books”. En estas listas, se incluyen numerosas especies de cactus mexicanos (Hunt, 1992; Oldfield, 1997). Sin embargo, para el caso de la familia Cactaceae, en numerosas ocasiones la inclusión de especies determinadas en estas listas ha ocurrido de manera arbitraria, como resultado de una fuerte carencia de información científica básica. El escaso conocimiento biogeográfico de las especies de cactáceas, así como los insuficientes estudios demográficos, genéticos y sobre comportamiento reproductivo de las poblaciones en su estado natural, han dificultado en gran medida el poder ubicar a las especies en alguna de las categorías específicas utilizadas para definir su estado de conservación. Si el éxito en la conservación de la biodiversidad depende en gran medida del conocimiento de las especies o sistemas que se requieren conservar (Falk y Holsinger, 1991), entonces, es apremiante la necesidad de generar información científica básica, necesaria para realizar trabajos enfocados a la conservación de este grupo. Por ello, es indispensable realizar inventarios florísticos en las áreas poco colectadas, incrementar las colecciones de cactáceas para estudios taxonómicos, conocer de manera precisa los patrones de distribución y demás aspectos ecológicos y demográficos de estas plantas.

II. ANTECEDENTES

Hernández y Bárcenas (1995) realizaron un estudio sobre los patrones de distribución de cactáceas amenazadas en el Desierto Chihuahuense. Dicho estudio consistió en la integración de las distribuciones geográficas de 93 especies de cactáceas amenazadas. La región del Desierto Chihuahuense fue dividida en 255 cuadrantes de 30 minutos de latitud por 30 minutos de longitud, calculándose la frecuencia de especies para cada uno de los cuadros con la ayuda de una Base de Datos de Colecciones de Cactáceas de Norte y Centroamérica (Hernández *et al.*, 1993) y del trabajo de colecta realizado en 15 expediciones en la región del Desierto Chihuahuense. De esta manera, lograron ubicar los cuadrantes con mayor riqueza de especies amenazadas.

Los cuadrantes con mayor valor de riqueza de especies se localizaron en áreas de altitud moderada, ubicados particularmente hacia los márgenes sureste y, en menor medida, este de la Región

De la misma manera existe otro organismo, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN) (Favre, 1989), que está abocado a la protección y conservación de grupos de plantas y animales que se encuentran amenazados y/o en peligro de extinción. Uno de los objetivos de la IUCN ha sido el de compilar y publicar información sobre el estado de conservación de las especies amenazadas y en peligro. Un ejemplo son los “Red Data Books”. En estas listas, se incluyen numerosas especies de cactus mexicanos (Hunt, 1992; Oldfield, 1997). Sin embargo, para el caso de la familia Cactaceae, en numerosas ocasiones la inclusión de especies determinadas en estas listas ha ocurrido de manera arbitraria, como resultado de una fuerte carencia de información científica básica. El escaso conocimiento biogeográfico de las especies de cactáceas, así como los insuficientes estudios demográficos, genéticos y sobre comportamiento reproductivo de las poblaciones en su estado natural, han dificultado en gran medida el poder ubicar a las especies en alguna de las categorías específicas utilizadas para definir su estado de conservación. Si el éxito en la conservación de la biodiversidad depende en gran medida del conocimiento de las especies o sistemas que se requieren conservar (Falk y Holsinger, 1991), entonces, es apremiante la necesidad de generar información científica básica, necesaria para realizar trabajos enfocados a la conservación de este grupo. Por ello, es indispensable realizar inventarios florísticos en las áreas poco colectadas, incrementar las colecciones de cactáceas para estudios taxonómicos, conocer de manera precisa los patrones de distribución y demás aspectos ecológicos y demográficos de estas plantas.

II. ANTECEDENTES

Hernández y Bárcenas (1995) realizaron un estudio sobre los patrones de distribución de cactáceas amenazadas en el Desierto Chihuahuense. Dicho estudio consistió en la integración de las distribuciones geográficas de 93 especies de cactáceas amenazadas. La región del Desierto Chihuahuense fue dividida en 255 cuadrantes de 30 minutos de latitud por 30 minutos de longitud, calculándose la frecuencia de especies para cada uno de los cuadros con la ayuda de una Base de Datos de Colecciones de Cactáceas de Norte y Centroamérica (Hernández *et al.*, 1993) y del trabajo de colecta realizado en 15 expediciones en la región del Desierto Chihuahuense. De esta manera, lograron ubicar los cuadrantes con mayor riqueza de especies amenazadas.

Los cuadrantes con mayor valor de riqueza de especies se localizaron en áreas de altitud moderada, ubicados particularmente hacia los márgenes sureste y, en menor medida, este de la Región

del Desierto Chihuahuense, en el Norte de San Luis Potosí y en el Sur de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Precisamente en estos estados destacan los cuadrantes denominados: Huizache, Mier y Noriega, Doctor Arroyo, Matehuala, San Luis Potosí, Tula, Miquihuana, Aramberri, Ciudad Victoria y Jaumave. Estos nombres fueron dados de manera arbitraria a los cuadrantes, ya que en estos se encuentran los poblados más importantes. El cuadrante con mayor riqueza de especies amenazadas fue El Huizache ($22^{\circ}30' - 23^{\circ}00' \text{ N}$, $100^{\circ}00' - 100^{\circ}30' \text{ W}$), con 14 especies amenazadas. Adyacente al cuadrante El Huizache, hacia el Norte se encuentran 3 cuadrantes más con un significativo número de especies. Estos son los cuadrantes Mier y Noriega ($23^{\circ}00' - 23^{\circ}30' \text{ N}$, $100^{\circ}00' - 100^{\circ}30' \text{ W}$), Dr. Arroyo ($23^{\circ}30' - 24^{\circ}00' \text{ N}$, $100^{\circ}00' - 100^{\circ}30' \text{ W}$), Matehuala ($23^{\circ}00' - 24^{\circ}00' \text{ N}$, $100^{\circ}30' - 101^{\circ}00' \text{ W}$), cada uno con 10 especies amenazadas. Así, como resultado de este estudio (Hernández y Bárcenas, 1995), se propone que esta vasta área dentro del Desierto Chihuahuense constituye el núcleo de concentración de especies de cactáceas amenazadas más importante del continente.

Posteriormente, Hernández y Bárcenas (1996) evaluaron 37 áreas ricas en especies de cactáceas en la región del Desierto Chihuahuense, usando tres criterios: riqueza de especies, valores de conservación y complementariedad. La evaluación de estos tres parámetros cuantitativos de manera combinada les permitió establecer siete áreas prioritarias para su conservación (Huizache, Tolimán, Ciudad Victoria, Metztitlán, Cuatro Ciénegas, Jaumave y Xichú), por presentar un alto número de especies amenazadas y un alto valor de conservación. Con respecto al cuadrante Mier y Noriega en particular, éste presentó valores altos en cuanto a riqueza de especies, pero fue excluido de las zonas prioritarias de conservación por presentar valores bajos de rareza y, por lo tanto, de conservación. Esto se debe a que las especies de cactáceas de Mier y Noriega se distribuían también en los cuadrantes adyacentes.

Estudios florísticos y análisis más detallados de cada uno de los cuadrantes anteriormente mencionados permitiría obtener mayor información con respecto a la riqueza de especies de cactáceas, a sus patrones de distribución, así como a su abundancia y frecuencia local y regional, etc., tanto de especies amenazadas como de las no amenazadas.

III. OBJETIVOS

- Conocer la diversidad de cactáceas que se encuentran en el Cuadrante denominado “Mier y Noriega”.
- Analizar los patrones espaciales y de abundancia de las especies encontradas, poniendo énfasis en las especies amenazadas.
- Aportar información para evaluar con mayor profundidad el estado de conservación de las especies estudiadas.

IV. ÁREA DE ESTUDIO

Localización Geográfica.

El área de estudio se encuentra ubicada dentro de la región del Desierto Chihuahuense entre los límites estatales de San Luis Potosí, Nuevo León y Tamaulipas. Está limitada por los paralelos 23° 00' N - 23° 30' N y los meridianos 100° 00' W - 100° 30' W. Incluye parte de los municipios de Guadalcázar (S.L.P.), Matehuala (S.L.P.), Mier y Noriega (N.L.), Dr. Arroyo (N.L.), Bustamante (Tamps.) y Tula (Tamps.), presentando un área aproximada de 2845 km² (Fig. 1).

III. OBJETIVOS

- Conocer la diversidad de cactáceas que se encuentran en el Cuadrante denominado “Mier y Noriega”.
- Analizar los patrones espaciales y de abundancia de las especies encontradas, poniendo énfasis en las especies amenazadas.
- Aportar información para evaluar con mayor profundidad el estado de conservación de las especies estudiadas.

IV. ÁREA DE ESTUDIO

Localización Geográfica.

El área de estudio se encuentra ubicada dentro de la región del Desierto Chihuahuense entre los límites estatales de San Luis Potosí, Nuevo León y Tamaulipas. Está limitada por los paralelos 23° 00' N - 23° 30' N y los meridianos 100° 00' W - 100° 30' W. Incluye parte de los municipios de Guadalcázar (S.L.P.), Matehuala (S.L.P.), Mier y Noriega (N.L.), Dr. Arroyo (N.L.), Bustamante (Tamps.) y Tula (Tamps.), presentando un área aproximada de 2845 km² (Fig. 1).

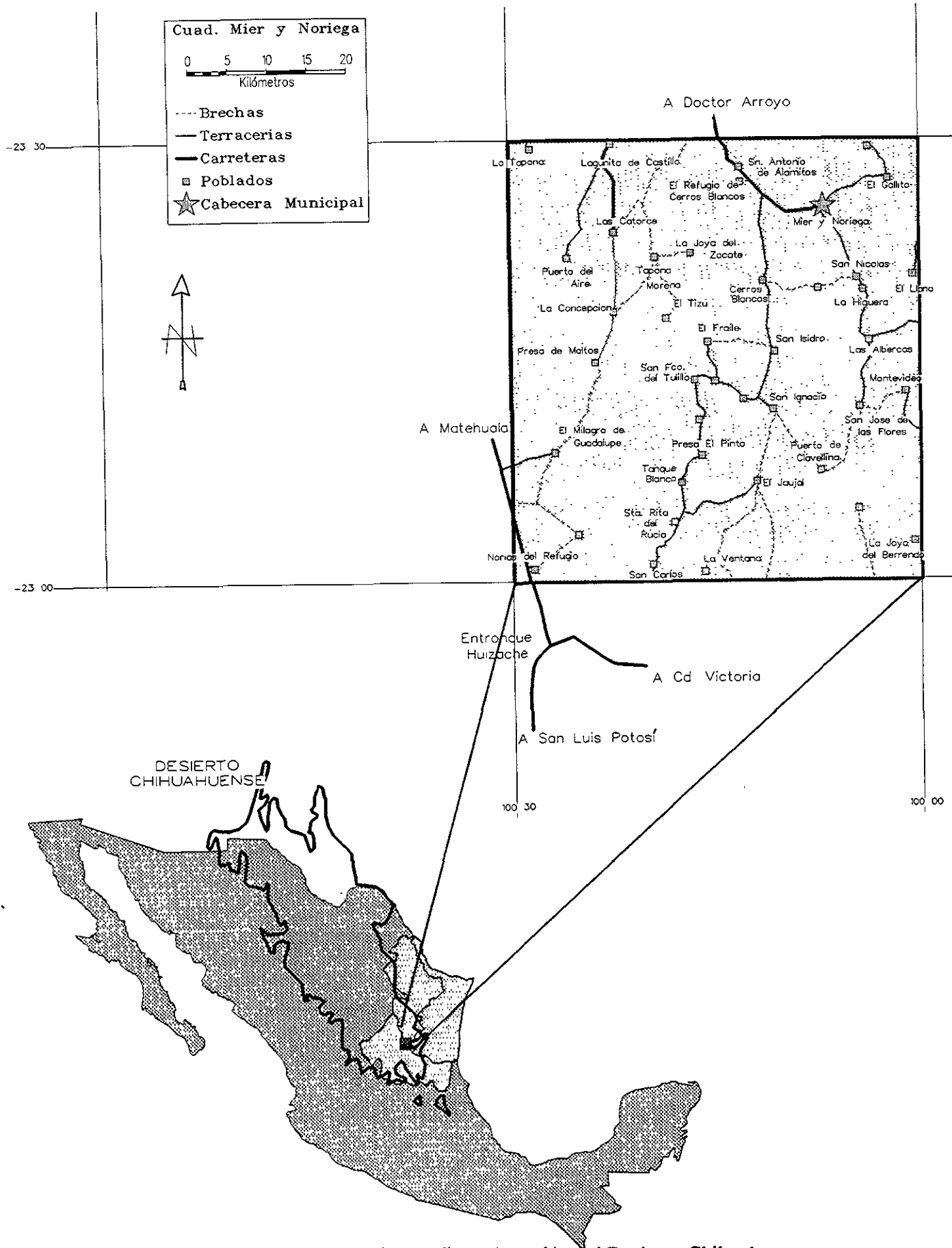


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio en la región del Desierto Chihuahuense.

Fisiografía - Geología.

El área de estudio se encuentra ubicada en las provincias fisiográficas del Altiplano Mexicano y la Sierra Madre Oriental (Rzedowski, 1978). Un 55.5 % del área está constituido por cadenas montañosas importantes, entre las cuales destacan las siguientes: en la parte NW y W del cuadrante se presenta gran parte de la sierra El Azul, la cual alcanza una altitud de 2330 msnm. Esta sierra se orienta de Norte a Sur y se encuentra localizada paralelamente a la carretera # 57, en el tramo El Huizache - Matehuala. Otra sierra importante es la que se localiza aproximadamente en la zona media del cuadrante, extendiéndose de N a SW, desde las cercanías del poblado El Refugio de Cerros Blancos hasta el poblado de San Carlos y se continúa hasta cerca de la carretera # 80, tramo El Huizache - Cd. del Maíz; este continuo orográfico se compone por varias sierras llamadas "El Tizu", "La Peña", "Las Narices", etc., alcanzando altitudes de hasta 2490 msnm. También existen otras serranías al E y SE del cuadrante, como "Sierra Vieja", presentando una altitud máxima de 1790 msnm y "Las Ventanas", con una altitud de 2140 msnm, ubicándose al E y S respectivamente, de Montevideo, Tamaulipas. Entre todas estas sierras corren extensos valles que presentan altitudes que van desde 1200 hasta 1600 msnm (Fig. 2).

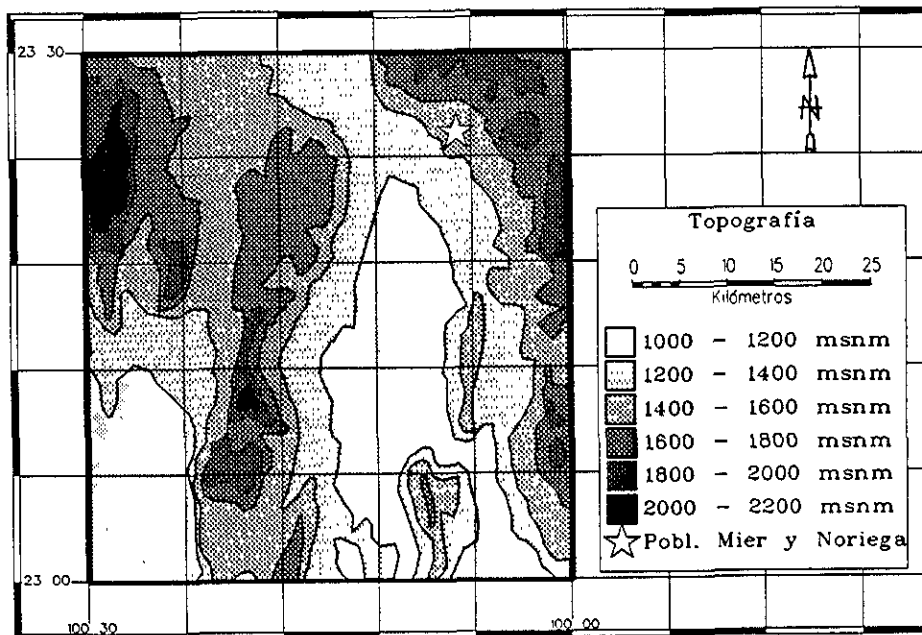


Figura 2. Topografía del área de estudio.

Geológicamente el área de estudio se encuentra constituida principalmente por calizas del Cretácico Superior de color gris y por depósitos aluviales. Estos últimos cubren los valles y las pendientes inferiores de las montañas; en algunos casos forman parte de los abanicos aluviales, constituidos principalmente por gravas; en otros, el aluvi3n esta formado por arenas, limos y arcillas con cementantes calcáreos o yesosos (Juárez, 1987).

La hidrología del área esta constituida por arroyos intermitentes que en ocasiones forman corrientes y avenidas que bañan escasamente algunos sitios y que son aprovechados por la gente del lugar para almacenar agua en pequeñas presas o tanques.

Clima.

El grupo climático que domina en el área es el árido semicálido (BS₀) de García (1988), con lluvias en verano y escasas a lo largo del año, en el cual la evaporación excede a la precipitación. La temperatura media anual de la zona es de 20°C (Fig. 3, 4a y 4b).

