

**Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ciencias Forestales**

Subdirección de Postgrado

**Evaluación de diversidad, distribución e importancia económica
de la familia Agavaceae en el Noreste de México**

T E S I S

Que para obtener el grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**

PRESENTA:

M. en C. ISMAEL CABRAL CORDERO

LINARES, NUEVO LEÓN

MARZO, 2009

Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ciencias Forestales
Subdirección de Postgrado

**Evaluación de diversidad, distribución e importancia
económica de la familia Agavaceae en el Noreste de
México**

T E S I S

Que para obtener el grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**

PRESENTA:

M. en C. ISMAEL CABRAL CORDERO

Dr. Andrés Eduardo Estrada Castellón
DIRECTOR

Dr. Eduardo Javier Treviño Garza
ASESOR

Dr. César Martín Cantú Ayala
ASESOR

Dra. Marisela Pando Moreno
ASESOR

Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla
ASESOR

LINARES, NUEVO LEÓN

MARZO, 2009

**Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ciencias Forestales**

Subdirección de Postgrado

**Evaluación de diversidad, distribución e importancia económica
de la familia Agavaceae en el Noreste de México**

T E S I S

Que para obtener el grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**

PRESENTA:

M. en C. ISMAEL CABRAL CORDERO

**Dr. Andrés Eduardo Estrada Castellón
DIRECTOR DE TESIS**

**Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla
ASESOR EXTERNO**

LINARES, NUEVO LEÓN

MARZO, 2009

Índice

| | |
|--------------------|----|
| Dedicatoria | i |
| Agradecimientos | ii |
| Resumen en español | iv |
| Resumen en inglés | vi |

Capítulo I

| | |
|---|----|
| Introducción General. | 1 |
| Los Recursos Naturales Renovables del Noreste de México: diversidad y distribución de las principales familias de angiospermas. | 2 |
| Familia Cactaceae | 5 |
| Familia Fagaceae | 7 |
| Familia Pinaceae | 10 |
| Familia Nolinaceae | 13 |
| Familia Agavaceae | 15 |
| Planteamiento del estudio | 19 |
| Literatura citada | 21 |

Capítulo II

| | |
|--|----|
| Diversidad, sistemática y fitogeografía de la familia Agavaceae en el Noreste de México. | 24 |
| Resumen | 25 |
| Abstract | 26 |
| Introducción | 27 |
| Diversidad y sistemática de Agave | 30 |
| Materiales y métodos | 33 |
| Evaluación para determinar diversidad de Agaváceas | 33 |
| Análisis de la sistemática de Agavaceae | 34 |
| Análisis biogeográfico de Agavaceae | 35 |
| Resultados y Discusión | 36 |
| Sistemática de la familia Agavaceae en el Noreste de México | 36 |

| | |
|--|----|
| Género Agave | 38 |
| Género Yucca | 46 |
| Género Manfreda | 50 |
| Género Hesperaloe | 56 |
| Género Beschorneria | 60 |
| Género Polianthes | 62 |
| Evaluación de la diversidad de Agavaceae | 63 |
| Endemismo de Agavaceae en el Noreste de México | 66 |
| Afinidades biogeográficas de Agavaceae en las Provincias Fisiográficas | 68 |
| Afinidades biogeográficas de Agavaceae en los tipos de climas | 70 |
| Conclusiones | 74 |
| Literatura citada | 75 |

Capítulo III

| | |
|---|-----|
| Distribución geográfica de la familia Agavaceae en el Noreste de México | 91 |
| Resumen en español | 92 |
| Resumen en inglés | 93 |
| Distribución de la familia Agavaceae en México | 94 |
| Materiales y métodos | 99 |
| Área de estudio | 99 |
| Trabajo de campo y laboratorio | 107 |
| Base de datos | 108 |
| Evaluación de la distribución geográfica de Agaváceas | 108 |
| Resultados y Discusión | 110 |
| Trabajo de campo, laboratorio y base de datos | 110 |
| Distribución geográfica de Agavaceae en el Noreste de México | 111 |
| Conclusiones | 126 |
| Literatura citada | 128 |

Capítulo IV

| | |
|--|-----|
| Evaluación de la importancia económica de usos y productos de especies de la familia Agavaceae en el Noreste de México | 133 |
|--|-----|

| | |
|---|-----|
| Resumen en español | 133 |
| Resumen en inglés | 134 |
| Introducción | 135 |
| Materiales y métodos | 140 |
| Valoración económica de Agaváceas como recuso forestal no maderable | 140 |
| Resultados | 141 |
| Importancia económica de Agaváceas como recuso forestal no maderable | 141 |
| Conclusiones | 149 |
| Literatura citada | 151 |
| Apéndice | 153 |
| | |
| ANEXO I | I |
| Lista de especies en categorías taxonómicas actualizadas de la familia Agavaceae en el Noreste de México. | |
| | |
| ANEXO II | XII |
| Agave albopilosa (Agavaceae, subgénero <i>Littaea</i> , grupo <i>Striatae</i>), una especie nueva de la Sierra Madre Oriental en el Noreste de México. | |

Índice de Cuadros

Capítulo I

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. 1. Número total mundial de especies y de endémicas a México, para grupos y familias seleccionadas (Neyra y Durand, 1998). | 4 |
| Cuadro 1. 2. Valores de taxa y categorías de la familia Cactaceae en México, con base en Hernández et al., 2004 y Godínez y Ortega, 2007. | 5 |
| Cuadro 1. 2a. Valores de géneros, especies y endemismo de la familia Cactaceae en las entidades con mayor diversidad en México. | 6 |
| Cuadro 1. 3. Valores de taxa y categorías de la familia Fagaceae en México. | 9 |
| Cuadro 1. 4. Valores de taxa y categorías de la familia Pinaceae en México. | 11 |
| Cuadro 1. 5. Valores de taxa y categorías de la familia Nolinaceae en México. | 14 |
| Cuadro 1. 6. Valores de taxa y categorías de la familia Agavaceae en México. | 16 |

Capítulo II

| | |
|--|----|
| Cuadro 2. 1. Arreglo del total de las especies del género Agave en categorías taxonómicas con base en Gentry (1982). | 31 |
| Cuadro 2. 2. Conteo de la diversidad de especies de la familia Agavaceae y su endemismo en México (García-Mendoza, 2004). | 38 |
| Cuadro 2. 3. Actualización de la cantidad y porcentaje de especies del género Agave en categorías taxonómicas para el Noreste de México. | 42 |
| Cuadro 2. 4. Conteo de la diversidad de géneros y especies de la familia Agavaceae en el NE de México. | 65 |
| Cuadro 2. 5. Listado de taxa endémicos en los estados del Noreste de México. | 67 |