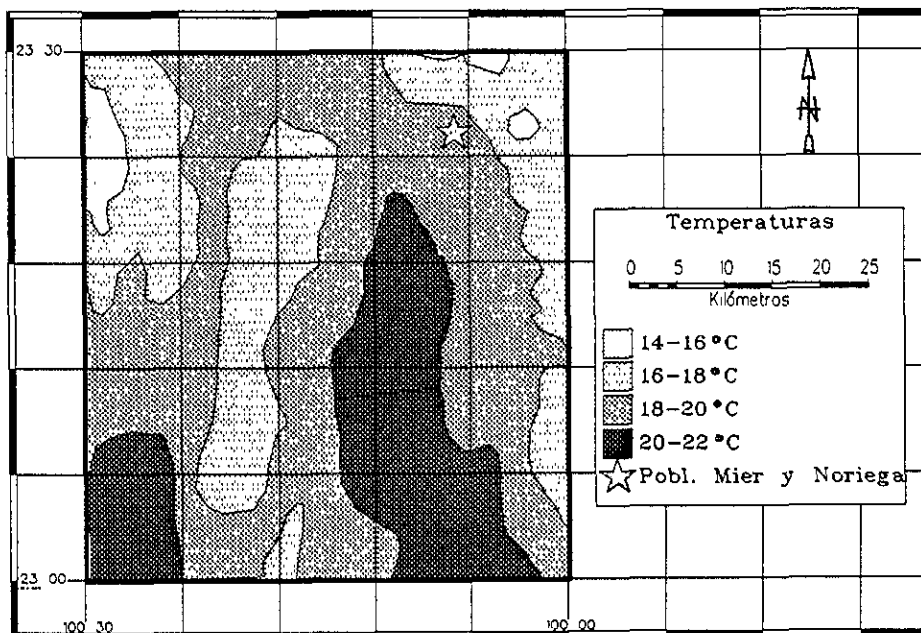


Figura 3. Distribución de las temperaturas medias en el área de estudio.

Las estaciones meteorológicas ubicadas en las poblaciones a continuación mencionadas, arrojan la siguiente información concerniente a la precipitación: Dr. Arroyo (N.L.) presenta un promedio anual de 504.6 mm, Matehuala (S.L.P.) 471.5 mm, Mier y Noriega (N.L.) 510.4 mm, Tula (Tamps.) 433.0 mm y El Huizache (S.L.P.) 336.1 mm (García, 1988), lo que indica una disminución de la pluviosidad hacia el SW del cuadrante (Fig. 4, 4a y 4b). La época de mayor precipitación es durante los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre presentándose la mayor sequía en los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo (Fig. 4a y 4b). Ésta característica es semejante a la que ocurre en otras zonas áridas de la República (Rojas, 1965).

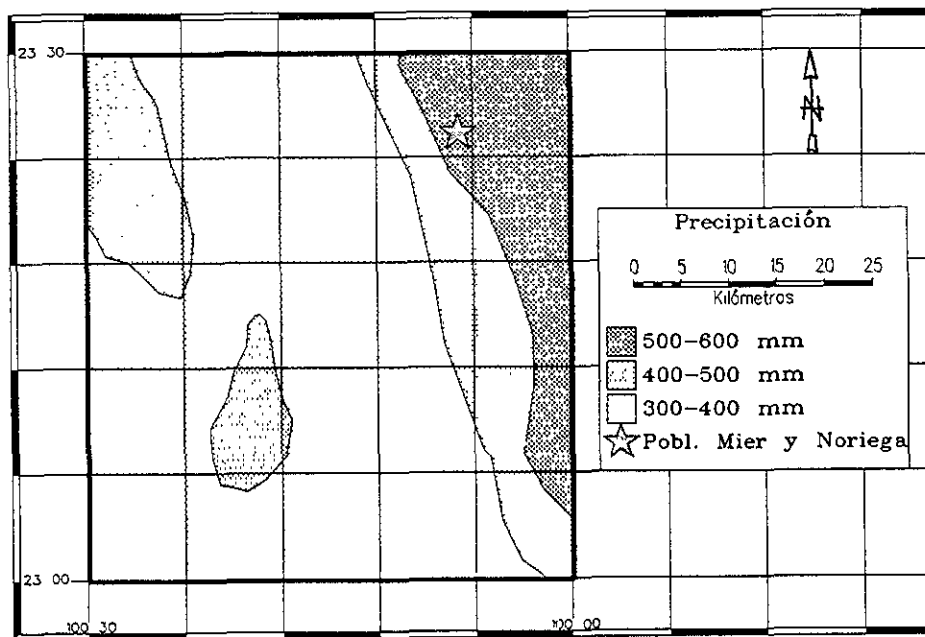


Figura 4. Distribución de la precipitación en el área de estudio.

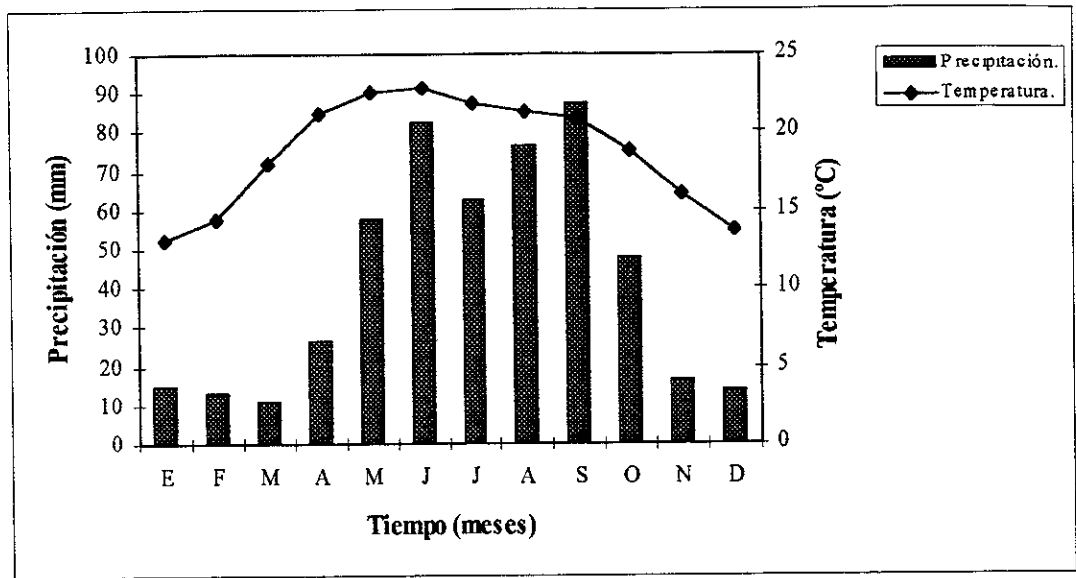


Figura 4a. Climograma obtenido a partir de los datos de temperatura y precipitación de la estación meteorológica de Mier y Noriega, Nuevo León (con 21 y 38 años de registro respectivamente, actualizado a 1980).

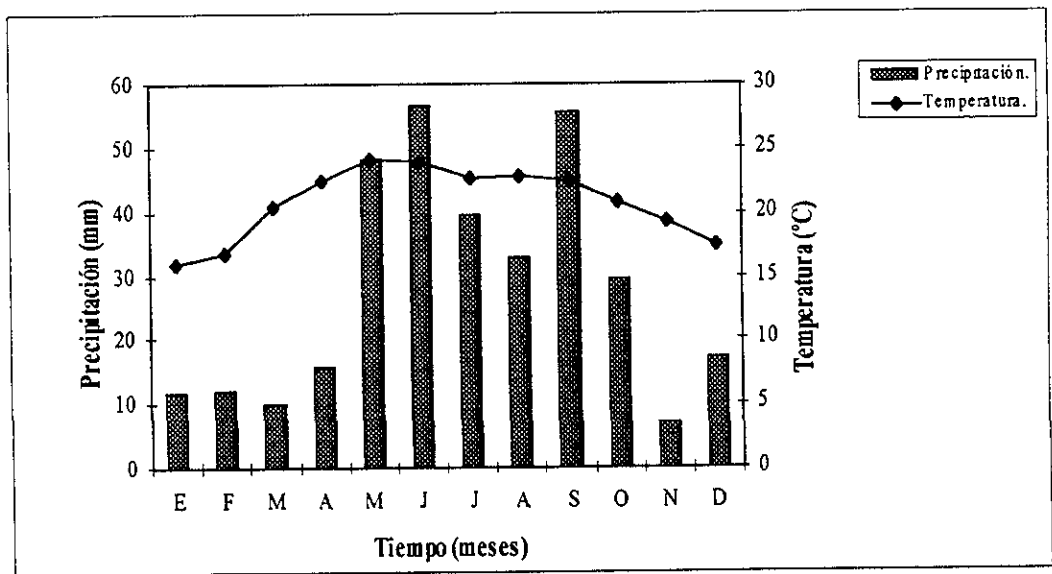


Figura 4b. Climograma obtenido a partir de los datos de temperatura y precipitación de la estación meteorológica de El Huizache, San Luis Potosí (con 13 y 15 años de registro respectivamente, actualizado a 1980).

Vegetación.

De acuerdo con la clasificación general de la vegetación de México de Rzedowski (1978), el área de estudio está dominada por matorral xerófilo, que se subdivide esencialmente de manera más específica en dos tipos de comunidades vegetales: matorral micrófilo y matorral rosetófilo (Fig. 5).

El matorral micrófilo se presenta en grandes extensiones en el fondo de los valles y cuencas, así como en las porciones inferiores de los abanicos aluviales. El suelo característico varía de arcilloso a arenoso y de textura aun más gruesa, es más o menos profundo, con escasa materia orgánica y a menudo con horizonte calichoso bien diferenciado. La precipitación anual característica está por debajo de los 500 mm, la altitud y la temperatura parecen tener muy poca influencia en su desarrollo, puesto que tiene casi idéntico aspecto y composición a los 1000 y a los 1600 msnm. Los elementos más característicos de este matorral lo constituyen *Larrea divaricata*, *Prosopis juliflora*, *Flourensia*, *Celtis*, *Opuntia*, *Yucca*, etc. (Rzedowski, 1956).

El matorral rosetófilo se observa en altitudes que van de los 1600 a los 2000 msnm en lugares donde la topografía es ligeramente accidentada, predominando en los pequeños lomeríos de origen sedimentario (generalmente calizas). Las especies más frecuentemente observadas son: *Agave lecheguilla*, *Agave striata*, *Hechtia glomerata*, *Opuntia stenopetala*, *Euphorbia antisiphilitica*, *Jatropha dioica*, *Yucca filifera*, *Yucca carnerosana*, *Dasyllirion longissimum*, *Dasyllirion acrotriche*, *Nolina* sp., *Fouquieria splendens*, *Karwinskia mollis*, etc.

El matorral rosetófilo se encuentra asociado a otros tipos de vegetación existentes en la zona. A altitudes mayores a los 1900 msnm se da la transición entre el matorral rosetófilo y el chaparral. Ésta es una zona de contacto entre los climas áridos y templados donde la transición de estos matorrales es muy amplia, pues se van sustituyendo poco a poco unas especies por otras; al aumentar la altitud se observa la presencia más frecuente de varias especies de *Quercus*, así como de los géneros *Rhus* y *Arctostaphylos* (Juárez, 1987). También existen en el área de estudio pequeños fragmentos de otros tipos de vegetación como bosque de pino, bosque de *Juniperus* y mezquital.

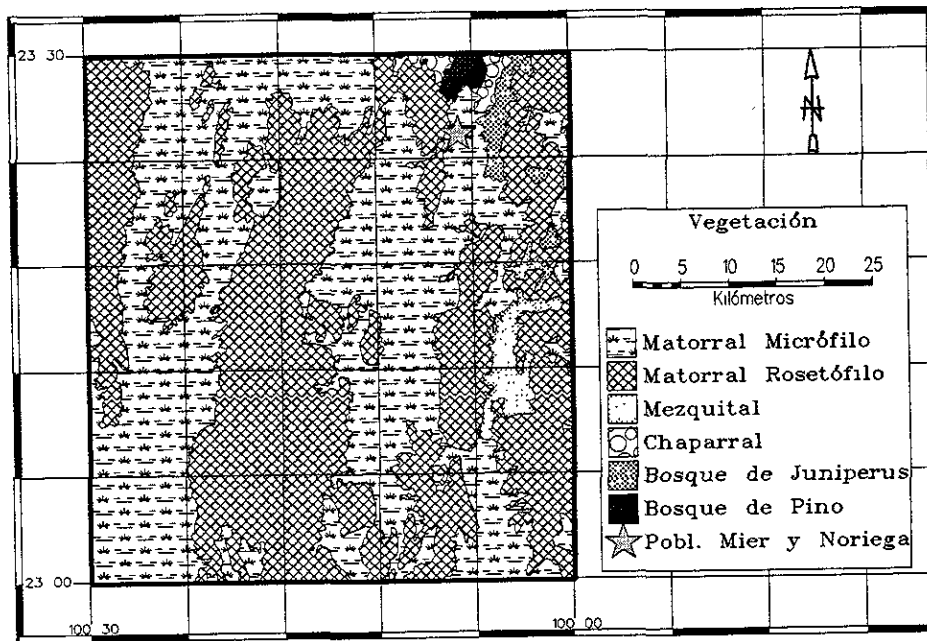


Figura 5. Tipos de vegetación en el área de estudio.

V. MÉTODO

1). Trabajo de Campo.

Se realizaron reconocimientos de la zona de estudio y recolectas de material botánico, para tener una visión general del área y de la mayoría de las especies que se localizaban en el lugar. De forma paralela, se consultó la Base de Datos de Cactáceas de Norte y Centroamérica, del Laboratorio de Cactología del Instituto de Biología (Hernández *et al.*, 1993), de donde se derivó una lista preliminar de 26 especies registradas en el área de estudio. Una vez conocida la zona de estudio y las especies registradas en dicha área, se inició la fase de recolecta.

Para realizar los muestreos de manera total y sistemática, el cuadrante Mier y Noriega se subdividió en 25 subcuadrantes de 6 min de latitud por 6 min de longitud, presentando cada subcuadrante un área aproximada de 113.8 km². En cada uno de estos subcuadrantes se muestrearon tres o cuatro localidades de manera intensiva, recolectándose todas las especies de cactáceas que se observaban. La selección de sitios de recolecta se hizo con base en la presencia de la vegetación

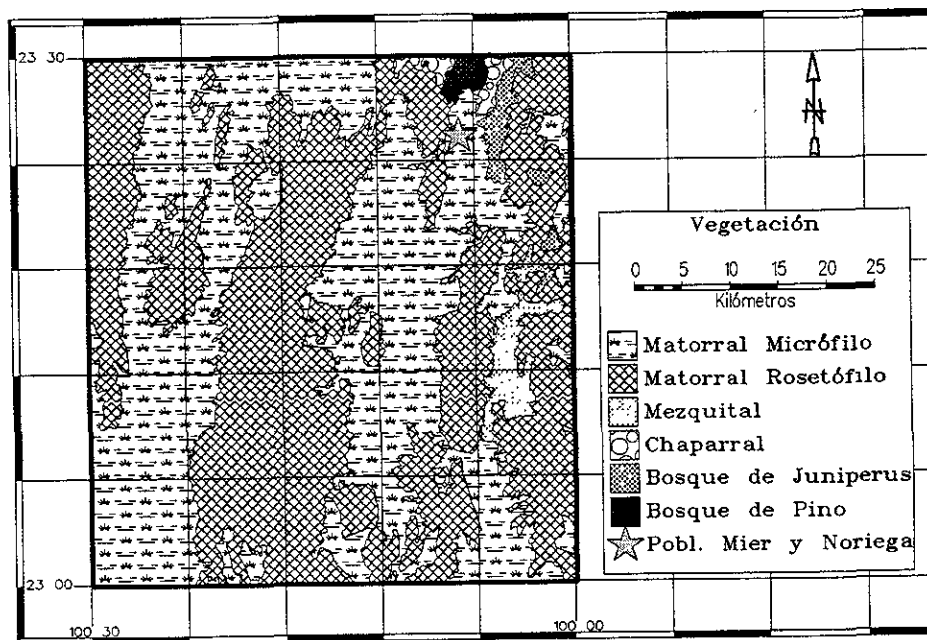


Figura 5. Tipos de vegetación en el área de estudio.

V. MÉTODO

1). Trabajo de Campo.

Se realizaron reconocimientos de la zona de estudio y recolectas de material botánico, para tener una visión general del área y de la mayoría de las especies que se localizaban en el lugar. De forma paralela, se consultó la Base de Datos de Cactáceas de Norte y Centroamérica, del Laboratorio de Cactología del Instituto de Biología (Hernández *et al.*, 1993), de donde se derivó una lista preliminar de 26 especies registradas en el área de estudio. Una vez conocida la zona de estudio y las especies registradas en dicha área, se inició la fase de recolecta.

Para realizar los muestreos de manera total y sistemática, el cuadrante Mier y Noriega se subdividió en 25 subcuadrantes de 6 min de latitud por 6 min de longitud, presentando cada subcuadrante un área aproximada de 113.8 km². En cada uno de estos subcuadrantes se muestrearon tres o cuatro localidades de manera intensiva, recolectándose todas las especies de cactáceas que se observaban. La selección de sitios de recolecta se hizo con base en la presencia de la vegetación

original y el buen estado de conservación del lugar, evitando zonas evidentemente perturbadas.

Se realizaron un total de 9 salidas al campo, muestreándose 1 ó 2 localidades por día, dependiendo de la diversidad y riqueza de cactáceas que se encontraban en el sitio y también de las condiciones del terreno o de su accesibilidad. Un total de 80 localidades fueron muestreadas y georreferenciadas utilizando tecnología de GPS (Global Positioning System) con un aparato geoposicionador (Fig. 6). Toda la información obtenida de las recolectas realizadas fue anexada a la Base de Datos de Colecciones de Cactáceas de Norte y Centroamérica (Hernández *et al.*, 1993).