Capítulo III

| | |
|--|-----|
| Cuadro 3. 1. Coordenadas geográficas de la región noreste de México (INEGI, 2005) | 99 |
| Cuadro 3. 2. Superficie y porcentaje de las Provincias Fisiográficas en el Noreste de México (INEGI, 2005) | 103 |

| | |
|--|-----|
| Cuadro 3. 3. Matriz de presencia-ausencia de especies de Agavaceae en el Noreste de México | 115 |
|--|-----|

| | |
|---|-----|
| Cuadro 3. 4. Valores del Índice de Expansión Geográfica para cada especie De la familia Agavaceae en el Noreste de México | 117 |
|---|-----|

Capítulo IV

| | |
|--|-----|
| Cuadro 4. 1. Usos y productos de especies de la familia Agavaceae en el Noreste de México. | 145 |
|--|-----|

Índice de Figuras y Gráficas

Capítulo II

| | |
|--|----|
| Figura 2. 1. Esquemas taxonómicos actuales de la familia Agavaceae. | 37 |
| Figura 2. 2. Mapa que muestra la distribución compuesta por especies del clado Yucca (Sarcocarpa), Clistocarpa y Chenocarpa. (Pellmyr et al., 2007). | 47 |
| Figura 2. 3. Distribución de los taxa de Hesperaloe en Norteamérica (Starr, 1997). | 57 |
| Figura 2. 4. Dendrograma de similitud entre provincias fisiográficas según la diversidad del género Agave y Hesperaloe en el Noreste de México. | 68 |
| Figura 2. 5. Dendrograma de similitud entre provincias fisiográficas según la diversidad del género Manfreda y Yucca en el Noreste de México. | 69 |
| Figura 2. 6. Dendrograma de similitud entre tipos de climas según la diversidad del género Agave y Hesperaloe en el Noreste de México. | 71 |
| Figura 2. 7. Dendrograma de similitud entre tipos de climas según la diversidad del género Manfreda y Yucca en el Noreste de México. | 72 |
| Figura 2. 8 Distribución de especies del género Agave en relación a las provincias fisiográficas en el Noreste de México. | 81 |
| Figura 2. 9 Distribución de especies del género Yucca en relación a las provincias fisiográficas en el Noreste de México. | 82 |
| Figura 2. 10. Distribución de especies del género Manfreda en relación a las provincias fisiográficas en el Noreste de México. | 83 |

| | |
|---|----|
| Figura 2. 11. Distribución de especies del género <i>Hesperaloe</i> en relación a las provincias fisiográficas en el Noreste de México. | 84 |
| Figura 2. 12. Distribución de especies del género <i>Beschorneria</i> en relación a las provincias fisiográficas en el Noreste de México. | 85 |
| Figura 2. 13. Distribución de especies del género <i>Agave</i> en relación a los tipos de climas en el Noreste de México. | 86 |
| Figura 2. 14. Distribución de especies del género <i>Yucca</i> en relación a los tipos de climas en el Noreste de México. | 87 |
| Figura 2. 15. Distribución de especies del género <i>Manfreda</i> en relación a los tipos de climas en el Noreste de México. | 88 |
| Figura 2. 16. Distribución de especies del género <i>Hesperaloe</i> en relación a los tipos de climas en el Noreste de México. | 89 |
| Figura 2. 17. Distribución de especies del género <i>Beschorneria</i> en relación a los tipos de climas en el Noreste de México. | 90 |

Capítulo III

| | |
|--|-----|
| Figura 3. 1. Distribución mundial de la familia Agavaceae (García-Mendoza y Galván, 1995) | 95 |
| Figura 3. 2. Distribución en México de la familia Agavaceae (García-Mendoza, 1995) | 97 |
| Figura 3. 3. Localización del área de estudio y provincias fisiográficas en los estados del Noreste de México (INEGI, 2005) | 100 |
| Figura 3. 4. Tipos de climas en los estados del Noreste de México (INEGI, 2005) | 102 |
| Figura 3. 5. Nomenclatura de las Unidades Geográficas Operativas utilizadas en el análisis de los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas | 109 |
| Figura 3. 6. Distribución del género <i>Agave</i> | 113 |
| Gráfica 3. 1. Índice de Expansión Geográfica de <i>Agave</i> | 114 |
| Figura 3. 7. Distribución del género <i>Yucca</i> | 118 |
| Gráfica 3. 2. Índice de Expansión Geográfica de <i>Yucca</i> | 119 |

| | |
|---|-----|
| Figura 3. 8. Distribución del género <i>Manfreda</i> | 120 |
| Figura 3. 9. Distribución del género <i>Hesperaloe</i> | 121 |
| Gráfica 3. 3. Índice de Expansión Geográfica de <i>Beschorneria</i> , <i>Hesperaloe</i> , <i>Manfreda</i> y <i>Polianthes</i> | 122 |
| Figura 3. 10. Distribución del género <i>Polianthes</i> | 123 |
| Figura 3. 11. Distribución del género <i>Beschorneria</i> | 124 |
| Figura 3. 12. Distribución de la familia <i>Agavaceae</i> | 126 |

Dedicatoria

*Con todo mi amor para Bertha, Alberto y Rodrigo, en especial
a mi hija Ana Lucía, la princesa que estará por siempre con nosotros.*

A todos los amigos y colegas, que me ayudaron a no caer en fantasías....

Agradecimientos

A todas las personas que me apoyaron en conseguir tiempo e ideas para seguir desarrollando de forma objetiva el tema de conservación de la biodiversidad en el Noreste de México.

Al Dr. Eduardo Estrada Castellón, director de tesis e invaluable amigo, en el campo y en la academia, por su demostración de la posibilidad de que el tiempo es relativo para observar y hacer conocimiento biológico donde este se encuentra: en la naturaleza.

Al Dr. Eduardo Treviño Garza, por su atinada asesoría académica y de la eficiencia en tiempo, su paciencia y don de mando cuando fueron requeridas, así como por la facilitación de literatura y los análisis geográficos.

Al Dr. César Cantú Ayala, en especial por compartir información y contribuciones en la cátedra de Conservación de Biodiversidad, su disposición de tiempo y accesibilidad a crear ideas y utopías en esta disciplina. Por abrir un espacio a la amistad verdadera.

Al Dr. José Villarreal Quintanilla por colaborar con su amplio repertorio de experiencia y de sensibilidad a quienes buscan entrar al proceso de aprendizaje de una materia poco comprendida e ilustrada en el Norte de México. Por las gratas lecciones al describir el *Agave albopilosa*.

A la Dra. Marisela Pando Moreno, por sus acertadas correcciones al escrito final y el tiempo cedido a mejorar este trabajo.

Al MC. Mario García, quien elaboró los mapas del capítulo de diversidad y fitogeografía, así como por la camaradería en el tiempo de estudiantes.

Al Dr. Abisaí García-Mendoza y su equipo de trabajo, del Jardín Botánico de la UNAM, por facilitarme literatura reciente y sus amables comentarios vía electrónica sobre la nueva especie de agave descrita. Al Dr. Miguel Cházaro Basanéz, de la Universidad de Guadalajara, por su múltiple ayuda con datos, literatura e importantes comentarios sobre el quehacer de los agabiólogos en México, Estados Unidos y Europa. Al Dr. Eloy Solano Camacho por el intercambio de información y de conceptos sobre algunos de los géneros menos estudiados en México. Al Dr. Carlos Castillejos por su admirable y desinteresado apoyo, sus artículos e ideas para entender la taxonomía del género *Manfreda*, además de corroborar la base de datos para especies del Norte de México, ambos investigadores de la UNAM en el herbario de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por apoyarme con una beca en los tres años (2005-2007) de estancia para cursar las materias del doctorado y el trabajo de campo.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por ofrecer la oportunidad de continuar los trabajos en el Noreste de México y compartir con profesores y alumnos los conceptos sobre Ecología, Conservación de la Biodiversidad y de Evolución de la vida silvestre de las montañas y valles que nos identifican.

Finalmente, quisiera referir un profundo agradecimiento al personal académico y administrativo de la Facultad de Ciencias Forestales de mi Alma Mater, la Universidad Autónoma de Nuevo León, el concederme el honor de haber sido admitido en su programa de posgrado y hacer sentir la colaboración para terminar en tiempo y forma esta etapa de mi formación personal y profesional.

Resumen

En este escrito se presentan resultados sobre el inventario de la diversidad, distribución geográfica y estimación de la importancia económica de las Agavaceae en cada uno de los estados del Noreste de México; los resultados muestran que la actualización en sistemática y conocimiento de los taxa que conforman la familia arroja un incremento del 8% para Coahuila, un 40% para Nuevo León y el 42% en Tamaulipas, al compararla con información publicada antes del año 2005; de la construcción y análisis de bases de datos se definieron áreas y patrones de distribución con mayor probabilidades de éxito como estrategia de conservación filogeográfica a diferente escala, integrando las bases de datos con registros de taxa respaldados con al menos un ejemplar preservado en un herbario indexado internacionalmente, en este sentido se incluyeron los datos generados sobre las 58 especies y 6 géneros distribuidos en los estados del NE de México; la descripción de una nueva especie de Agave, considerada como el taxa más ancestral del género y una rama filogenética relicto a nivel familia; la estimación económica y de aprovechamiento de las Agaváceas reveló el manejo de gran variedad de materiales y productos, como satisfactor de necesidades diarias, de bajo costo y alta disponibilidad regional; fue posible comprobar son pocos los procesos de industrialización, abriéndose un área de oportunidad muy amplia para incorporar al sector productivo y económico, con mejores opciones de empleo y bienestar, a los habitantes de comunidades rurales del Noreste de México. Los estados de la región noreste han aportado pocos avances en la información generada sobre la familia Agavaceae.

La familia Agavaceae se distribuye sólo en América, y en México existen 251 especies, 76% del total, de las cuales 177 son endémicas al país, este potencial recurso natural hoy se aprovecha en gran parte del territorio, bajo actividades productivas de gran importancia en la economía doméstica e industrial a partir del uso tradicional, que se remonta a miles de años de conocimiento por el hombre. El género *Agave* es el más conocido e importante, de 9 que conforman esta familia. Oaxaca es el estado con mayor diversidad de magueyes (58 spp.) y Coahuila se coloca en el 6° lugar de diversidad (33 spp.) pero Nuevo León y Tamaulipas, aun con características similares a Coahuila, no figuran en este rubro pues solo han sido descritas entre 15-18 especies de la familia. El henequén, el tequila, el mezcal, la lechuguilla, y cerca de 100 usos más son obtenidos de esta planta multipropósito en el sur de México. En el ámbito tecnológico y científico, poco aportan los estados del noreste en la materia, probablemente por el desconocimiento y desinterés en conocer mejor un recurso natural con alta potencialidad y sustentabilidad, al mostrar su adaptación a bajo suministro de agua y a soportar el clima extremo de las especies de la familia Agavaceae.

Abstract

This paper shows the results of our main studies, on inventory, geographic distribution range, and economic estimation carried out in the northeastern region of Mexico; the results show the update and knowledge of the systematic and the diversity of produce with a total increase of 8% for Coahuila, 40% for Nuevo Leon and 42% in Tamaulipas, when compared to technical information published before 2005; it provides a general account for the 58 species and 6 genus in this region; the generation and analysis of data bases, including at least one specimen for each species, indexed and validated under a national - international herbarium; the description of a new *Agave* species, considered as a baseline ancestor of the genus and the relict phylogeographic relationships to family level. There is little contribution in to the scientific and technological field in the northeast states, probably due to ignorance and lack of interest in better knowing this natural resource with its high potentiality and sustainability, shown through its adaptation to low water provision and endurance to extreme weather. The purpose of this study is to evaluate and analyze the population attributes and realize a specific inventory of century plant diversity and distribution in the northeast of Mexico, trying to document other options between the region's natural renewable resources that could potentially have a positive economic impact on family income in the states of Coahuila, Nuevo Leon and Tamaulipas.

This is mainly due to the family distribution in the area, represented by 330 species and 9 genus restricted to America, and for the most part a Mexican family of this vascular plant, with 251 species of which 76% are endemic to this country.