En lo que respecta a la recolecta de material botánico, sólo se extrajeron de uno a tres especímenes por especie, dependiendo de su abundancia y tamaño. Una vez recolectados los especímenes, fueron llevados al laboratorio para su herborización. Un total de 1283 ejemplares fueron depositados en el Herbario Nacional de México (MEXU). Cabe mencionar que varios de los especímenes recolectados también fueron fijados en FAA e incluidos en la colección de cactáceas en espíritu de MEXU. Así mismo, se recolectaron algunas plantas para mantenerlas en el invernadero del IBUNAM como ejemplares de referencia.

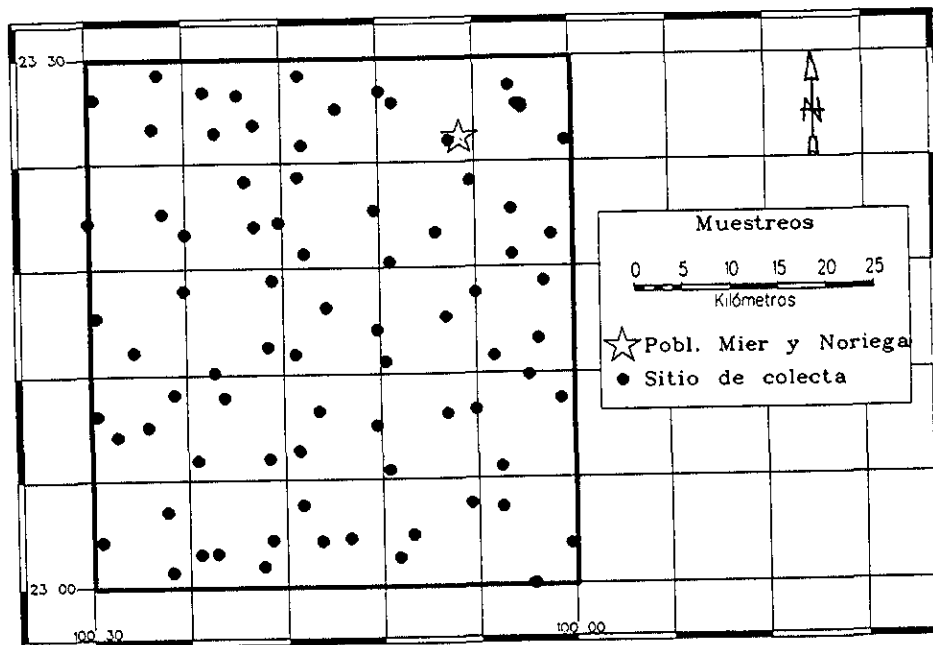


Figura 6. Muestreos realizados en el área de estudio.

En cada localidad visitada, se realizaron conteos de las especies encontradas usando el método de transecto en franjas o transectos en línea, muy utilizados para hacer conteos de aves y mamíferos (Davis y Winstead, 1987; Baillie, 1991; Buckland, *et al.*, 1993; Burnham *et al.*, 1980) y para obtener la diversidad y la composición florística en diversos tipos de vegetación (Gentry, 1982, 1988, 1995). Este método, que es delineado en los párrafos que siguen, fue modificado y adaptado al presente estudio.

a) *Estimación de abundancia relativa.* Con el objeto de obtener una estimación de la abundancia relativa de las especies de cactáceas en cada uno de los sitios muestreados, se hizo un conteo del número de individuos por especie a lo largo de un transecto en línea de 4 m de ancho y con una longitud indeterminada. Generalmente se muestreó desde la planicie hasta la cima de un cerro. En lugares más homogéneos sólo eran muestreadas las laderas y las cimas de los cerros o solamente las planicies. El tiempo mínimo de observación fue de una hora; dependiendo de la riqueza del lugar, el tiempo de observación se prolongaba hasta 4 horas o más. La terminación del transecto se decidía una vez que ya no se encontraban especies adicionales en el área o cuando ya se había recorrido un área lo suficientemente extensa con sus diferentes gradientes.

b) *Categorías de abundancia.* Los datos de los conteos fueron transformados a categorías de abundancia (Cain y Castro, 1959; Gysel y Lyon, 1987). Esto se realizó dividiendo el total de individuos censados entre el número de horas de observación. Los datos así obtenidos fueron transformados a categorías que fueron creadas de manera arbitraria:

- Categoría 1, Rara ----- 1 - 10 individuos/hora
- Categoría 2, Ocasional ---- 11 - 30 individuos/hora
- Categoría 3, Frecuente ---- 31 - 60 individuos/hora
- Categoría 4, Abundante ---- > 61 individuos/hora

Una vez transformados los datos de los censos por individuo a categorías de abundancia por especie, los datos fueron capturados y procesados en Excel. La información recabada dio origen a varias matrices que contenían datos sobre la frecuencia y la abundancia relativa por especie, en los diferentes subcuadrantes en las que fueron registradas.

2) Índices de frecuencia y abundancia relativa regional y de amplitud geográfica.

Los datos básicos obtenidos en el campo permitieron calcular varios índices para las especies registradas en el cuadrante Mier y Noriega, los cuales sirvieron como una herramienta importante para evaluar su estado de conservación.

a) *Índice de Frecuencia Regional*. El índice de frecuencia regional (IFR), que se obtuvo para todas las especies presentes en el cuadrante, indica la probabilidad de encontrar una especie en un sitio determinado. Se calculó dividiendo el número de localidades donde se encontró cada una de las especies, entre el número total de localidades muestreadas (80). Así, por ejemplo, *Turbincarpus subterraneus*, que sólo se colectó en una localidad, presentó un valor de 0.01, mientras que *Echinocactus platyacanthus*, que fue colectada en 73 localidades, obtuvo un valor de 0.91.

b) *Índice de Abundancia Relativa Regional*. El índice de abundancia relativa regional (IARR) fue obtenido de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$IARR_i = \frac{\sum_{i=1}^n c/s_i}{k},$$

en donde c es el valor de la categoría de la especie i en cada sitio (s) en donde fue registrada y k es el número de categorías. Así, por ejemplo, *Sclerocactus uncinatus*, que fue encontrada en 29 sitios, mostró un valor promedio de sus categorías de abundancia de 1.0, por lo que su IARR es extremadamente bajo (IARR = 0.25). Un caso contrastante es el de *Opuntia stenopetala*, la cual obtuvo un promedio de categorías de abundancia de 3.56 por lo que su valor de IARR fue de 0.89.

c) *Índice de Amplitud Geográfica*. Este índice (IAG) se calculó con el objeto de obtener una estimación cuantitativa de la extensión geográfica de las especies de cactáceas que existen en el área estudiada. Para tal efecto se subdividió toda la República Mexicana, de la misma manera que hicieron Hernández y Bárcenas (1995) para la región del Desierto Chihuahuense, en cuadrantes de 30 minutos de latitud por 30 minutos de longitud. Se obtuvo la información de aproximadamente 3,734 localidades, de la Base de Datos de Cactáceas del Norte y Centroamérica (Hernández *et al.*, 1993), con lo cual se constató la presencia o ausencia de las especies para todos los cuadrantes de la República

Mexicana. Asimismo, ésta información se utilizó para generar mapas de distribución de las especies con la ayuda de un sistema de información geográfica CAMRIS (Sistema de Mapeo e Inventario de Recursos Ayudado por Computadora, Ecological Consulting, Inc.). Es importante mencionar que las especies de *Opuntia* y *Stenocactus* fueron excluidas de este análisis, pues se juzgó que no existe información geográfica suficiente y confiable de estos géneros en la región del Desierto Chihuahuense. La especie que existe en un mayor número de cuadrantes (*Mammillaria heyderi* = 40) se tomó como base para generar el IAG. De esta manera, se dividió el total de cuadrantes en donde se ha registrado cada especie entre 40. Así, especies restringidas geográficamente como *Turbincarpus subterraneus*, que se encuentra solamente en dos cuadrantes presentó un valor de 0.05. Por otro lado, especies con una amplia área de distribución, como es el caso de *Echinocactus platyacanthus*, la cual se encuentra distribuida en 31 cuadrantes, principalmente en la región del Desierto Chihuahuense, presentó un valor de 0.77.

3) *Análisis de Complementariedad.*

El principio de complementariedad (Humphries *et al.*, 1991; Williams *et al.*, 1991; Pressey *et al.*, 1993; Hernández y Bárcenas, 1996) fue usado para definir prioridades de conservación de los diferentes subcuadrantes estudiados. La utilización de este principio ha sido de gran utilidad en proyectos florísticos y faunísticos cuando es aplicado a áreas específicas y permite reconocer y fijar prioridades para optimizar la conservación de la biodiversidad. El principio está basado en la identificación de un área de primera prioridad, la cual se define por tener el número más alto de especies. Las áreas adicionales son ordenadas como segunda y tercera prioridad, etc., de acuerdo con su contribución de especies adicionales al área de primera prioridad, que contiene el máximo de biodiversidad (Hernández y Bárcenas, 1996). De esta manera, se utilizó este principio para los 25 subcuadrantes en que fue dividida el área de estudio. Los valores de complementariedad se calcularon de acuerdo con la siguiente fórmula: $VC = RC \times 100 / CO$, en donde VC es el porcentaje de complementariedad, RC es el residuo complemento y CO es el complemento. El complemento es el número total de especies en la totalidad del cuadrante, mientras que el residuo complemento es el número de especies no existentes en el subcuadrante de prioridad 1 o de la suma de prioridades posteriores. Así, por ejemplo, se consideró al subcuadrante 17, ubicado en la parte SW del área de estudio, como prioridad 1, por ser el que contiene la mayor riqueza de especies (34 spp) De esta manera, el subcuadrante 10, con el mayor número de especies adicionales (6 spp.), no existentes en el

subcuadrante de prioridad 1, presentó un VC de 11.1% y se seleccionó como subcuadrante de prioridad 2. Las 6 especies adicionales se anexan al subcuadrante de prioridad 1 y se reanuda la definición de otro subcuadrante que presente el número más alto de especies adicionales. Tal fue el caso del subcuadrante 25 con 3 especies adicionales al número acumulado de especies existentes en los subcuadrantes con prioridad 1 y 2 y que presentó un VC de 5.5%, ubicándose en la prioridad 3 y así sucesivamente. En caso de existir dos o más subcuadrantes con el mismo número de especies adicionales, se selecciona el que presenta el mayor número de especies totales por subcuadrante. Este procedimiento se continúa hasta alcanzar el 100% de las especies. De la misma manera, se realizó un *segundo análisis de complementariedad* utilizando el método aquí descrito, pero únicamente para las especies que se consideran amenazadas.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Capítulo 1. Diversidad.

Se registraron 54 especies de cactáceas en el cuadrante Mier y Noriega (Anexo 1). Es probable que el número de especies registradas en la región se aproxime al total de especies que existen en el área. En la figura 7 se observa la curva de acumulación de especies que tiende a volverse asintótica en los últimos muestreos, demostrándonos que el método de colecta es sumamente confiable.

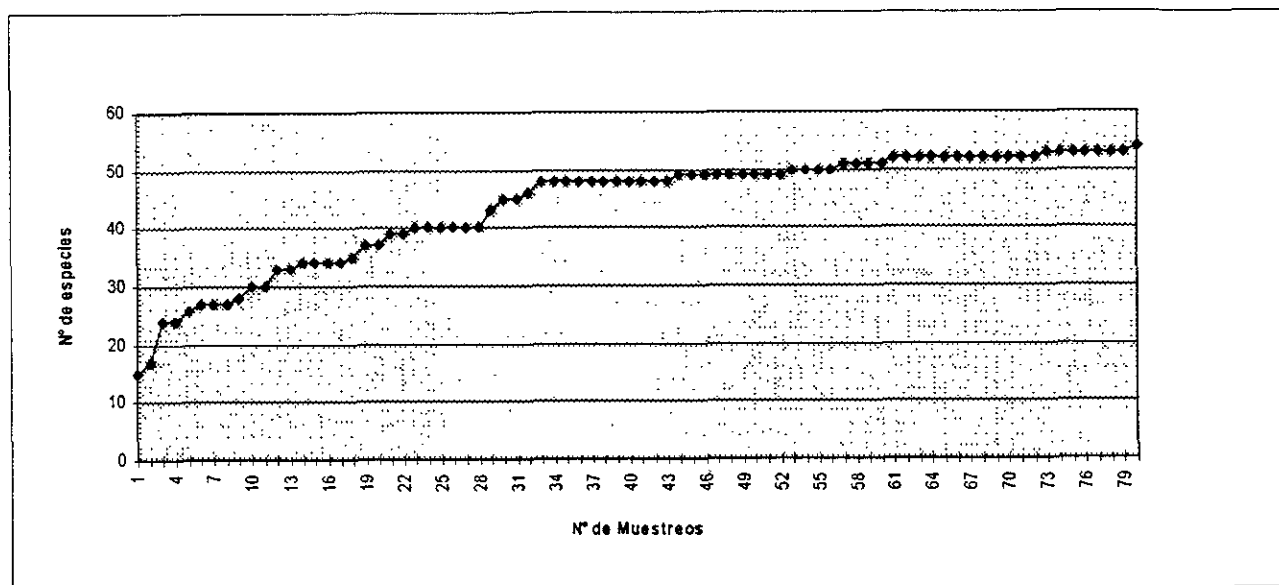


Figura 7. Curva de acumulación de especies de cactáceas colectadas durante 80 muestreos realizados.

Al listado preliminar que contenía 26 especies para la región (véase método), se anexaron 28 especies (registros nuevos para el área). Igualmente se anexaron nueve nuevos registros a la lista de Hernández y Bárcenas (1995), obteniendo un total de 19 especies de cactáceas amenazadas en la región (Anexo 1).

Para poder discutir sobre la diversidad de cactáceas existente en la región de Mier y Noriega hubo que equipararla con otras regiones de México bien conocidas en cuanto a su flora cactológica (Cuadro 1). Para ello, se obtuvo la información del número de especies y del tamaño del área (km^2) de 15 diferentes regiones de la república mexicana y del número de especies consideradas amenazadas (siguiendo el concepto de especie amenazada propuesto por Hernández y Godinez, 1994) para cada

región. En todos los casos, las especies cultivadas fueron omitidas. Así, las regiones que presentaron el mayor número de especies en un área menor de 3000 km² fueron El Huizache con 71 especies, seguido de Xichú con 56 especies y de Mier y Noriega con 54 especies (ver Fig. 8). Se debe considerar también a Tehuacán, como una región que presenta un número también muy alto de especies (76 spp.) pero, con un área considerablemente mayor (10,000 km²). En cuanto al número de especies amenazadas que presentan las regiones anteriormente mencionadas, nuevamente El Huizache presentó el mayor número de especies amenazadas con 23, seguido por la región de Mier y Noriega y Tehuacán con 19 y 14 especies respectivamente y posteriormente Xichú con 12 especies amenazadas (Fig. 8). Por sí mismo, esto refleja la importancia de la región de Mier y Noriega en cuanto a la diversidad de especies de cactáceas que presenta y sobre todo en cuanto al número de especies amenazadas que ahí se encuentran.

<u>México</u>	No. de Spp.	Área (km ²)	No. de Spp. Amenazadas
El Cielo, Tamps. (Martínez <i>et al.</i> , 1996)	44	1445	11
Sierra La Paila, Coah. (Villarreal, 1994)	44	1700	9
Huizache, SLP. (Hernández <i>et al.</i> , en preparación)	71	2855	23
Cuatro Ciénegas, Coah. (Pinkava, 1984)	48	2000	10
Xichú, Gto. (Bárceñas, en preparación)	56	2879	12
Mier y Noriega, N.L., S.L.P. y Tamps. (Éste Trabajo)	54	2845	19
Mapimí, Dgo. (Ruiz de Esparza, 1988; Cornet, 1985)	30	1720	4
Peñamiller, Qro. (Bárceñas, en preparación)	39	2879	5
San Luis de la Paz, Gto. (Bárceñas, en preparación)	33	2879	3
San Miguel Allende, Gto. (Bárceñas, en preparación)	31	2887	6
Dr. Arroyo, N.L. (Hernández E.M., 1981)	43	5106	11
Tehuacán, Pue. (Dávila <i>et al.</i> , 1993)	76	10000	14
Tehuantepec, Oax. (Torres <i>et al.</i> , 1997)	39	6600	4
El Vizcaino, BCS. (León <i>et al.</i> , 1995)	33	25400	4
Cuenca del Balsas, Mich. y Gro. (Castillo <i>et al.</i> , 1983)	25	23490	3

Cuadro 1. Diversidad de cactáceas en diferentes regiones de México.

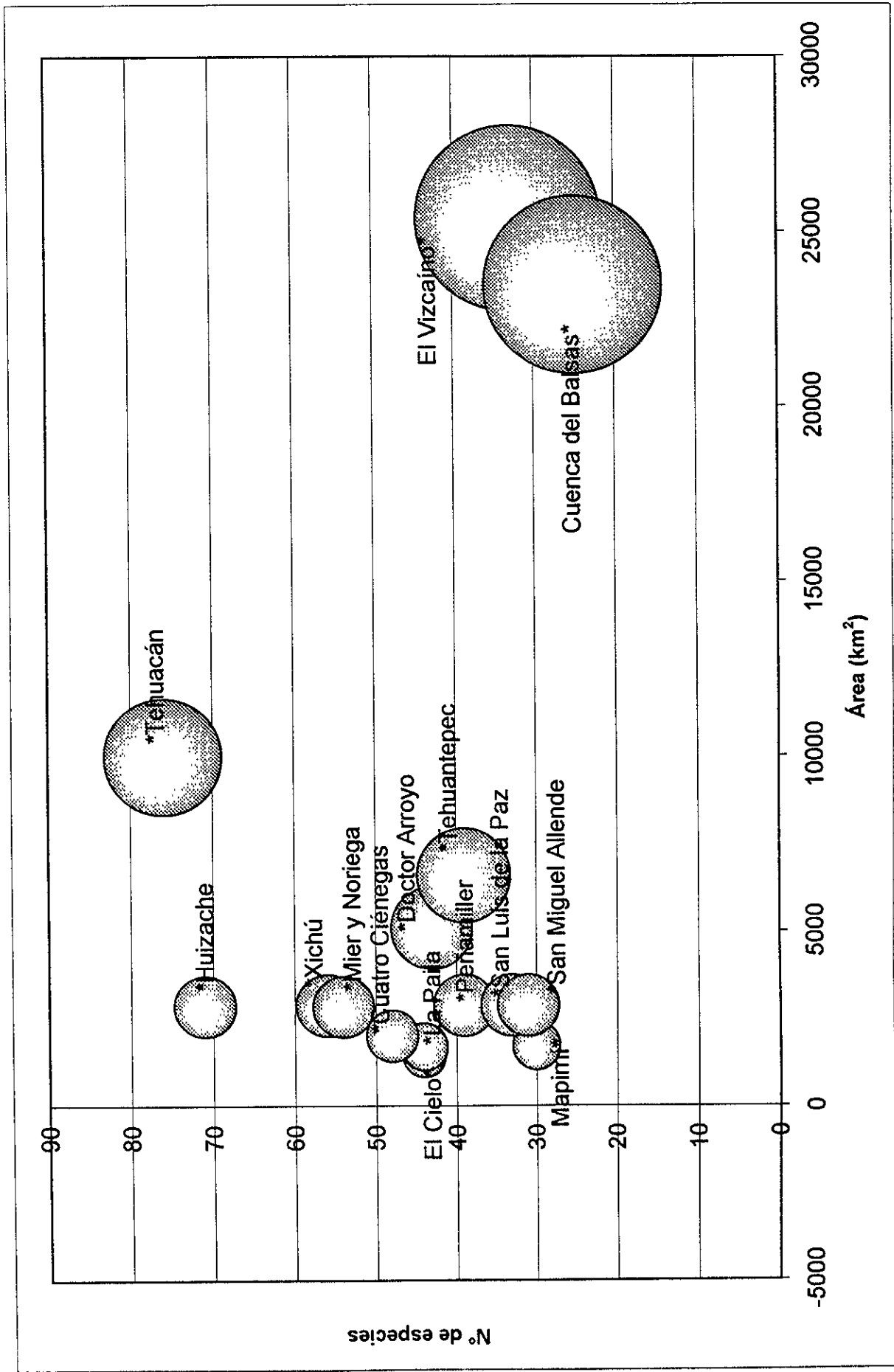


Figura 8. Diversidad cactológica entre diferentes regiones de México. En todos los casos, las especies cultivadas fueron omitidas.

Es importante resaltar que la mayor diversidad de especies de cactáceas se concentró en la porción SW del cuadrante Mier y Noriega, principalmente en el subcuadrante 17 y 22 (Fig. 9). Esta porción del cuadrante corresponde a una de las zonas con más baja precipitación (Fig. 4 y 4b). Es interesante notar que esta porción del cuadrante Mier y Noriega colinda directamente con la región NW del cuadrante Huizache, misma que alberga la máxima diversidad de especies dentro de este cuadrante (Hernández *et al.*, en preparación). En contraste, las áreas menos diversas del cuadrante Mier y Noriega fueron los subcuadrantes 5 y 9 que se ubican al NE del cuadrante en donde se presenta la mayor precipitación (Fig. 4 y 4a).

Las 54 especies registradas en el área de estudio están comprendidas en 16 géneros, de los cuales el género *Opuntia* fue el que presentó el mayor número de especies con 13, le sigue el género *Mammillaria* con 8 especies y *Turbincarpus*, *Coryphantha* y *Echinocereus* con 5 especies cada uno. Los demás géneros presentaron de 1 a 4 especies (Fig. 10).

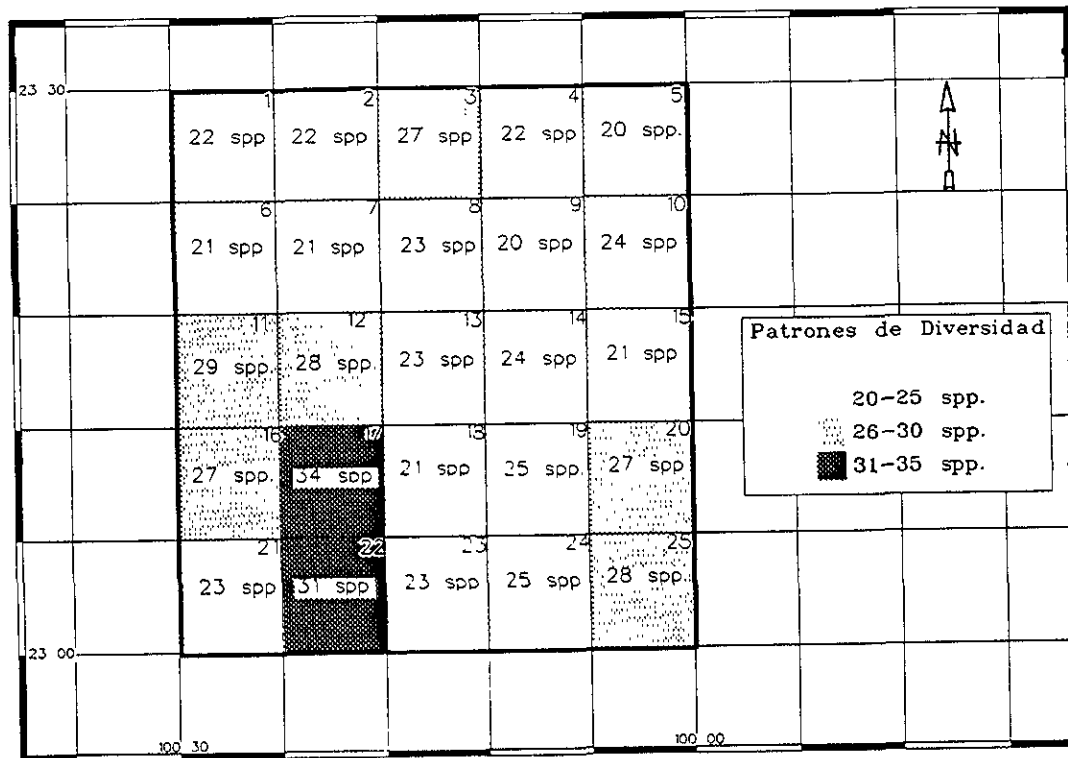


Figura 9. Patrones de diversidad en la región de Mier y Noriega.

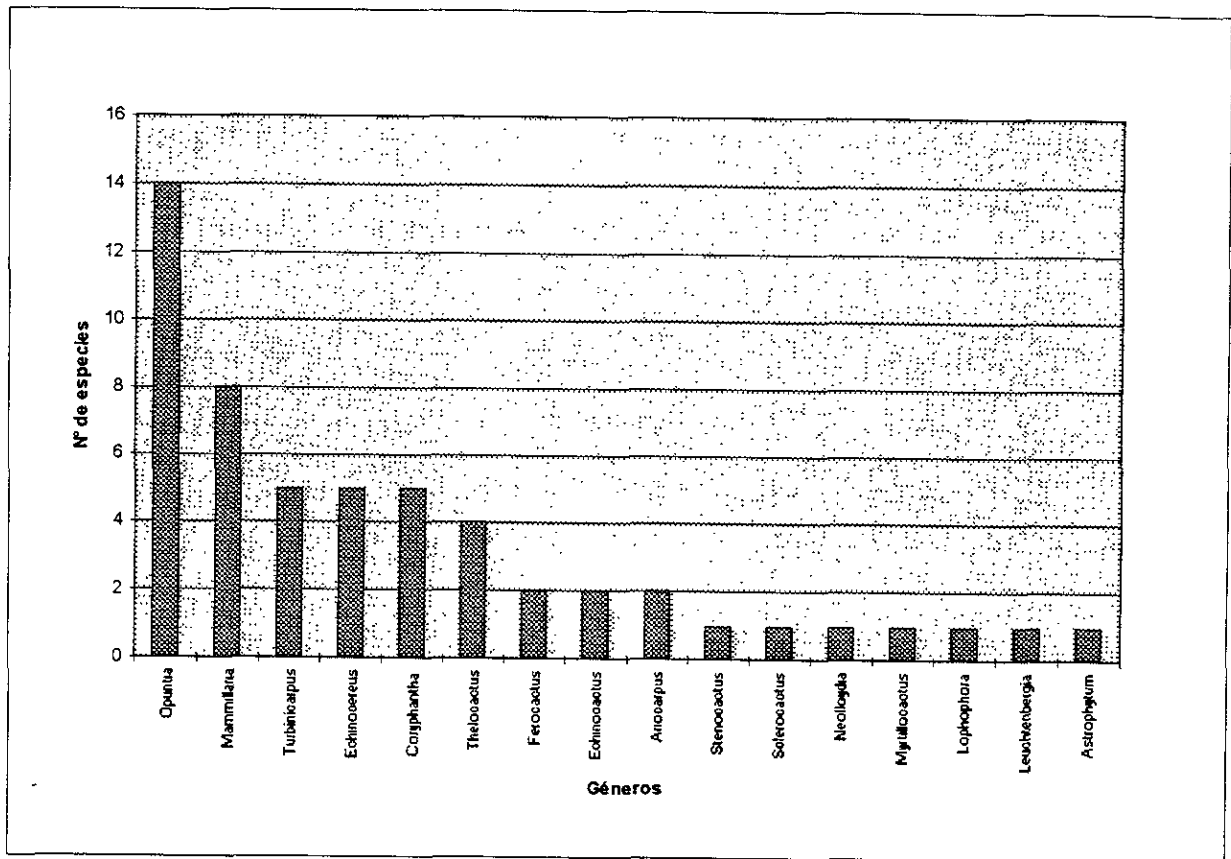


Figura 10. Composición taxonómica de las cactáceas de la región de Mier y Noriega.

Capítulo 2. Índices de Frecuencia y Abundancia Relativa Regionales.

Para poder categorizar a las especies por su frecuencia de aparición en el cuadrante Mier y Noriega, de acuerdo con Arita *et al.* (1997), se utilizó arbitrariamente la mediana de los Índices de Frecuencia Regional (IFR) de las especies ($M= 0.20$), con el objeto de definir 2 clases: especies frecuentes y especies poco frecuentes. De las 54 especies existentes en la región, el 51.9% (28 spp.) son especies poco frecuentes. Asimismo, existe una enorme variación en los IFR de las especies (Fig. 11). Por ejemplo, *Echinocactus platyacanthus*, *Mammillaria candida*, *Opuntia stenopetala*, *O. imbricata*, *O. cantabrigiensis*, etc., fueron registradas en la mayoría de los subcuadrantes como se muestra en los altos valores de los IFR (Anexo 2). En contraste un número significativo de especies, notablemente 10 de éstas, reportaron un índice muy bajo por haberse registrado en un sólo cuadrante (Anexo 2 y Fig. 11).

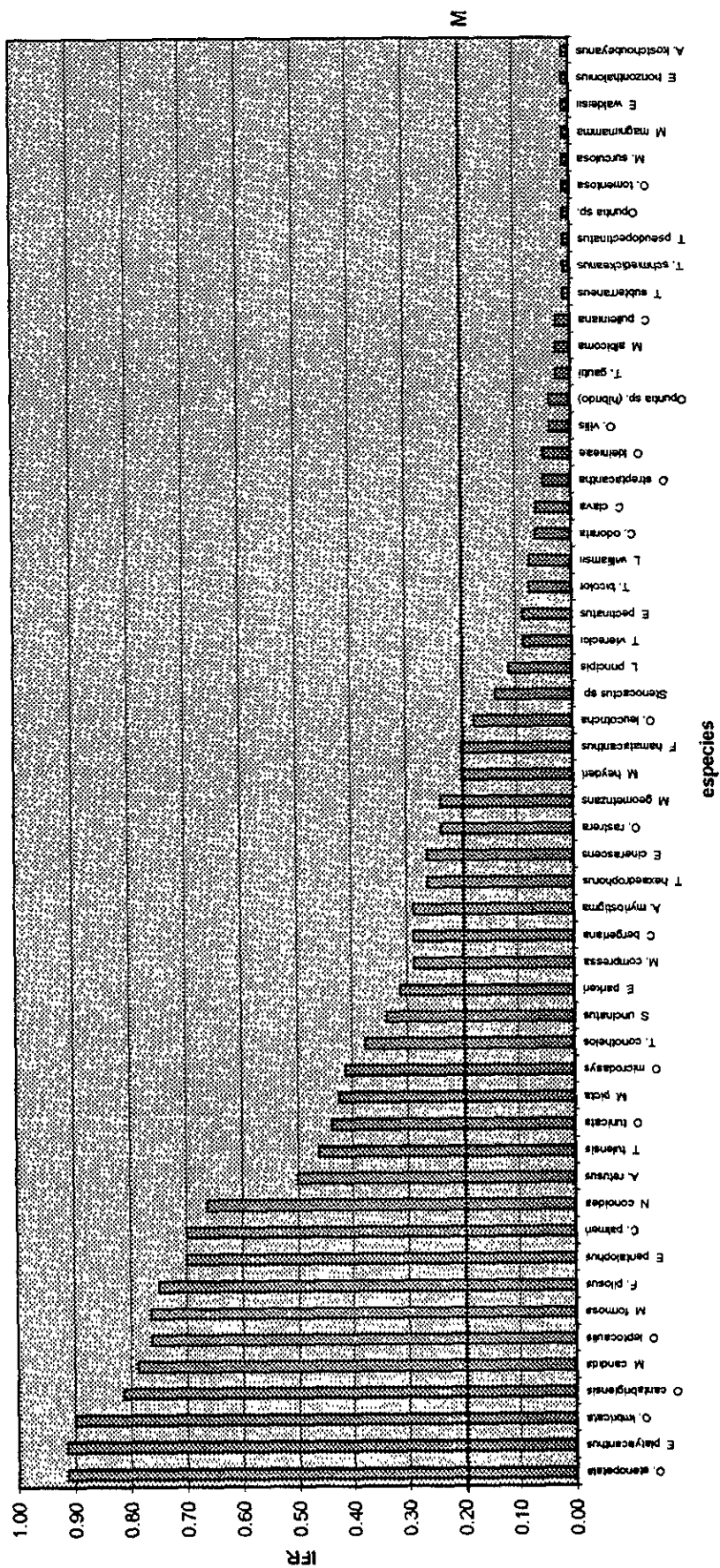


Figura 11. Índice de frecuencia regional de las especies de cactáceas registradas en el cuadrante Mier y Nortega.

De la misma manera, se categorizaron a las especies por su abundancia relativa, utilizando también la mediana de los Índices de Abundancia Relativa Regional (IARR) para las especies ($M = 0.38$) y se definieron dos clases: especies abundantes y especies poco abundantes (Anexo 3). En la Figura 12, se observa una marcada gradación que va de especies abundantes como *Opuntia stenopetala*, *O. leptocaulis*, *Thelocactus tulensis*, *T. conothelos*, *Turbinicarpus viereckii*, y varias otras especies, hasta las que, en promedio, presentan menos de 10 individuos por hora de observación (Categoría 1), como *Mammillaria albicoma*, *Sclerocactus uncinatus*, *Turbinicarpus schmiedickeanus*, *T. subterraneus*, etc. De las 54 especies registradas, el 50% (27 spp.) caen por debajo de la mediana, es decir, son poco abundantes.

En cuanto a la distribución de las especies con respecto a las categorías de abundancia relativa, el 16.7% del total incluyó especies extremadamente raras, que tuvieron promedios de los IARR iguales a 0.25, correspondientes a la categoría 1. Además, el 66.7% de las especies fueron ocasionales (de 11 a 30 individuos por hora de observación), lo que indica que la mayoría de las especies en el área se encuentran dentro de esta categoría. En contraste el 12.9% de las especies (7 spp.) resultaron ser frecuentes y solamente el 3.7% (2 spp.) fueron abundantes (Cuadro 2 y Anexo 3). De los datos vertidos en este párrafo hay que destacar que solamente una pequeña fracción de las especies (16.6%) fueron frecuentes o abundantes.

IARR	Categoría	Nº de especies	Porcentaje de especies
0 - 0.25	1	9 spp.	16.7 % Raras.
0.26 - 0.50	2	36 spp.	66.7 % Ocasionales.
0.51 - 0.75	3	7 spp.	12.9 % Frecuentes.
0.76 - 1.0	4	2 spp.	3.7 % Abundantes.

Cuadro 2. Niveles de abundancia de las especies de cactáceas según su IARR.