This potential natural resource is actually being managed and for improvement in all of the country, under important productive activities for the benefit of the domestic and industrial economy by means of traditional uses, which mounts up to knowledge dating back at least a than nine thousands year. The *Agave* genus is the better known and most important out of the 9 of this family. Oaxaca state, shows the greatest diversity for maguey plants (58 spp.) and the state of Coahuila is (ranked) number 6 (with 33 spp.) but Nuevo Leon and Tamaulipas, which share a very similar climate to that of Coahuila, do not figure in this issue because they only have between 17 to 21 family related species listed. Henequen, tequila, mescal and lechuguilla agaves and over a 103 other uses are obtained from this multipurpose plant in the south of Mexico. The economic and uses estimation reveals the high range of use in the variety of materials and products satisfactory to the basic daily necessities, at a low cost and readily available on a regional level; on the another hand, the industrial based processes for this plant family are less than few, this is a broad opportunity to incorporate the participation of the productive and economic sectors for rural communities in the counties of Northeastern Mexico, by creating jobs and improving their lifestyles. It is the Northern region that provides an incipient participation on the updated advances mentioned, due to the lack of knowledge and information on the Agavaceae family.

Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ciencias Forestales
Subdirección de Postgrado

**Evaluación de diversidad, distribución e importancia
económica de la familia Agavaceae en el Noreste de
México**

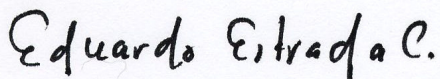
T E S I S

Que para obtener el grado de:

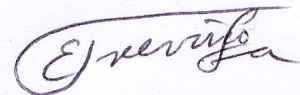
DOCTOR EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

PRESENTA:

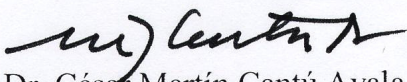
M. en C. ISMAEL CABRAL CORDERO



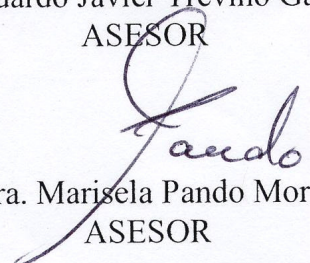
Dr. Andrés Eduardo Estrada Castellón
DIRECTOR



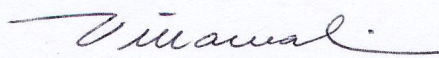
Dr. Eduardo Javier Treviño Garza
ASESOR



Dr. César Martín Cantú Ayala
ASESOR



Dra. Marisela Pando Moreno
ASESOR



Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla
ASESOR

Capítulo I.

INTRODUCCIÓN GENERAL



*Debemos seguir el principio básico de la Paleobotánica: El presente es la llave del pasado
(Dr. Daniel Isaac Axelrod, 1910 - 1998).*

Los Recursos Naturales Renovables del Noreste de México: diversidad y distribución de las principales familias de angiospermas.

Los recursos naturales de una región, entidad federativa o nación determinada, conforman el Capital Natural real que poseen sus habitantes para satisfacer, principalmente, necesidades de vida y socioeconómicas básicas; la connotación material del concepto es inherente a su origen dado que el hombre lo formuló para conocer y clasificar estos recursos en primera instancia, e implementar estrategias de conservación y manejo sustentable para que potencialmente estén disponibles a futuro; los recursos naturales tienen amplia connotación y diversas definiciones, una de éstas los entiende como “el conjunto de elementos existentes en la naturaleza, actual o potencialmente utilizable para satisfacer las necesidades humanas” en base a Beltrán (1954).

Con tal premisa, la visión economicista o utilitaria de los recursos naturales había prevalecido sobre los valores transparentes o imperceptibles que los bienes o servicios ambientales han proporcionado por miles de años, desde su generación como Capital Natural; las sociedades de avanzada han revalorado la riqueza de estos servicios y funciones ecológicas hasta empoderarlos en la conciencia local y mundial con objeto de que la mayoría de los gobiernos ofrezcan un estándar de calidad de vida universal (Carabias y Quadri, 1995; Challenger, 1998).

Además del valor comercial de los recursos naturales renovables, quienes profundizamos en el estudio de estos recursos, debemos analizar y dar a conocer resultados sobre la importancia de los beneficios ambientales ampliados que

representan para la sociedad, como serían: resguardo del patrimonio genético; absorción de gases invernadero; regulación climática; mantenimiento de recursos hídricos; conservación de suelos; preservación de valores paisajísticos; producción de recursos maderables y no maderables; y, estructuración de hábitat para miles de especies, entre los principales a mencionar. Lo anterior es catálisis de millones de años de procesos evolutivos y de la valoración social de las funciones en el complejo entramado ecológico-ambiental del planeta (Carabias y Quadri, 1995), donde mantener y conservar la integridad y funcionamiento de los ecosistemas debe ser buena razón de peso para profundizar en el conocimiento, financiamiento y evaluación de estos recursos renovables (Challenger, 1998).

Los tres estados que comprende la región noreste de México se caracterizan por compartir un clima semicálido semiseco, pero en el detalle minucioso es posible encontrar diferencias marcadas en razón de pocos kilómetros; así, tenemos que la porción oeste de esta región presenta una clara acentuación de aridez, mientras la parte central de la misma está seccionada por elevaciones considerables de la Sierra Madre Oriental (SMO), culminando las diferencias climáticas con la influencia de gran humedad proveniente del Golfo en la porción costera al este de la región; el resultado es un complejo mosaico de paisajes y condiciones de hábitat que magnifican las opciones para el establecimiento de organismos, tanto de origen tropical como templado, y en especial el desarrollo del elemento endémico (Beaman y Andresen, 1966; Rzedowski, 1993).

Un indicio de la existencia de condiciones ecológicas diferenciales sería la diversificación de géneros y especies, que alcanzan pleno desarrollo y adaptación

a estas condiciones en áreas específicas. Las familias Cactaceae, Fagaceae, Pinaceae y Nolinaceae, al igual que Agavaceae, son consideradas entre los recursos renovables más importantes del noreste de México y como eslabones básicos en el análisis de la evolución de la geoflora Madro-Terciaria de las Magnoliophyta (Axelrod, 1986; Farjon, 1996; Gentry, 1982; Neyra y Durand, 1998); a continuación se describen datos relevantes de estas familias (Cuadro 1. 1).