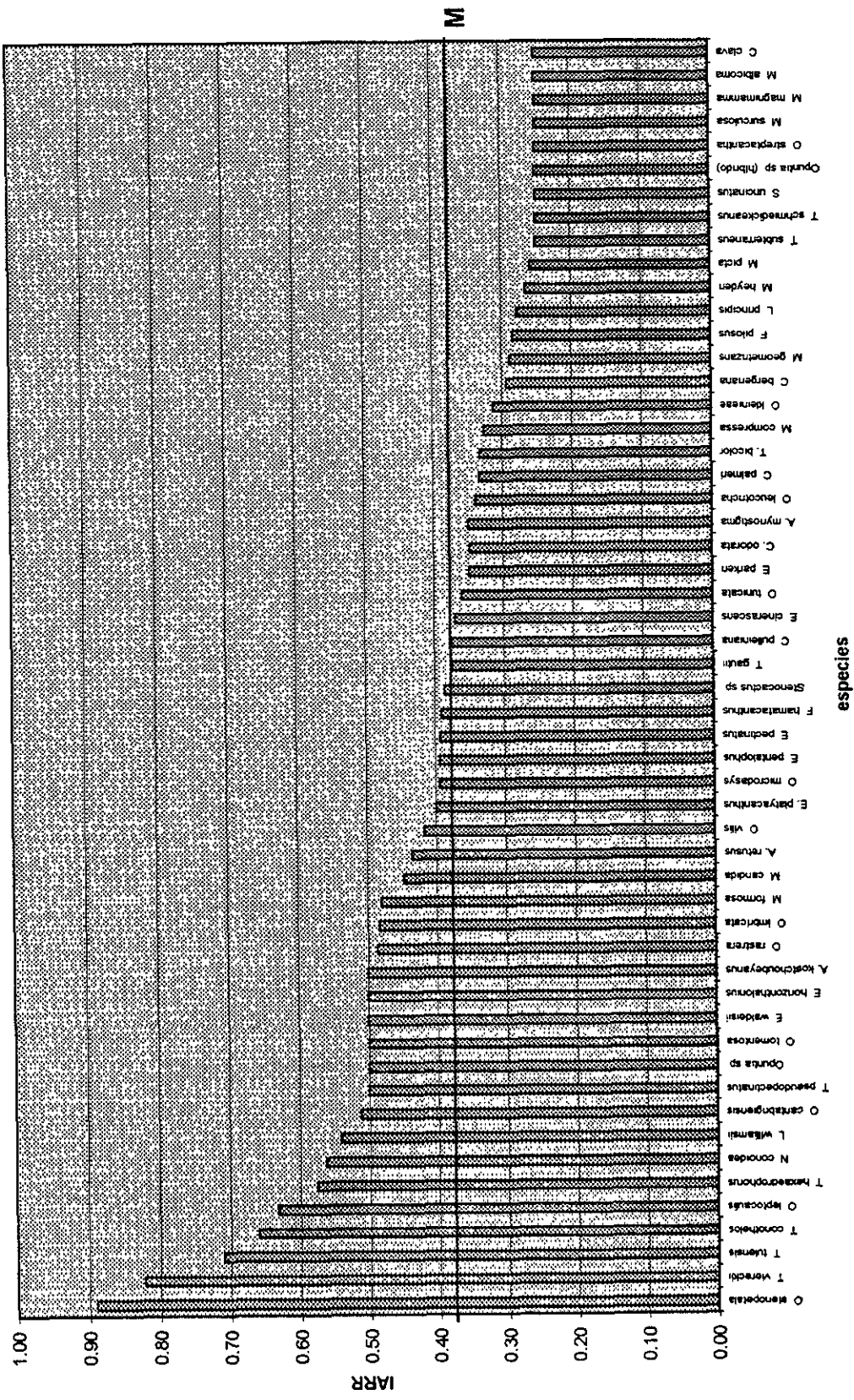


Figura 12 Índice de abundancia relativa regional de las especies registradas en el cuadrante Mier y Noriega.

El análisis combinado de los valores de frecuencia y abundancia representa una herramienta muy útil para evaluar el estado de conservación del total de las especies de cactáceas en el área estudiada. A este respecto, existen cuatro posibles combinaciones: 1) especies frecuentes y abundantes, 2) especies frecuentes y poco abundantes, 3) especies poco frecuentes y abundantes y 4) especies poco frecuentes y poco abundantes (ver anexo 4 y Fig. 13). El 27.8% del total de las especies entraron en la categoría de especies frecuentes y abundantes, destacando entre ellas *Opuntia stenopetala*, *O. leptocaulis*, *O. imbricata*, *O. cantabrigiensis*, entre otras. Por otra parte, las especies frecuentes y poco abundantes como *Astrophytum myriostigma*, *Echinocereus parkeri*, *Ferocactus pilosus*, *Sclerocactus uncinatus*, etc., conforman el 20.4% del total. Más aún, el 22.2% son especies poco frecuentes y abundantes, entre las que se encuentran principalmente *Echinocereus pectinatus*, *Lophophora williamsii*, *Turbincarpus pseudopectinatus*, *T. viereckii*, etc. Finalmente, es muy importante destacar que el restante 29.6% lo componen especies poco frecuentes y poco abundantes como *Leuchtenbergia principis*, *Mammillaria albicoma*, *Coryphantha odorata*, *C. pulleineana*, *Turbincarpus gautii*, *T. schmiedickeanus*, *T. subterraneus*, entre muchas otras (Anexo 4 y Fig.13). Varias de las especies que conforman este último grupo son especies sobre las que se deberán concentrar los mayores esfuerzos de conservación.

Regresando a la Figura 13, es notable que algunas de las especies, tales como *Ariocarpus kotschoubeyanus*, *Echinocereus waldeisii*, *Coryphantha pulleineana*, *Opuntia vilis*, *Turbincarpus pseudopectinatus*, etc., manifiesten de manera más marcada su rareza en el IFR que en el IAR.

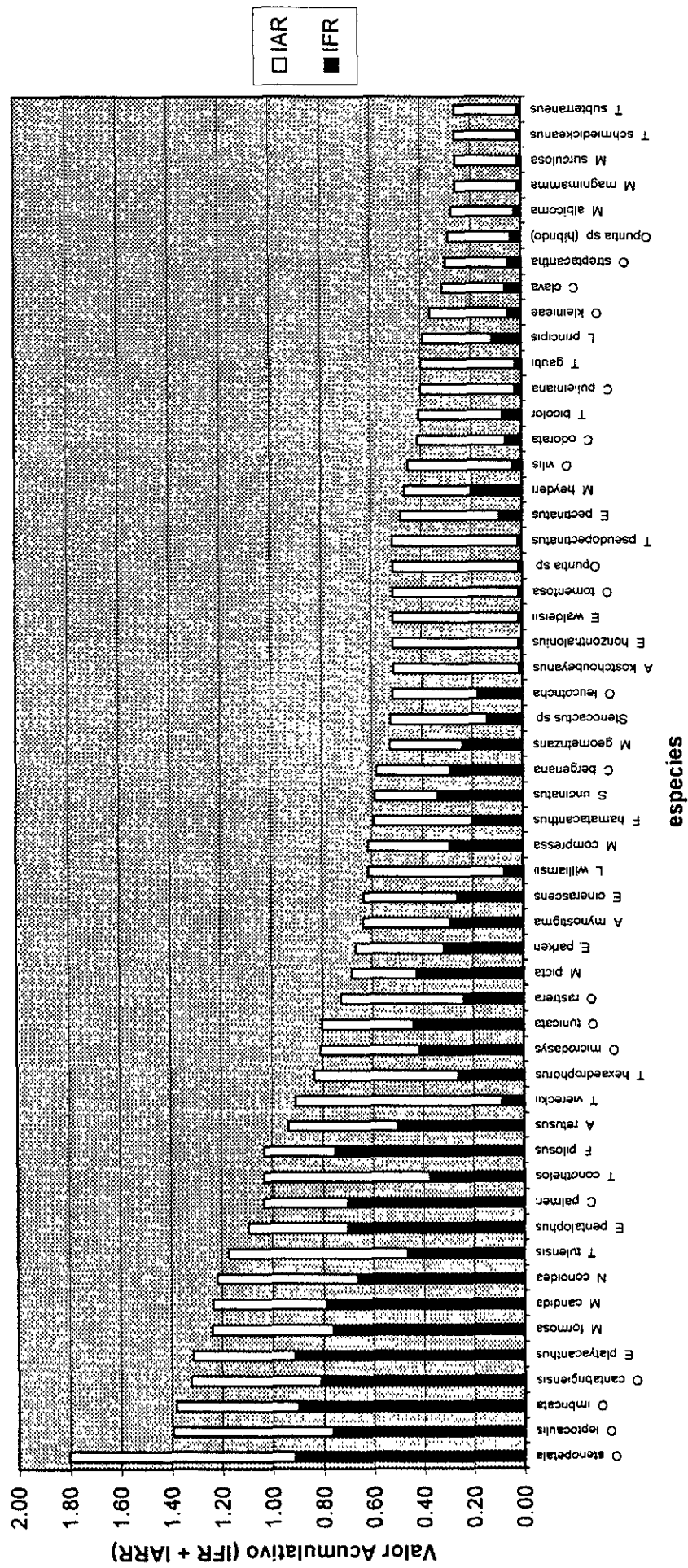


Figura 13. Suma de los índices de abundancia relativa y frecuencia regionales de las especies de cactáceas de Mier y Noriega.

Capítulo 3. Índice de Amplitud Geográfica.

Otra herramienta importante para definir el estado de conservación de las especies es su área de distribución geográfica. En la Figura 14, se puede apreciar el gradiente de valores de los Índices de Amplitud Geográfica (IAG) de las especies con excepción de los géneros *Opuntia* y *Stenocactus* (Anexo 5). La mediana del total de valores de los IAG de las especies (0.43) se utilizó nuevamente para poder categorizar a las especies en dos tipos: especies con amplia distribución y especies con distribución restringida. De las 39 especies analizadas, más de la mitad (51.3%) presentan una distribución restringida, tales como *Astrophytum myriostigma*, *Mammillaria albicoma*, *Turbincarpus schmidickeanus*, etc. El 48.8% restante (19 spp.) presentan áreas de distribución mucho más extensas que contrastan con las anteriores, como es el caso de *Mammillaria heyderi* y *Myrtillocactus geometrizans*, presentes en 40 cuadrantes, o *Echinocactus platyacanthus* que se encuentra presente en 31 cuadrantes (Fig. 15). Asimismo, el 82% (32 spp.) son endémicas de la región del Desierto Chihuahuense, entre las cuales destacan las especies del género *Ariocarpus*, *Astrophytum*, *Leuchtenbergia*, *Neolloydia*, *Sclerocactus*, *Thelocactus* y *Turbincarpus*. Seis de estas especies endémicas: *Echinocereus waldeisii*, *Mammillaria surculosa*, *Coryphantha odorata*, *C. pulleineana*, *Turbincarpus viereckii* y *T. subterraneus* presentan el fenómeno de estenoendemismo (Hernández y Godínez, 1994 y Hernández y Bárcenas, 1996), ya que solamente se distribuyen en 3 cuadrantes o menos (véase Anexo 5 y Figura 16). Únicamente *Echinocereus waldeisii* y *Turbincarpus subterraneus* se pueden considerar casi endémicas de la región de Mier y Noriega. En contraste, el 18% de las especies no son endémicas de la región del Desierto Chihuahuense (*Coryphantha clava*, *Echinocactus platyacanthus*, *Echinocereus cinerascens*, *E. pentalophus*, *Mammillaria heyderi*, *M. magnimamma* y *Myrtillocactus geometrizans*), presentando la mayoría amplias áreas de distribución. Una excepción es *Coryphantha clava*, que según el análisis presentó un valor por debajo de la mediana (0.33). Sin embargo, creemos que este valor se encuentra demasiado sesgado, quizás porque ésta especie está muy mal representada en colecciones de herbario.

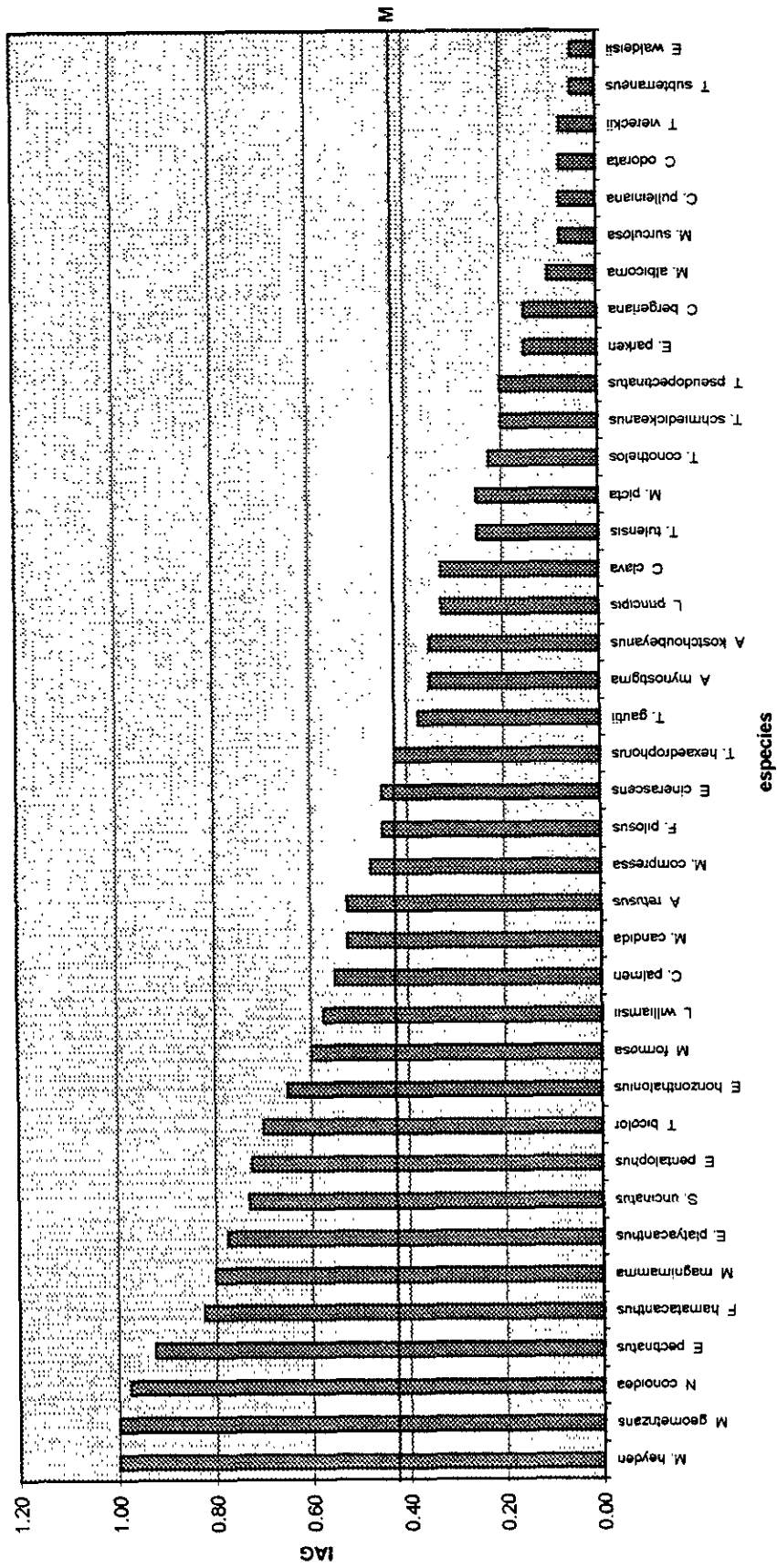


Figura 14. Índice de amplitud geográfica de las especies registradas en la región, con excepción de los géneros *Opuntia* y *Stenocactus*.

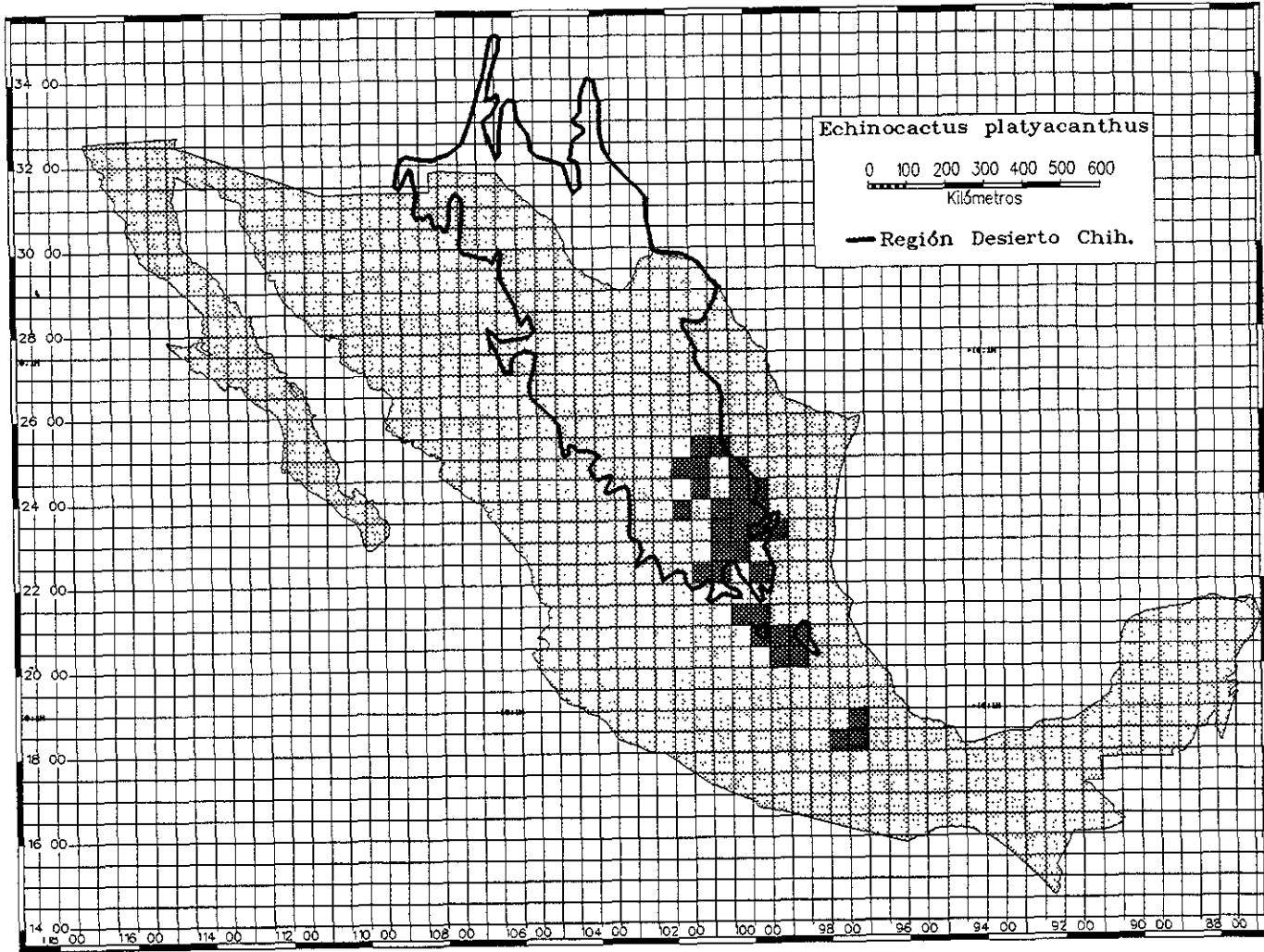


Figura 15. Distribución geográfica de *Echinocactus platyacanthus*.