Cuadro 1. 1. Número total mundial de especies y de endémicas de México, para grupos y familias seleccionadas (Neyra y Durand, 1998).

| Flora | Total | %* | Endémicas | %** |
|---------------------------|--------------|-----------|------------------|------------|
| Pteridofitas ¹ | 1, 000 | 11 | >190 | 19 |
| Pinos ² | 48 | 48 | 21 | 44 |
| Encinos ³ | 154 | 38 | 115 | 75 |
| Agaváceas ⁴ | 217 | 75 | 146 | 67 |
| Nolináceas ⁴ | 49 | 86 | 32 | 65 |
| Cactáceas ⁵ | 900 | 45 | 715 | 79 |
| Compuestas ⁶ | 3, 000 | 13.64 | 1, 813 | 60 |
| Gramíneas ⁷ | 1, 151 | 11.51 | 272 | 24 |
| Leguminosas ⁸ | 1, 800 | 10.98 | 896 | 50 |
| Orquídeas ⁹ | 920 | 5.26 | 444 | 48 |
| Fauna | | | | |
| Anfibios ¹⁰ | 290 | 7 | 174 | 60 |
| Reptiles ¹⁰ | 704 | 11 | 368 | 52 |
| Aves ¹¹ | 1, 054 | 11 | 111 | 11 |
| Mamíferos ¹² | 491 | 12 | 142 | 29 |

* Porcentaje en relación con el número de especies por grupo en el mundo.

** Porcentaje en relación con el total de especies mexicanas por grupo.

Fuentes mencionadas en la cita original: 1) Riba, 1993; Lira y Riba, 1993. 2) Styles, 1993. 3) Nixon, 1998. 4) García, 1995; García y Galván, 1995. 5) Arias, 1993; Rzedowski, 1993. 6) Turner y Nesom, 1993; Rzedowski, 1993. 7) Valdés y Cabral, 1998. 8) Souza y Delgado, 1993; 9) Rzedowski, 1993; Ramírez, 1966. 10) Flores, 1993; Flores y Gerez, 1994; 11) Navarro y Benítez, 1993; Flores y Gerez, 1994; 12) Cervantes *et al.*, 1994; Salinas y Ladrón de Guevara, 1993; Auriolles, 1993.

Familia Cactaceae

Actualmente, la familia de cactus y nopales comprende cerca de 100 géneros y entre 1,500 a 2,000 especies (Cuadro 1. 2), de las cuales sólo *Rhypsalis baccifera* se ubica en África, el resto se distribuye en América (Hernández *et al.*, 2004).

Se calcula un total de 660 especies de cactáceas para México, donde el 78% (512 especies) son endémicas. Muchas de ellas en riesgo de extinción a nivel internacional, como en el Libro Rojo de IUCN (Oldfield, 1997), donde se reportan 60 especies en esta condición; así como 40 especies listadas en apéndices de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES) según Hernández *et al.* (2004). A nivel nacional, la SEMARNAT (2002) mantiene cerca de 200 especies de cactus con algún grado de protección oficial, a través de la Norma Oficial Mexicana respectiva (NOM-059-SEMARNAT-2001).

Cuadro 1. 2. Valores de taxa y categorías de la familia Cactaceae en México, con base en Hernández *et al.*, 2004 y Godínez y Ortega, 2007.

| Géneros | Especies | | | Estatus de protección |
|---------|--|-------------------|--|---|
| | México | Endémicas | Otras Endémicas | Norma 059 |
| 72* | 960* total <i>Mammillaria</i> (306) <i>Opuntia</i> (120) | 78% (512 spp.) | 26 géneros, la mayoría monoespecíficos | 200 spp. en Norma 60* spp. IUCN 40* spp. en CITES |

*Cifra aproximada según el autor.

Godínez y Ortega (2007) señalan las entidades federativas del país con el mayor número de cactus, en cuanto a la influencia de factores ambientales tales como temperatura y precipitación (determinantes en alta diversidad y endemismo), son

San Luis Potosí con 33 géneros y 151 especies de las cuales 115 son endémicas, seguido de Coahuila y Nuevo León en cuanto a número de especies, Oaxaca, que aún con menor cantidad de taxa, se ubica en segundo lugar en cuanto a endémicas, con 97 especies; en quinto y sexto lugar respectivamente de la lista nacional se encuentran Zacatecas y Tamaulipas (Cuadro 1. 2a); con estos datos se asume que la riqueza de especies y endemismos presentes en los tres estados del noreste en conjunto, reflejan una diversificación de hábitat con afinidad xérica, propia para el desarrollo de suculentas como cactus, nopales y magueyes. La estrecha relación con factores ambientales incide en la variación de la sobrevivencia, desarrollo y reproducción, entre los principales atributos poblacionales de estas plantas, que a su vez determinan el actual patrón de distribución y abundancia en las diferentes ecorregiones de un país (Nobel, 1988; Oldfield, 1997).

Cuadro 1. 2a. Valores de géneros, especies y endemismo de la familia Cactaceae en las entidades con mayor diversidad en México.

| Estados | Géneros (No.) | Especies (No.) | Endémicas (No.) | Referencia |
|------------------------|---------------|----------------|-----------------|--|
| San Luis Potosí | 33 | 151 | 115 | Las cantidades mencionadas para cada estado son cifras en base a Hernández <i>et al.</i> , 2004; Godínez y Ortega, 2007. |
| Coahuila | 24 | 126 | 71 | |
| Nuevo León | 30 | 119 | 71 | |
| Oaxaca | 32 | 118 | 97 | |
| Zacatecas | 26 | 112 | 86 | |
| Tamaulipas | 31 | 105 | 57 | |

San Luis Potosí, Nuevo León y Oaxaca tienen un valor agregado dada una mayor concentración de riqueza de especies, según lo esperado en proporción del área que ocupan del territorio nacional. Además, las acciones de conservación realizadas en estados con alta riqueza de especies podría no sólo asegurar la preservación de endémicas sino también las consideradas en riesgo de extinción a nivel nacional e internacional (Godínez y Ortega, 2007).

San Luis Potosí, Nuevo León y Oaxaca tienen un valor agregado dada una mayor concentración de riqueza de especies, según lo esperado en proporción del área que ocupan del territorio nacional. Además, las acciones de conservación realizadas en estados con alta riqueza de especies podría no sólo asegurar la preservación de endémicas sino también las consideradas en estatus de protección (en peligro de extinción o amenazadas) a nivel nacional e internacional (Godínez y Ortega, 2007).

Familia Fagaceae

En el país esta familia presenta dos de los seis géneros conocidos en América, principalmente representada por el género *Quercus* con 161 especies (36%) de las cerca de 450 a nivel mundial. Los encinos son un grupo natural que se distribuye ampliamente en el mundo; en el hemisferio occidental, particularmente en Norteamérica habita tierras altas del centro (Eje Volcánico Transversal) y el Este de México (Sierra Madre Oriental) las cuales conforman un centro importante de diversidad del género (Nixon, 1998). Otro centro de diversidad se ubica en el sureste de Asia con cerca de 125 especies. En México se registran alrededor de

161 especies de las cuales el 68% es endémica al país, esto corresponde al 25% del total mundial (Valencia, 2004), básicamente presentes en bosques templados de montaña (Cuadro 1. 3). Los encinos dentro del territorio nacional muestran continuidad biogeográfica con EUA, al compartir 33 spp., mientras que con Centroamérica la cantidad compartida llega a 20 spp., señalándose además en la región noreste de México un total de 57 especies (Valencia, 2004).

Los estados con mayor diversidad de especies de *Quercus* son (Valencia, 2004): Oaxaca (48 spp.), Nuevo León (47 spp.), Jalisco (45 spp.), Chihuahua (40 spp.) y Veracruz (38 spp.). Para Coahuila se estima un total de 31 especies (Encina y Villareal, 2002; Villarreal y Encina, 2005) de las cuales 20 son encinos blancos (sección *Quercus*) y 10 son encinos rojos; el mayor número de especies se presenta en las sierras del noroeste y sureste del estado, donde la Sierra del Carmen es el macizo montañoso con mayor riqueza, con un total de 16 spp.

Sobre el número de especies por entidad, Valencia (2004) establece que “Un caso especial es el que presenta Nuevo León con 47 spp., al respecto es necesario mencionar que Muller (1936; 1942b), en sus trabajos para las montañas del noreste de México y norte de México, mostró una tendencia a describir muchas especies nuevas de encinos, quizá en exceso, la mayoría de las cuales fueron colectadas en Nuevo León. Desde entonces no se ha realizado trabajo exhaustivo sistemático relativo a *Quercus* en este estado. Por ello, es posible que futuros estudios para esa región modifiquen el estatus de algunas especies y, consecuentemente el número de especies en la entidad”.

Pocos tratados florísticos presentan cifras actualizadas para la región noreste de México, Nixon (1998) confirma un total de 57 especies de encinos para esta región, donde especifica que la mayor concentración de especies se ubica en tierras altas de la Sierra Madre Oriental en Nuevo León y Tamaulipas, donde algunas especies parecen restringirse a suelos derivados de grandes áreas de caliza existentes. Otro dato importante de Nuevo León es la identificación de 10 especies microendémicas, por mucho el estado con la mayor cantidad a nivel nacional, seguido de Oaxaca con 3 y cada estado de la península de Baja California registra dos especies microendémicas (Valencia, 2004).

Cuadro 1. 3. Valores de taxa y categorías de la familia Fagaceae en México.

| Géneros | Especies del género Quercus | | | Referencia |
|-----------------------|------------------------------------|--------------------|-----------------------------|-------------------|
| México * | México | Endémicas * | Endémicas (%) | Autores |
| 6 América 2 México | 161 spp | 109* spp | 68% a México 22% mundial | Valencia, 2004 |

* Cifra aproximada según el autor.

Valencia (2004) recomienda que: “la distribución estatal de las especies de encino, aunque útil, muestra limitantes desde una perspectiva biológica, ya que las divisiones políticas no reflejan necesariamente diferencias ambientales o históricas y pueden ser inestables a mediano plazo. Por ello, es necesario analizar la distribución específica por regiones fisiográficas, pues ello permitiría conocer más sobre la biogeografía del género y relacionar estos datos con factores ambientales e históricos”

Los datos de distribución altitudinal muestran que el intervalo donde se desarrollan con mayor frecuencia las especies de encinos en México es entre los 1,000 y

3,000 metros sobre el nivel del mar (msnm.). Es útil recordar que la sección *Quercus* tiene amplia tolerancia ecológica y es relativamente más diversa en áreas xéricas que otras secciones (Encina y Villarreal, 2002; Valencia, 2004).

Familia Pinaceae

Las coníferas, como se denominan a los taxa de esta familia, se han diversificado en las regiones frías del mundo, principalmente. La familia cuenta con 11 géneros a nivel global, de los cuales 4 se ubican en México, representado por 60 especies (Cuadro 1. 4). Se reconocen tres regiones en Norteamérica con la mayor diversidad de especies de *Pinus* a nivel mundial, de estas, la región México se considera como el centro de mayor riqueza, al presentar 43 especies de entre 100 reconocidas a nivel global (Farjon *et al.*, 1997) (Cuadro 1. 4). Otro centro se ubica en California y porciones de los estados colindantes (9 taxa), donde sus pinos costeros e insulares se consideran relictos de la flora Madro-Terciaria confinadas a la influencia de niebla marina y con distribución disyunta, resultado de la expansión hacia el norte de los Desiertos Sonorense y Mojave, en respuesta al cambio climático (Axelrod, 1986; Farjon, 1996). El tercero esta formado por estados costeros del sureste de EUA. La región de pinos en Eurasia es la menos diversa, en base a la distribución del género en el hemisferio norte (Farjon, 1996).

Análisis biogeográficos y evidencia fósil han permitido llegar al consenso que el ingreso del género *Pinus* a la región México es relativamente nueva y la especiación “reciente” ha incrementado su diversidad. Análisis filogenéticos tienden a indicar que los miembros mas antiguos y primitivos podrían haberse

originado en esta parte del continente y coexistir con especies resultantes de una radiación reciente (Farjon, 1996).

Los centros de diversidad se definen como las zonas que podrían contener especies resultantes de la radiación de un ancestro común único, así como también de especies no emparentadas, algunas de las cuales podrían ser relictos de amplios grupos extintos que presentaron un patrón de distribución original muy diferente a los descendientes de los inmigrantes primogénitos. Para desamarrar este nudo gordiano, es necesario el análisis filogenético de los taxa relevantes (Farjon, 1996). La migración de especies así como el haber sido centro de origen en los primeros estadios de la evolución del género, serían fuentes posibles que incrementan la diversidad en una región determinada.

Cuadro 1. 4. Valores de taxa y categorías de la familia Pinaceae en México.

| Géneros * | Especies | | Referencia |
|-------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| 11 mundial | México * | Endémicas | Autores |
| 4 en México | 60 en total | Pinus (43) | Farjon, 1996 |

* Cifra aproximada según el autor.