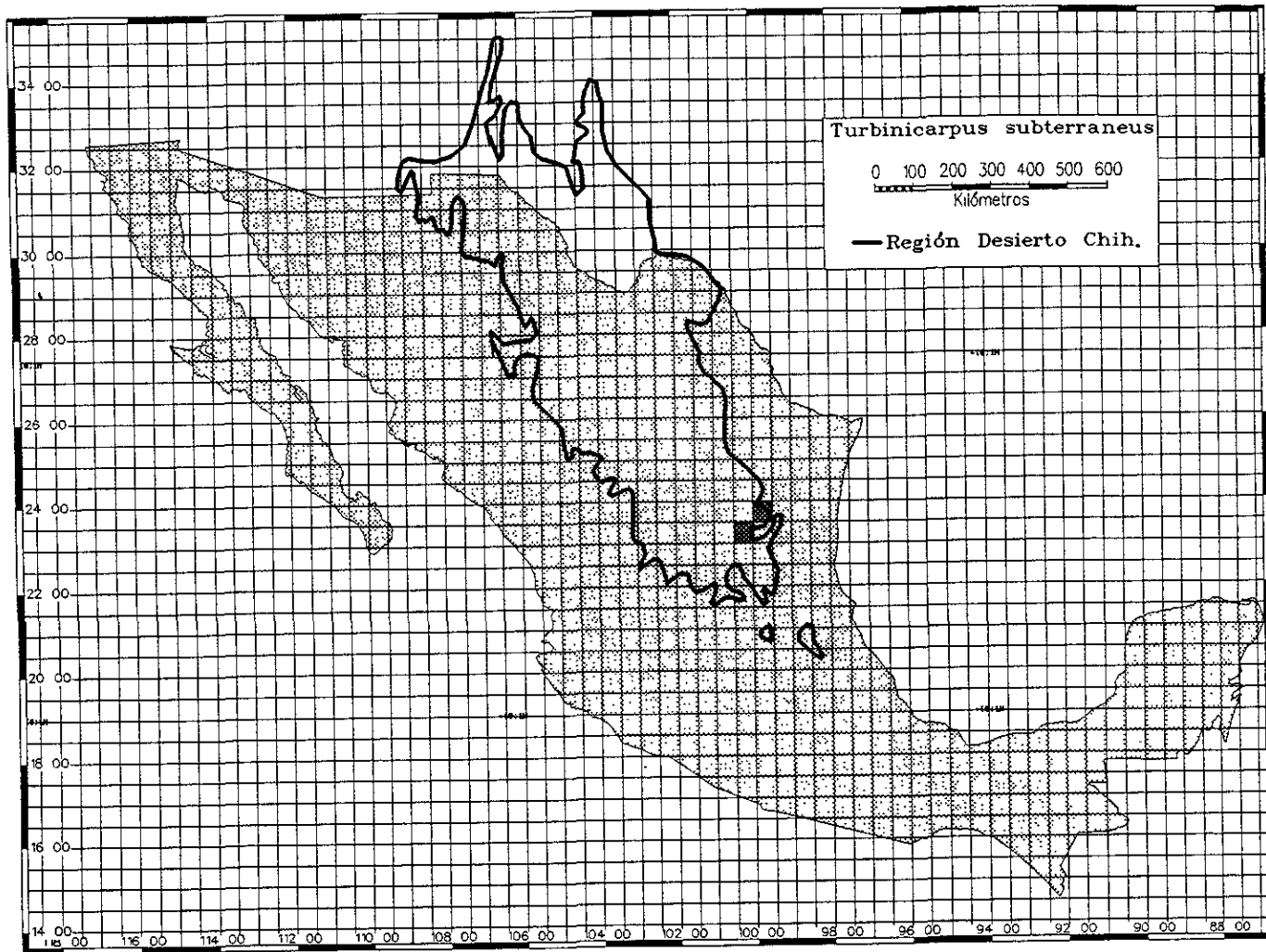


Figura 16. Distribución geográfica de *Turbinicarpus subterraneus*.

Capítulo 4. Análisis de Complementariedad.

De acuerdo con el análisis de complementariedad realizado para el total de las especies, el subcuadrante 17 fue el de primera prioridad, ya que presentó un total de 34 especies, representando el 63 % de las especies en toda el área (Cuadro 3 y Fig. 9). La segunda prioridad la obtuvo el subcuadrante 10 con un Valor de Complementariedad (VC) de 11.1 %; la tercera prioridad la presentó el subcuadrante 25 con un VC de 5.5 %. Aparecen como cuarta prioridad los subcuadrantes 2, 16 y 21 con un VC de 3.8 % y por último se tiene como quinta prioridad a los subcuadrantes 5, 6, 7, 11 y 23 con un VC de 1.8 %. El resto de los subcuadrantes no aportaron especies adicionales a los anteriores por lo que tuvieron un VC de 0 %.

Prioridad	Subcuadrante	RC	Valor de Complementariedad (%)
1	17	-	-
2	10	6	11.1 %
3	25	3	5.5 %
4	16	2	3.8 %
5	2	2	3.8 %
6	21	2	3.8 %
7	6	1	1.8 %
8	7	1	1.8 %
9	5	1	1.8 %
10	11	1	1.8 %
11	23	1	1.8 %

Cuadro 3. Porcentajes de complementariedad (complemento = 54 especies).

Con respecto al análisis de complementariedad para las especies amenazadas, el subcuadrante 17 fue el que presentó el mayor número de especies amenazadas (10 spp.) y por lo tanto fue el de mayor prioridad de conservación. Esto significa que, conservando el subcuadrante 17, se protege el 52.6 % de las especies amenazadas de la región; el subcuadrante 25 presentó la segunda prioridad, con un VC de 10.5 %; la tercera prioridad la presentaron un grupo de 7 subcuadrantes (2, 7, 11, 16, 20, 21 y 23) con un VC de 5.3 % cada uno. Todos los demás subcuadrantes presentaron un VC de 0 % (Cuadro 4).

Prioridad	Subcuadrante	RC	Valor de Complementariedad (%)
1	17	-	-
2	25	2	10.5 %
3	11	1	5.3 %
4	23	1	5.3 %
5	20	1	5.3 %
6	2	1	5.3 %
7	7	1	5.3 %
8	16	1	5.3 %
9	21	1	5.3 %

Cuadro 4. Porcentajes de complementariedad para las especies amenazadas (complemento = 19 especies).

En base a los altos valores de complementariedad para las especies en general y sobre todo los para las especies amenazadas, se puede afirmar de los dos análisis anteriores que los subcuadrantes 17, 25, 16, 2, 21, 7, 11, 23, y 20 resultaron ser los más importantes para la conservación de especies en la región (Cuadros 3 y 4). Es importante notar que el subcuadrante 10, a pesar de presentar un valor de complementariedad de 11.1% (véase cuadro 3), presenta un VC con respecto a las especies amenazadas de 0% (Cuadro 4). Por esta razón, se decidió excluirlo de las zonas prioritarias a conservar.

Analizando la Figura 9, en donde se presentan los subcuadrantes con mayor diversidad de especies en la región, se observa que seis subcuadrantes (11, 16, 17, 20, 21 y 25) de los 8 más diversos concuerdan con las áreas de mayor prioridad de conservación de cactáceas en la región que fueron seleccionadas con los análisis de complementariedad. En suma, protegiendo los subcuadrantes 17, 25, 16, 2, 21, 7, 11, 23 y 20 (ver figura 17) que representan el 36% (1024.2 km²) del área total, se protege el 94% del total de las especies de la región, así como el 100% de las especies amenazadas existentes.

Es importante mencionar que se podría optimizar la selección de subcuadrantes de alta prioridad de conservación, utilizando análisis basados en las relaciones filogenéticas de las especies con información contenida en clasificaciones cladísticas con base en un valor taxonómico (Vane-Wright *et al.*, 1991). El poder establecer prioridades de conservación en las especies de acuerdo a su acervo genético, permitiría obtener un esquema mucho más profundo sobre las especies que presentan mayor jerarquía de acuerdo con los métodos cladísticos. Por desgracia, los conocimientos hasta el momento generados con respecto a las relaciones filogenéticas en cactáceas son muy limitados.

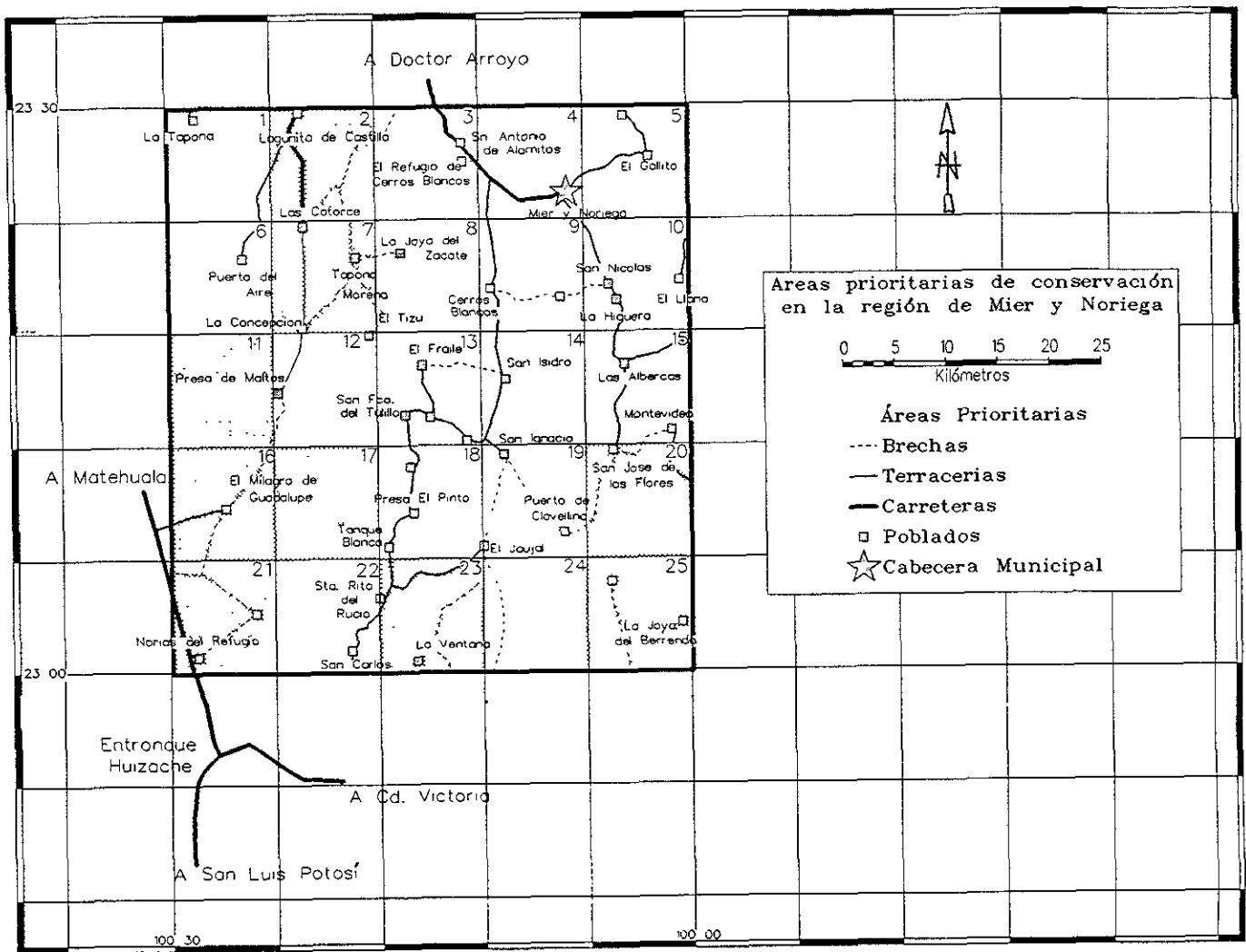


Figura 17. Áreas prioritarias para la conservación de cactáceas en la región de Mier y Noriega.

Capítulo 5. Grado de rareza.

La rareza en las plantas se puede expresar en diferentes formas (Rabinowitz, 1981, Hernández y Godínez, 1994, Gaston, 1994). Siguiendo a la primera autora, pero con base a los tres parámetros utilizados en este estudio: frecuencia de aparición de las especies, abundancia relativa y distribución geográfica, se obtuvo un esquema que permite combinar estas condiciones para cada una de las especies de la región, nuevamente exceptuando a los géneros *Opuntia* y *Stenocactus*. De esta manera, con los datos combinados de los IFR, IAR e IAG, se puede visualizar, en la Figura 18 y en el Cuadro 5, las diferentes combinaciones que se llevan a cabo en los parámetros mencionados, desde las especies que presentan una alta frecuencia, alta abundancia relativa y amplia distribución geográfica, hasta las que presentan valores bajos de frecuencia, abundancia relativa y distribución geográfica reducida.

Distribución geográfica	Amplia		Reducida	
	Alta	Baja	Alta	Baja
Frecuencia de aparición				
Abundancia relativa				
Alta	Amplia distribución Muy frecuentes Abundantes	Amplia distribución Poco frecuentes Abundantes	Distribución reducida Muy frecuentes Abundantes	Distribución reducida Poco frecuentes Abundantes
Baja	Amplia distribución Muy frecuentes Poco abundantes	Amplia distribución Poco frecuentes Poco abundantes	Distribución reducida Muy frecuentes Poco abundantes	Distribución reducida Poco frecuentes Poco abundantes

Cuadro 5. Tipos de rareza de las especies de cactáceas basados en: amplitud geográfica, frecuencia de aparición y abundancia relativa.

De acuerdo con el esquema anterior, las especies fueron seleccionadas con respecto a las características que presentaron. Así, el porcentaje más alto (23.1%), lo conforman 9 especies que se distinguen por presentar baja frecuencia, baja abundancia y una distribución restringida, entre las que destacan *Coryphantha pulleineana*, *Leuchtenbergia principis*, *Mammillaria albicoma*, *Turbincarpus*

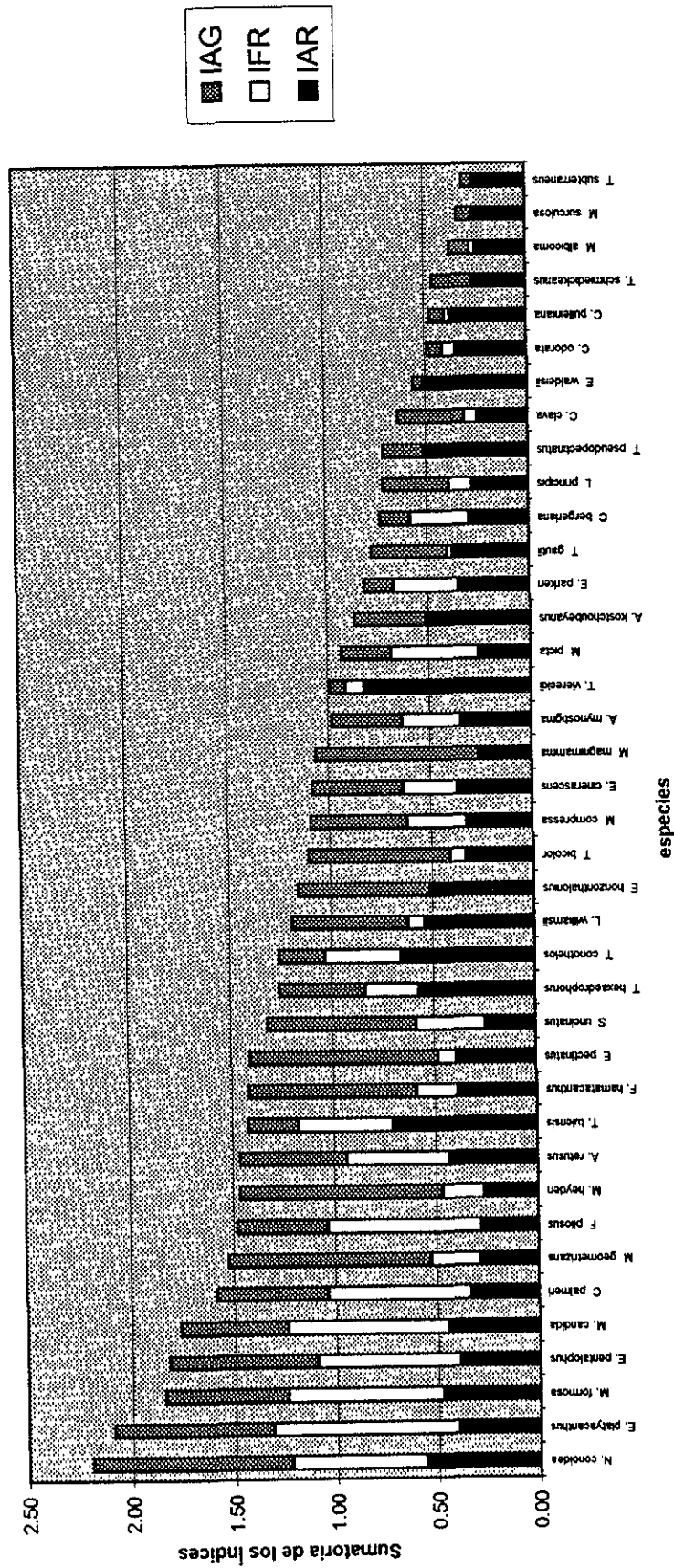


Figura 18. Suma de los índices de frecuencia y abundancia relativa regionales y de amplitud geográfica de las especies de cactáceas de la región.

schmiedickeanus, *T. subterraneus*, etc. El 10.2% (*Astrophytum myriostigma*, *Coryphantha bergeriana*, *Echinocereus parkeri* y *Mammillaria picta*) son especies con una alta frecuencia, pero con una baja abundancia y una distribución reducida. Cuatro especies más (10.2%), entran en la categoría de especies con baja frecuencia de aparición y una distribución reducida, pero son abundantes; algunos ejemplos son *Turbincarpus pseudopectinatus* y *Turbincarpus viereckii*, entre otros (Anexo 6). Las especies que se encontraron dentro de las tres combinaciones anteriores se encuentran amenazadas, básicamente porque todas ellas presentan una distribución restringida y una característica, ya sea de frecuencia o abundancia reducida, con excepción de *Coryphantha clava* la cual no es endémica de la región del Desierto Chihuahuense (véase Anexo 5 y 6). Todas las demás especies no se consideraron como amenazadas, con excepción de *Sclerocactus uncinatus*, *Ferocactus pilosus* y *Echinocactus platyacanthus*. *Sclerocactus uncinatus*, a pesar de presentar una amplia distribución y de ser una especie bastante frecuente, presenta niveles de abundancia extremadamente bajos (Anexo 3), ya que en la gran mayoría de sus poblaciones fue posible localizar solamente unos cuantos individuos, en ocasiones 1 ó 2. Las otras 2 especies (*Ferocactus pilosus* y *Echinocactus platyacanthus*) han sido intensamente explotadas por el hombre (del Castillo y Trujillo, 1991) y actualmente presentan en la mayoría de las regiones niveles de abundancia muy bajos (véase Anexo 3). En suma, de las 39 especies aquí analizadas según los criterios establecidos anteriormente, más de la mitad de las especies, es decir, el 51.3%, son especies que se encuentran amenazadas.

Es de gran importancia el poder tener información confiable sobre el estado de conservación de las especies, sobre todo cuando la mayoría de las veces, su inclusión en categorías específicas de amenaza es tentativa y arbitraria. Uno de los principales objetivos de este estudio fue aportar datos concretos para proponer, confirmar y rectificar varios de los “status” en que se ubican actualmente las especies de cactáceas dentro de las listas oficiales de la CITES, IUCN y de la NOM059. En consecuencia a manera de conclusión, en el Cuadro 6 se hacen una serie de propuestas de cambios a las listas anteriormente mencionadas, en donde se ratifica la permanencia de varias especies dentro del Apéndice 1 de la CITES y de las listas de la IUCN y de la NOM059. Además, se propone la inclusión de trece especies al Apéndice 1 de la CITES y cuatro especies a las otras listas. Es importante resaltar que en estas listas se incluye a *Ariocarpus retusus* (a pesar de presentar una alta frecuencia, abundancia y amplia extensión geográfica) como una estrategia para la conservación de las otras especies del género *Ariocarpus*. Por otro lado, se sugiere la exclusión de *Mammillaria candida* y de *Thelocactus tulensis* de dos de las listas, pues no existe evidencia alguna de que se encuentren amenazadas. Hay que destacar que las propuestas que se hacen en el cuadro 6, son un reflejo de los datos generados en este

VII. LITERATURA CITADA:

- Andrade-Lima, D. 1981. The caatingas dominium. *Revista Brasil. Bot.* 4: 149-153.
- Arita, H.T., Figueroa, F., Frisch, A., Rodríguez, P. y Santos-Del-Prado, K. 1997. Geographical range size and conservation of mexican mammals. *Conservation Biol.* 11(1): 92-100.
- Baillie, S.R. 1991. Monitoring terrestrial breeding bird populations. Pp. 112-129 en: Goldsmith, F.B. (ed.). *Monitoring for Conservation and Ecology.* Chapman & Hall. Boundary Row, London.
- Bárceñas, R.T. (en prep.). Patrones de distribución de cactáceas en el estado de Guanajuato. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Barthlott, W. y Hunt, D. 1993. Cactaceae. Pp. 161-197 en Kubitzki, K., Rohwer, J. y Bittrich, V. (eds.). *The families and genera of vascular plants. II. Dicotyledons.* Springer-Verlag, Berlín.
- Benson, L. 1982. *The Cacti of the United States and Canada.* Stanford University Press. Stanford, California. 1044 pp.
- Bravo, H. 1978. *Las Cactáceas de México. Vol. I.* Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 743 pp.
- Bravo, H. y Sánchez-Mejorada, H. 1991a. *Las Cactáceas de México, Vol. II.* Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 404 pp.
- Bravo, H. y Sánchez-Mejorada, H. 1991b. *Las Cactáceas de México, Vol. III.* Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 643 pp.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P y Laake, J.L. 1993. *Distance Sampling. Estimating Abundance of Biological Populations.* Chapman & Hall. Boundary Row, London. 446 pp.
- Burnham, K.P., Anderson, D.R. y Laake, J.L. 1980. Estimation of density from line transect sampling of biological populations. *Wildlife Monographs* 72: 1-202.
- Cain, S.A. y de Oliveira Castro, G.M. 1959. *Manual of Vegetation Analysis.* Harper Bross. New York. 325 pp.
- Castillo, O., Blanco, M. y Toledo, C. 1983. *Estudio de las cactáceas de la cuenca baja del Río Balsas* Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo, México. 36 pp.
- CITES. 1990. *Appendices I, II and III to the Convention.* U.S. Fish and Wildlife Service. Washington, D.C.
- CITES/WCMC. 1996. *Checklist of CITES Species.* CITES/WCMC. Cambridge, UK.

- Cornet, A. 1985. Las Cactáceas de la Reserva de la Biosfera de Mapimí. Instituto de Ecología A.C. México, D.F. 53 pp.
- Dávila, P., Villaseñor, J.L., Medina R., Ramírez, A., Salinas A., Sánchez-Ken J. y Tenorio, P. 1993. Flora del Valle Tehuacán-Cuicatlán. Listados Florísticos de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 195 pp.
- Davis, D.E. y Winstead, R.L. 1987. Estimación de tamaños de poblaciones de vida silvestre. Pp. 233-258 en Tarrés, R.R. (ed.) Manual de Técnicas de Gestión de Vida Silvestre. 5° Ed. The Wildlife Society. Washington, D.C.
- del Castillo, R. y Trujillo, S. 1991. Ethnobotany of *Ferocactus histrix* and *Echinocactus platyacanthus* (Cactaceae) in the semiarid central México: past, present and future. Econ. Bot. 45: 495-502.
- Falk, D.A. y K.E. Holsinger (eds.). 1991. Genetics and Conservation of Rare Plants. Oxford University Press. New York. 283 pp.
- Favre, D.S. 1989. International Trade in Endangered Species. Martinus Nijhof Publishers. Dordrecht, Netherlands. 415 pp.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la Republica Mexicana. Offset Larios. México, D.F. 217 pp.
- Gaston, K.J. 1994. Rarity. Chapman and Hall. London. 205 pp.
- Gentry, A.H. 1982. Patterns of neotropical plant species diversity. Evol. Biol. 15: 1-84.
- Gentry, A.H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. Ann. Missouri Bot. Gard. 75: 1-34.
- Gentry, A.H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forest. Pp.147-194 en Astephen, H. Harold, A., Ernesto, M. (Eds.) Seasonally dry tropical forests. Cambridge, Massachusetts.
- Gibson, A. y Nobel, P. 1986. The cactus primer. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. 286 pp.
- Gysel, L.W. y Lyon, L.J. 1987. Análisis y evaluación del hábitat. Pp. 321-344 en R.R. Tarrés (ed.) Manual de Técnicas de Gestión de Vida Silvestre. 5° Ed. The Wildlife Society. Washington, D.C.
- Hernández, E.M. 1981. Cactáceas de Doctor Arroyo, Nuevo León, México, su utilización y notas ecológicas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. México, Monterrey.
- Hernández, H.M. y Anderson, E.F. 1992. A new species of *Ariocarpus* (Cactaceae). Bradleya 10: 1-4.

- Hernández, H.M., Alvarado, V. y Ibarra, R. 1993. Base de datos de colecciones de cactáceas del Norte y Centroamérica. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México* 64:87-94.
- Hernández, H.M. y Bárcenas, R.T. 1995. Endangered cacti in the Chihuahuan Desert: I. Distribution patterns. *Conservation Biol.* 9(5): 1176-1188.
- Hernández, H.M. y Bárcenas, R.T. 1996. Endangered cacti in the Chihuahuan Desert: II. Biogeography and conservation. *Conservation Biol.* 10(4): 1200-1209.
- Hernández, H.M. y Godínez, H. 1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. *Acta Bot. Mex.* 26:33-52.
- Hernández, H. M., Gómez-Hinostrosa, C. y Bárcenas R.T. (en prep.). Diversity, spatial arrangement, and endemism of Cactaceae in the Huizache area, San Luis Potosí, México.
- Humphries, C., Vane-Wright, D. y Williams, P. 1991. Biodiversity reserves: setting new priorities for the conservation of wildlife. *Parks* 2(2): 34-38.
- Hunt, D. 1992. Cactaceae Checklist of the Convention on Trade in Endangered Species. Royal Botanic Gardens Kew. Surrey, England.
- Juárez, B.V. 1987. Estudio sinecológico de los matorrales rosetófilos en el nordeste de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- León de la Luz, J.L., Coria R.C. y Cansino, J. 1995. Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, Baja California Sur. Listados Florísticos de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 29 pp.
- Martínez, J.G., Suzán, H, Jiménez, J.L., Mora, A., Hernández, H.M. y Vovides, A.P. 1996. Las cactáceas de la reserva de la biosfera "El Cielo". *Piante Grasse* 16:82-91.
- Mourelle, C. y Ezcurra, E. 1996. Species richness of Argentine cacti: A test of biogeographic hypotheses. *J. Veg. Sci.* 7:667-680.
- Navarro, G. 1996. Catálogo ecológico preliminar de las cactáceas de Bolivia. *Lazaroa* 17:33-84.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies de flora y fauna silvestre, terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección, SEDESOL, Diario Oficial de la Federación No.488, 1994. Pp. 2-59.
- Oldfield, S. (comp.). 1997. Cactus and Succulent Plants. Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN/SSC Cactus and Succulent Specialist Group. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 212 pp.

- Pinkava, D.J. 1984. Vegetation and flora of the Bolsón of Cuatro Ciénegas region, Coahuila, México: summary, endemism and corrected catalogue. *J. Arizona-Nevada Acad. Sci.* 19:23-47.
- Pressey, R., C. Humphries, C. Margules, R. Van-Wright, and Williams, P. 1993. Beyond opportunism: key principles for systematic reserve selection. *Trends Ecol. Evol.* 8:124-128.
- Rabinowitz, D. 1981. Seven forms of rarity. Pp. 205-217 en: Synge, H. (ed.). *The Biological Aspects of Rare Plant Conservation*. John Wiley & Sons. Bath, Avon.
- Rabinowitz, D., Cairns, S. y Dillon, T. 1986. Seven forms of rarity and their frequency in the flora of the British Isles. Pp. 182-204 en: Soulé, M. (ed.). *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. Sinauer. Sunderland, Massachusetts.
- Rojas, P. 1965. Generalidades sobre la vegetación del estado de Nuevo León y datos sobre su flora. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Ruiz de Esparza, R. 1988. Lista de las especies vasculares. Pp. 225-239 en: Montaña, C. (ed.). *Estudio Integrado de los Recursos, Vegetación, Suelo y Agua en la Reserva de la Biosfera de Mapimí*. Instituto de Ecología A.C., México D.F.
- Rzedowski, J. 1956. Notas sobre la vegetación de del estado de San Luis Potosí. III. Vegetación de la región de Guadalcázar. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México* 27: 169-228.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México, D.F. 432 pp.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Bot Mex.* 14: 3-21.
- Torres, R., Torres, L., Dávila, P. y Villaseñor, J.L. 1997. Flora del Distrito de Tehuantepec, Oaxaca. *Listados Florísticos de México*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 68 pp.
- Vane-Wright, R.I., Humphries, C.J. y Williams, P.H. 1991. What to protect?. Systematics and the agony of choice. *Biol. Conserv.* 55: 235-254.
- Villarreal, J.A. 1994. Flora vascular de la Sierra de la Paila, Coahuila, México. *Sida* 16(1):109-138
- Williams, P., Humphries, C. and Vane-Wright, R. 1991. Measuring biodiversity: taxonomic relatedness for conservation priorities. *Austral. Syst. Bot.* 4: 665-679.

Anexo 1. Especies registradas en la región de Mier y Noriega. Las especies amenazadas se indican en negritas; también se indican ejemplares de referencia, nuevos registros para el área y para el estado.

Especie	Ejemplar de referencia	N. R. para el Área	N. R. para el Estado
<i>Ariocarpus kotschoubeyanus</i> (Lemaire) Schumann	C. Gómez H. 669	x	
<i>Ariocarpus retusus</i> Scheidw.	C. Gómez H. 962		
<i>Astrophytum myriostigma</i> Lemaire	C. Gómez H. 807	x	NL
<i>Coryphantha bergeriana</i> Boedeker	C. Gómez H. 1105	x	
<i>Coryphantha clava</i> (Pfeiffer) Lemaire	C. Gómez H. 1244		NL
<i>Coryphantha odorata</i> Boedeker	C. Gómez H. 1288	x	Tamps, NL
<i>Coryphantha palmeri</i> Britton et Rose	C. Gómez H. 651	x	
<i>Coryphantha pulleineana</i> (Backeberg) Glass	C. Gómez H. 1461	x	
<i>Echinocactus platyacanthus</i> Link et Otto	C. Gómez H. 953		
<i>Echinocactus horizonthalonius</i> Lemaire	C. Gómez H. 258	x	
<i>Echinocereus cinerascens</i> (DC.) Lemaire	C. Gómez H. 916	x	NL
<i>Echinocereus parkeri</i> N.P. Taylor	C. Gómez H. 657	x	
<i>Echinocereus pectinatus</i> (Scheidw.) Engelm.	C. Gómez H. 640	x	
<i>Echinocereus pentalophus</i> (DC.) Lemaire	C. Gómez H. 473	x	
<i>Echinocereus waldeisii</i> Haugg	C. Gómez H. 938	x	
<i>Ferocactus hamatacanthus</i> (Muehlenpfordt) Britton et Rose	C. Gómez H. 907	x	
<i>Ferocactus pilosus</i> (Galeotti) Werderm.	C. Gómez H. 333		
<i>Leuchtenbergia principis</i> Hooker	C. Gómez H. 475		
<i>Lophophora williamsii</i> (Lemaire ex Salm-Dyck) Coulter	C. Gómez H. 446	x	
<i>Mammillaria albicoma</i> Boedeker	C. Gómez H. 509	x	SLP
<i>Mammillaria candida</i> Scheidw.	C. Gómez H. 1455		
<i>Mammillaria compressa</i> DC.	C. Gómez H. 265		NL
<i>Mammillaria formosa</i> Galeotti ex Scheidw.	C. Gómez H. 1107		
<i>Mammillaria heyderi</i> Muehlenpfordt	C. Gómez H. 455		
<i>Mammillaria magnimamma</i> Haw.	C. Gómez H. 740		
<i>Mammillaria picta</i> Meisner	C. Gómez H. 1347		
<i>Mammillaria surculosa</i> Boedeker	C. Gómez H. 530	x	
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Martius) Console	C. Gómez H. 516	x	
<i>Neolloydia conoidea</i> (DC.) Britton et Rose	C. Gómez H. 112		
<i>Opuntia cantabrigiensis</i> Lynch	C. Gómez H. 507		
<i>Opuntia imbricata</i> Haw.	C. Gómez H. 1099		
<i>Opuntia kleimeae</i> DC.	C. Gómez H. 1279	x	Tamps, SLP
<i>Opuntia streptacantha</i> Lemaire	C. Gómez H. 550	x	Tamps
<i>Opuntia leptocaulis</i> DC.	C. Gómez H. 1235		
<i>Opuntia leucotricha</i> DC.	C. Gómez H. 1076	x	NL
<i>Opuntia microdasys</i> (Lehmann) Pfeiffer	C. Gómez H. 808	x	
<i>Opuntia rastrera</i> Weber	C. Gómez H. 1353		
<i>Opuntia stenopetalata</i> Engelm.	C. Gómez H. 332	x	
<i>Opuntia tomentosa</i> Salm-Dyck	C. Gómez H. 137	x	NL
<i>Opuntia tunicata</i> (Lehmann) Link et Otto	C. Gómez H. 1008		
<i>Opuntia vilis</i> Rose	C. Gómez H. 444	x	SLP
<i>Opuntia</i> sp. (híbrido)	C. Gómez H. 478 a	x	
<i>Opuntia</i> sp.	C. Gómez H. 1669	x	
<i>Sclerocactus uncinatus</i> (Galeotti) N.P. Taylor	C. Gómez H. 1045		
<i>Sienocactus</i> sp.	C. Gómez H. 1019		
<i>Thelocactus bicolor</i> (Galeotti) Britton et Rose	C. Gómez H. 445		
<i>Thelocactus conothelos</i> (Regel et Klein) Backeb. et F. Knuth	C. Gómez H. 1250		
<i>Thelocactus hexaedrophorus</i> (Lemaire) Britton et Rose	C. Gómez H. 978		
<i>Thelocactus tulensis</i> (Poselger) Britton et Rose	C. Gómez H. 68		
<i>Turbincarpus gautii</i> (Benson) Zimmerman	C. Gómez H. 1230	x	
<i>Turbincarpus pseudopectinatus</i> (Backeberg) Glass et Foster	C. Gómez H. 1000		
<i>Turbincarpus schmiedickeanus</i> (Boedeker) Buxbaum et Backeberg	C. Gómez H. 1625		
<i>Turbincarpus subterraneus</i> (Backeberg) Zimmerman	C. Gómez H. 315	x	
<i>Turbincarpus viereckii</i> (Glass et Foster) John et Riha	C. Gómez H. 1373		SLP

Anexo 2. Número de localidades en que se encontró cada especie y sus índices de frecuencia regional.