Con base en las evidencias descritas, en México emergen dos centros de diversidad y evolución de pinos: uno, localizado en el Eje Volcánico Transversal, con extensiones hacia el Noroeste y Sureste a lo largo de la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre del Sur, respectivamente; y el otro en el Noreste de México. En el primero es posible contabilizar 14 a 18 taxa en la mayoría de los estados que la conforman, siendo la mayor parte de las especies mexicanas

sensu stricto en su distribución, además de contar con una historia geológica similar en sus principales cadenas montañosas al ser complejos volcánicos del Cretácico desde el Terciario Reciente. El segundo centro de evolución de pinos (Noreste de México) se caracteriza por manifestar estrategias especiales como: a) adaptación a la aridez, b) disyunción en partes altas de “islas de montaña” rodeadas por semidesiertos, y c) el endemismo local, con resultado en radiación de especies, que han permitido a los pinos ocupar ambientes más cálidos y secos en latitudes sureñas y tierras bajas. La especiación *in situ* en conjunto con la migración desde las Montañas Rocallosas, serían causas principales de la diversidad actual. Una historia geológica más antigua, de esta parte de México, por el levantamiento de sedimentos marinos del Mesozoico y el Cretácico Tardío hasta el Eoceno Reciente, que formaron las cadenas montañosas separadas por valles intermontanos y el cambio climático que involucró la desertificación en el Mioceno, son los que explican estos patrones, principalmente (Farjon, 1996).

Lo anterior aplica en el caso de la subsección *Cembroides* (piñoneros), con alta diversidad en el Noreste de México, en parte explicada por la migración desde las Montañas Rocallosas y el componente endémico local, e. g. *P. culminicola*, *P. edulis* y *P. pinceana* (Beman y Amndresen, 1966; Farjon, 1996; McDonald, 1998). Consecuentemente, la región sería el centro de origen más probable de esta subsección de *Pinus*, donde el ancestro común del grupo monofilético probablemente se originó en algún sitio del área fronteriza entre México y EUA. En apoyo a esta hipótesis se cita que hacia el sur de esta región la diversidad disminuye considerablemente, aún en referencia a estados como Chiapas y

Oaxaca, catalogados entre los más fitodiversos en México, además se señala la ausencia de endemismos locales en el Eje Volcánico Transversal, lo cual es indicativo que la especiación no ocurrió en el Sur del país o en Centroamérica (Styles, 1993).

Familia Nolinaceae

Los géneros y especies de Nolinaceae son endémicos a Norteamérica y parte de Centroamérica. Se distribuyen desde el sur y sureste de EUA, a lo largo de México y llegan a partes de Guatemala, Belice y Honduras. La familia se compone de 4 géneros y solo en México están representados en su totalidad (Cuadro 1. 5). A nivel de especie, la cantidad fluctúa entre 55 a 56 aceptadas para la familia, donde el 89% (49 spp.) se concentran en México (Bogler y Simpson, 1996; García-Mendoza y Galván, 1995; Villaseñor, 2004).

Las provincias fitogeográficas propuestas por Rzedowski (1978) han sido base para determinar la diversidad de esta familia en México, así se refiere que la provincia Sierra Madre Occidental (SMOcc) es la más rica en el caso de *Nolina* con 17 taxa, cinco de estos endémicos (29%). En la Altiplanicie se describen 11 especies de *Dasyllirion*, cinco de éstas endémicas (45%); en donde crece la única especie de *Calibanus*. Para *Beaucarnea* son la provincia Valle de Tehuacán-Cuicatlán y Costa Pacífico las más ricas en especies, tres en cada una. En resumen, a nivel familia la Altiplanicie totaliza 19 taxa, con nueve (47%) endémicos y la Sierra Madre Occidental contiene 17 de los cuales ocho (47%) son endémicos (Bogler, 1995; García-Mendoza y Galván, 1995).

Bajo este panorama, se consideran dos centros de riqueza y endemismo en el país, uno correspondiente a la Altiplanicie para los géneros *Calibanus* y *Dasyllirion*; y el otro se ubica en la provincia fitogeográfica Sierra Madre Occidental donde se diversifica *Nolina* de forma notoria.

Las observaciones son importantes dado que los géneros *Calibanus* y *Dasyllirion*, se han determinado como endémicos al país (Cuadro 1. 5), mientras *Beaucarnea* alcanza un endemismo a nivel de especies del 90% y en *Nolina* este representa un 80%. Además, al considerar que México es el único país donde confluyen los cuatro géneros de las *Nolinaceae*, razón por la cual ésta debería ser considerada una de las familias mas “mexicanas” de la flora nativa.

Cuadro 1. 5. Valores de taxa y categorías de la familia Nolinaceae en México.

| Géneros | Especies | | | Referencia |
|------------------------------------|---|--|--|-------------------------------|
| México * | México | Endémicas | % Endémicas | Autores |
| 4 (mismo número a nivel global) | 55 spp.* total <i>Beaucarnea</i> (10) <i>Calibanus</i> (1) <i>Dasyllirion</i> (19) <i>Nolina</i> (25) | 49 spp.* total <i>Beaucarnea</i> (9) <i>Calibanus</i> (1) <i>Dasyllirion</i> (19) <i>Nolina</i> (20) | 89 * general <i>Beaucarnea</i> (90) <i>Calibanus</i> (100) <i>Dasyllirion</i> (100) <i>Nolina</i> (80) | García-Mendoza y Galván, 1995 |

* Cifra aproximada según el autor.

En cuanto a la cantidad de especies por estados de la República Mexicana, San Luis Potosí es el más diverso, con 14, seguido de Chihuahua y Oaxaca con 11, Durango 9 y Puebla y Sonora con siete cada uno. Se establece que aún es precario el conocimiento sistemático de esta familia en algunos estados, de los que muestran menor cantidad, donde estas cifras podrían cambiar las perspectivas señaladas, además se indica la necesidad urgente de estudios

taxonómicos sobre *Nolina* y *Calibanus* y se señala una carencia de especímenes de herbario para esta familia (García-Mendoza y Galván, 1995).

Familia Agavaceae

Las especies de esta familia son endémicas de América; se distribuyen desde el Sur de Canadá, EUA, México, Centroamérica hasta el norte de Sudamérica, en donde siguiendo la cadena montañosa de Los Andes, llegan hasta Bolivia y Paraguay; también ocupan un ramal importante en la mayoría de las islas del Caribe y del Pacífico que colindan con su distribución continental (García-Mendoza y Galván, 1995). Considerando el número de géneros, especies y grado de endemismo de ambas categorías (Cuadro 1. 6), resulta en consenso que México es el centro de riqueza y origen de la familia al concentrar 76% de las especies mundialmente conocidas y, de este cantidad, 70% como endémicas al país, así como por la presencia de los 9 géneros reconocidos actualmente en Agavaceae (Neyra y Durand, 1998; García- Mendoza, 2004).