Especie	Nº de Localidades	IFR
<i>Opuntia stenopetala</i>	73	0.91
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	73	0.91
<i>Opuntia imbricata</i>	72	0.90
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	65	0.81
<i>Mammillaria candida</i>	63	0.79
<i>Opuntia leptocaulis</i>	61	0.76
<i>Mammillaria formosa</i>	61	0.76
<i>Ferocactus pilosus</i>	60	0.75
<i>Echinocereus pentalophus</i>	56	0.70
<i>Coryphantha palmeri</i>	56	0.70
<i>Neolloydia conoidea</i>	53	0.66
<i>Ariocarpus retusus</i>	40	0.50
<i>Thelocactus tulensis</i>	37	0.46
<i>Opuntia tunicata</i>	35	0.44
<i>Mammillaria picta</i>	34	0.43
<i>Opuntia microdasys</i>	33	0.41
<i>Thelocactus conothelos</i>	30	0.38
<i>Sclerocactus uncinatus</i>	27	0.34
<i>Echinocereus parkeri</i>	25	0.31
<i>Mammillaria compressa</i>	23	0.29
<i>Coryphantha bergeriana</i>	23	0.29
<i>Astrophytum myriostigma</i>	23	0.29
<i>Thelocactus hexaedrophorus</i>	21	0.26
<i>Echinocereus cinerascens</i>	21	0.26
<i>Opuntia rastrera</i>	19	0.24
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	19	0.24
<i>Mammillaria heyderi</i>	16	0.20
<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	16	0.20
<i>Opuntia leucotricha</i>	14	0.18
<i>Stenocactus sp.</i>	11	0.14
<i>Leuchtenbergia principis</i>	9	0.11
<i>Turbincarpus viereckii</i>	7	0.09
<i>Echinocereus pectinatus</i>	7	0.09
<i>Thelocactus bicolor</i>	6	0.08
<i>Lophophora williamsii</i>	6	0.08
<i>Coryphantha odorata</i>	5	0.06
<i>Coryphantha clava</i>	5	0.06
<i>Opuntia streptacantha</i>	4	0.05
<i>Opuntia kleimeae</i>	4	0.05
<i>Opuntia vilis</i>	3	0.04
<i>Opuntia sp. (híbrido)</i>	3	0.04
<i>Mammillaria albicoma</i>	2	0.03
<i>Turbincarpus gauti</i>	2	0.03
<i>Coryphantha pulleiana</i>	2	0.03
<i>Turbincarpus subterraneus</i>	1	0.01
<i>Turbincarpus schmedickeanus</i>	1	0.01
<i>Turbincarpus pseudopectinatus</i>	1	0.01
<i>Opuntia sp.</i>	1	0.01
<i>Opuntia tomentosa</i>	1	0.01
<i>Mammillaria surculosa</i>	1	0.01
<i>Mammillaria magnimamma</i>	1	0.01
<i>Echinocereus waldeisii</i>	1	0.01
<i>Echinocactus horizionthalonius</i>	1	0.01
<i>Ariocarpus kotschoubeyanus</i>	1	0.01

Mediana = 0.20

Anexo 3. Índices de abundancia relativa regional.

Especie	Promedio de Categorías	IARR
<i>Opuntia stenopetala</i>	3.56	0.89
<i>Turbincarpus viereckii</i>	3.29	0.82
<i>Thelocactus tulensis</i>	2.84	0.71
<i>Thelocactus conothelos</i>	2.63	0.66
<i>Opuntia leptocaulis</i>	2.52	0.63
<i>Thelocactus hexaedrophorus</i>	2.29	0.57
<i>Neolloydia conoidea</i>	2.23	0.56
<i>Lophophora williamsii</i>	2.17	0.54
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	2.05	0.51
<i>Turbincarpus pseudopectinatus</i>	2.00	0.50
<i>Opuntia</i> sp.	2.00	0.50
<i>Opuntia tomentosa</i>	2.00	0.50
<i>Echinocereus waldeisii</i>	2.00	0.50
<i>Echinocactus horizontalis</i>	2.00	0.50
<i>Ariocarpus kotschoubeyanus</i>	2.00	0.50
<i>Opuntia rastrera</i>	1.95	0.49
<i>Opuntia imbricata</i>	1.93	0.48
<i>Mammillaria formosa</i>	1.90	0.48
<i>Mammillaria candida</i>	1.79	0.45
<i>Ariocarpus retusus</i>	1.75	0.44
<i>Opuntia vilis</i>	1.67	0.42
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	1.60	0.40
<i>Opuntia microdasys</i>	1.58	0.39
<i>Echinocereus pentalophus</i>	1.57	0.39
<i>Echinocereus pectinatus</i>	1.57	0.39
<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	1.56	0.39
<i>Stenocactus</i> sp.	1.55	0.39
<i>Turbincarpus gautii</i>	1.50	0.38
<i>Coryphantha pulleiniana</i>	1.50	0.38
<i>Echinocereus cinerascens</i>	1.48	0.37
<i>Opuntia tunicata</i>	1.46	0.36
<i>Echinocereus parkeri</i>	1.40	0.35
<i>Coryphantha odorata</i>	1.40	0.35
<i>Astrophytum myriostigma</i>	1.39	0.35
<i>Opuntia leucotricha</i>	1.36	0.34
<i>Coryphantha palmeri</i>	1.34	0.33
<i>Thelocactus bicolor</i>	1.33	0.33
<i>Mammillaria compressa</i>	1.30	0.33
<i>Opuntia kleiniae</i>	1.25	0.31
<i>Coryphantha bergeriana</i>	1.17	0.29
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	1.15	0.29
<i>Ferocactus pilosus</i>	1.13	0.28
<i>Leuchtenbergia principis</i>	1.11	0.28
<i>Mammillaria heyderi</i>	1.06	0.27
<i>Mammillaria picta</i>	1.03	0.26
<i>Turbincarpus subterraneus</i>	1.00	0.25
<i>Turbincarpus schmedickeanus</i>	1.00	0.25
<i>Sclerocactus uncinatus</i>	1.00	0.25
<i>Opuntia</i> sp. (híbrido)	1.00	0.25
<i>Opuntia streptacantha</i>	1.00	0.25
<i>Mammillaria surculosa</i>	1.00	0.25
<i>Mammillaria magnimamma</i>	1.00	0.25
<i>Mammillaria albicoma</i>	1.00	0.25
<i>Coryphantha clava</i>	1.00	0.25

Mediana = 0.38

Anexo 4. Categorización de las especies de acuerdo con su frecuencia y abundancia relativa.

Especies frecuentes y abundantes.	Especies frecuentes y poco abundantes.
<p> <i>Ariocarpus retusus</i> <i>Echinocactus platyacanthus</i> <i>Echinocereus pentalophus</i> <i>Mammillaria candida</i> <i>Mammillaria formosa</i> <i>Neolloydia conoidea</i> <i>Opuntia cantabrigiensis</i> <i>Opuntia imbricata</i> <i>Opuntia leptocaulis</i> <i>Opuntia microdasys</i> <i>Opuntia rastrera</i> <i>Opuntia stenopetala</i> <i>Thelocactus conocheilos</i> <i>Thelocactus hexaedrophorus</i> <i>Thelocactus tulensis</i> </p>	<p> <i>Astrophytum myriostigma</i> <i>Coryphantha bergeriana</i> <i>Coryphantha palmeri</i> <i>Echinocereus cinerascens</i> <i>Echinocereus parkeri</i> <i>Ferocactus pilosus</i> <i>Mammillaria compressa</i> <i>Mammillaria picta</i> <i>Myrtillocactus geometrizans</i> <i>Opuntia tunicata</i> <i>Sclerocactus uncinatus</i> </p>
Especies poco frecuentes y abundantes.	Especies poco frecuentes y poco abundantes.
<p> <i>Ariocarpus kotschoubeyanus</i> <i>Echinocactus horizontalis</i> <i>Echinocereus pectinatus</i> <i>Echinocereus waldeisii</i> <i>Ferocactus hamatacanthus</i> <i>Lophophora williamsii</i> <i>Opuntia sp.</i> <i>Opuntia tomentosa</i> <i>Opuntia vilis</i> <i>Stenocactus sp.</i> <i>Turbincarpus pseudopectinatus</i> <i>Turbincarpus viereckii</i> </p>	<p> <i>Coryphantha clava</i> <i>Coryphantha odorata</i> <i>Coryphantha pulleiniana</i> <i>Leuchtenbergia principis</i> <i>Mammillaria albicoma</i> <i>Mammillaria heyderi</i> <i>Mammillaria magnimamma</i> <i>Mammillaria surculosa</i> <i>Opuntia sp. (híbrido)</i> <i>Opuntia kleiniae</i> <i>Opuntia leucotricha</i> <i>Opuntia streptacantha</i> <i>Thelocactus bicolor</i> <i>Turbincarpus gautii</i> <i>Turbincarpus schmedickeanus</i> <i>Turbincarpus subterraneus</i> </p>

Anexo 5. Distribución geográfica de las cactáceas registradas en la región de Mier y Noriega. Para cada especie se indica su distribución general en México, el número de cuadrantes (30 min Lat. x 30 min Long.) en los que se localiza y su índice de amplitud geográfica. Los géneros *Opuntia* y *Stenocactus* no se incluyen en este análisis.

Especie	Distribución General en México ¹	Nº de Cuadrantes	IAG
<i>Mammillaria heyderi</i>	Chih, Coah, Dgo, NL, SLP, Son, Tamps, Zac	40	1 00
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Ags, DF, Dgo, Gto, Hgo, Jal, EM, NL, Oax, Pue, Qro, SLP, Tamps, Ver	40	1 00
<i>Neolloydia conoidea</i>	Ags, Coah, Dgo, Gto, Hgo, NL, Qro, SLP, Tamps, Zac	39	0 98
<i>Echinocereus pectinatus</i>	Ags, Chih, Coah, Dgo, Gto, NL, SLP, Son, Tamps, Zac	37	0 93
<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	Coah, Dgo, NL, SLP, Tamps, Zac?	33	0 83
<i>Mammillaria magnimamma</i>	DF, Gto, Hgo, Jal, EM, NL, Pue, Qro, SLP, Tamps, Tlax, Ver, Zac	32	0 80
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Coah, Gto, Hgo, NL, Oax, Pue, Qro, SLP, Tamps, Zac	31	0 78
<i>Sclerocactus uncinatus</i>	Chih, Coah, Dgo, NL, SLP, Son, Tamps, Zac	29	0 73
<i>Echinocereus pentalophus</i>	Gto, Jal, NL, Qro, SLP, Tamps	29	0 73
<i>Thelocactus bicolor</i>	Chih, Coah, Dgo, NL, SLP, Tamps, Zac	28	0 70
<i>Echinocactus horzonthalomus</i>	Ags, Chih, Coah, Dgo, Gto, NL, Qro?, SLP, Tamps, Zac	26	0 65
<i>Mammillaria formosa</i>	Coah, NL, SLP, Tamps, Zac	24	0 60
<i>Lophophora williamsii</i>	Chih, Coah, NL, SLP, Tamps, Zac	23	0 58
<i>Coryphantha palmeri</i>	Coah, Dgo?, NL, SLP, Tamps, Zac	22	0 55
<i>Mammillaria candida</i>	Coah, Dgo?, Gto, NL, SLP, Tamps, Zac	21	0 53
<i>Ariocarpus retusus</i>	Coah, NL, SLP, Tamps, Zac	21	0 53
<i>Mammillaria compressa</i>	Gto, Hgo, NL, Qro, SLP, Tamps	19	0 48
<i>Ferocactus pilosus</i>	Coah, NL, SLP, Tamps, Zac	18	0 45
<i>Echinocereus cinerascens</i>	DF, Gto, Hgo, EM, NL, Qro, SLP, Tam, Zac	18	0 45
<i>Thelocactus hexaedrophorus</i>	Coah, NL, SLP, Tamps, Zac	17	0 43
<i>Turbincarpus gautii</i>	Coah, NL, SLP, Tamps	15	0 38
<i>Astrophytum myriostigma</i>	Coah, Dgo?, NL, SLP, Tamps	14	0 35
<i>Ariocarpus kotschoubeyanus</i>	Coah, NL, Qro, SLP, Tamps, Zac?	14	0 35
<i>Leuchtenbergia principis</i>	Coah, Dgo?, NL, SLP, Tamps, Zac?	13	0 33
<i>Coryphantha clava</i>	Gto, Hgo, NL, Qro, SLP, Tamps	13	0 33
<i>Thelocactus tulensis</i>	NL, SLP, Tamps	10	0 25
<i>Mammillaria picta</i>	NL, SLP, Tamps	10	0 25
<i>Thelocactus conothelos</i>	NL, SLP, Tamps	9	0 23
<i>Turbincarpus schmiedickeanus</i>	NL, SLP, Tamps	8	0 20
<i>Turbincarpus pseudopectinatus</i>	NL, SLP, Tamps	8	0 20
<i>Echinocereus parkeri</i>	NL, SLP, Tamps	6	0 15
<i>Coryphantha bergeriana</i>	NL, SLP, Tamps	6	0 15
<i>Mammillaria albicoma</i>	SLP, Tamps	4	0 10
<i>Mammillaria surculosa</i>	SLP, Tamps	3	0 08
<i>Coryphantha pulleineana</i>	SLP, Tamps	3	0 08
<i>Coryphantha odorata</i>	NL, SLP, Tamps	3	0 08
<i>Turbincarpus viereckii</i>	NL, SLP, Tamps	3	0 08
<i>Turbincarpus subterraneus</i>	NL	2	0 05
<i>Echinocereus waldeisii</i>	SLP	2	0 05

Nichana - 0 43

(¹) Ags = Aguascalientes, Chih = Chihuahua, Coah = Coahuila, DF = Distrito Federal, Dgo = Durango, EM = Estado de México, Gto = Guanajuato, Hgo = Hidalgo, Jal = Jalisco, NL = Nuevo León, Oax = Oaxaca, Pue = Puebla, Qro = Querétaro, SLP = San Luis Potosí, Son = Sonora, Tamps = Tamaulipas, Tlax = Tlaxcala, Ver = Veracruz y Zac = Zacatecas.

(?) En la distribución general, el signo de interrogación indica que no hay certeza sobre la presencia de la especie en ese estado.

Anexo 6. Caracterización de las especies de acuerdo con su distribución, frecuencia de aparición y abundancia relativa.

Especies con: - Distribución restringida - Baja frecuencia - Poco abundantes	Especies con: - Distribución restringida - Muy frecuentes - Poco abundantes	Especies con: - Distribución restringida - Poco frecuentes - Abundantes	Especies con: - Distribución restringida - Muy frecuentes - Abundantes
<i>Coryphantha clava</i> <i>Coryphantha odorata</i> <i>Coryphantha pulleineana</i> <i>Leuchtenbergia principis</i> <i>Mammillaria albicoma</i> <i>Mammillaria surculosa</i> <i>Turbincarpus gautii</i> <i>Turbincarpus schmiedickeanus</i> <i>Turbincarpus subterraneus</i>	<i>Astrophytum myriostigma</i> <i>Coryphantha bergeriana</i> <i>Echinocereus parkeri</i> <i>Mammillaria picta</i>	<i>Ariocarpus kotschoubeyanus</i> <i>Echinocereus waldeisii</i> <i>Turbincarpus pseudopectinatus</i> <i>Turbincarpus viereckii</i>	<i>Thelocactus conothelos</i> <i>Thelocactus hexaedrophorus</i> <i>Thelocactus tulensis</i>
Especies con: - Amplia distribución - Baja frecuencia - Poca abundancia	Especies con: - Amplia distribución - Muy frecuentes - Poca abundancia	Especies con: -Amplia distribución - Baja frecuencia - Abundantes	Especies con: - Amplia distribución - Muy frecuentes - Abundantes
<i>Mammillaria heyderi</i> <i>Mammillaria magnimamma</i> <i>Thelocactus bicolor</i>	<i>Coryphantha palmeri</i> <i>Echinocereus cinerascens</i> <i>Ferocactus pilosus</i> <i>Mammillaria compressa</i> <i>Myrtillocactus geometrizans</i> <i>Sclerocactus uncinatus</i>	<i>Echinocactus horizontalonius</i> <i>Echinocereus pectinatus</i> <i>Ferocactus hamathacanthus</i> <i>Lophophora williamsii</i>	<i>Ariocarpus retusus</i> <i>Echinocactus platyacanthus</i> <i>Echinocereus pentalophus</i> <i>Mammillaria candida</i> <i>Mammillaria formosa</i> <i>Neolloydia conoidea</i>