Las provincias fitogeográficas (Rzedowski, 1978) más ricas en especies de la familia para México son, con base en García-Mendoza y Galván (1995): para *Agave*, las Serranías Meridionales con 34 taxa, 13 de éstos endémicos (38%); Sierra Madre Occidental con 31, dieciocho de estos endémicos (58%); Altiplanicie con 23; Península de Baja California con 22 en total, 16 de estos endémicos (73%); y la Sierra Madre Oriental con 18, nueve de estos endémicos (50%). El género *Yucca*, de afinidad xérofila, presenta la mayor diversidad en la provincia de la Altiplanicie (17 taxa) donde el elemento endémico alcanza casi 50%; también *Hesperaloe* está mejor representado en esta provincia. *Manfreda*, *Polianthes* y

Prochnyanthes, géneros con sus especies de porte herbáceo, muestran su adaptación a climas templados, presentando alta riqueza en la Sierra Madre Occidental y Serranías Meridionales, mientras que *Beschorneria* predomina en la Sierra Madre Oriental.

Cuadro 1. 6. Valores de taxa y categorías de la familia Agavaceae en México.

| Mundial | México | | | | Referencia |
|----------------|----------------------|----------|-----------|-------------|-----------------------|
| Géneros | Géneros | Especies | Endémicas | Endémicas % | Autores |
| 9 | <i>Agave</i> | 150 | 104 | 69 | García-Mendoza, 2004. |
| | <i>Beschorneria</i> | 7 | 6 | 86 | |
| | <i>Furcraea</i> | 3 | 8 | 61 | |
| | <i>Hesperaloe</i> | 5 | 4 | 80 | |
| | <i>Manfreda</i> | 28 | 22 | 78 | |
| | <i>Polianthes</i> | 15 | 15 | 100 | |
| | <i>Prochnyanthes</i> | 2 | 2 | 100 | |
| | <i>Hesperoyucca</i> | 1 | 1 | 0 | |
| | <i>Yucca</i> | 30 | 16 | 53 | |
| 330 | Total | 251* | 177* | 70* | |
| Géneros | <i>Agave</i> | 173 | s/d | s/d | Villaseñor, 2004. |
| | <i>Dracaena</i> | 3 | s/d | s/d | |
| | <i>Beschorneria</i> | 9 | s/d | s/d | |
| 9 | <i>Furcraea</i> | 16 | s/d | s/d | |
| | <i>Hesperaloe</i> | 3 | s/d | s/d | |
| | <i>Manfreda</i> | 26 | s/d | s/d | |
| | <i>Polianthes</i> | 17 | s/d | s/d | |
| | <i>Prochnyanthes</i> | 1 | 1 | 100 | |
| | <i>Yucca</i> | 30 | s/d | s/d | |
| 285 | Total | 278 * | s/d | s/d | |

*= Cifra aproximada según el autor.

Según la distribución y porte, *Furcraea* muestra especial afinidad por ambientes tropicales, al concentrar sus taxa en el Sur del país. En cuanto a endemismos, considerando la diversidad total a nivel familia, las Serranías Meridionales presentan la mayor riqueza con 64 taxa (53% endémicos) y la Sierra Madre

Occidental 50, de los cuales 62% se consideran endémicos a la misma (García-Mendoza y Galván, 1995).

Con tal información, diversos autores plantean la ubicación de centros de riqueza y endemismo de algunos géneros en el país, por ejemplo, para *Yucca* y *Hesperaloe* sería la Altiplanicie (Clary y Simpson, 1995; Matuda y Piña, 1980; Pellmyr *et al.*, 2007); mientras que en *Manfreda*, *Polianthes* y *Prochnyanthes* las provincias Sierra Madre Occidental y Serranías Meridionales han jugado un papel importante en su evolución (García-Mendoza, 2004; Solano, 1998). Una historia más compleja sigue el caso de *Agave*, el cual, se asume, ha desarrollado dos rutas de diversificación: en primer lugar, algunos grupos del subgénero *Agave* se han adaptado y diversificado mejor en zonas semiáridas de las provincias de Baja California, Altiplanicie y Valle de Tehuacán-Cuicatlán, en segundo término, otros grupos, principalmente del subgénero *Littaea* lo han hecho en las provincias Sierra Madre Occidental y Oriental (García-Mendoza y Galván, 1995; Gentry, 1982), en especial el grupo *Striatae*, ahora conformado por 7 especies (Cabral *et al.*, 2007) que muestra las características más generalizadas y ancestrales de todo el género *Agave*, entre las principales destacan: el hábito perenne; inflorescencia de tipo espiga simple; segmentos del perianto no dimórficos; y un ovario incompletamente ínfero (Bogler y Simpson, 1996; García-Mendoza, 2004; Gentry, 1982), características que tienen buen soporte en los resultados filogenéticos practicados por Bogler y Simpson (1996) quienes indican el grupo *Striatae*, sin duda, formó un linaje que divergió desde un ancestro basal hasta el ancestro común más reciente

de las otras especies de *Agave* incluidas en sus estudios, como también de los géneros de *Manfreda*, *Polianthes* y *Prochnyanthes*.

La descripción de *Agave albopilosa*, como integrante del grupo *Striatae* (Cabral *et al.*, 2007), podría coadyuvar a clarificar la hipótesis sobre el origen del ancestro basal del género *Agave* y demás relacionados a la familia Agavaceae, al ser la única especie que presenta una estructura en forma de mechón de pelos o cerdas en el ápice de las hojas, de casi un centímetro de largo, que la hace distintiva al resto de las especies de *Agave* y de la familia; la relevancia del descubrimiento recae en el supuesto de que al ser parte del grupo más ancestral de los agaves, dicha estructura debió ser heredada o transmitida a las progenies, sin que hasta el momento haya sido identificado otra taxa de Agavaceae con esta característica particular; el origen embriológico y funcional de esta estructura también puede aportar información sobre el ambiente donde se desarrolló la especie, que en base a diferentes estudios (Axelrod, 1986; Eguiarte *et al.*, 2000) podría estar relacionada con eventos de cambio climático y de glaciaciones desde el Eoceno, periodo geológico del que la familia Agavaceae derivó de sus ancestros hace 47 millones de años. Otro cálculo reciente estima una edad para la familia entre 20 y 26 millones de años y para el género *Agave* sería igual o menor a 10 millones de años (Good-Avila *et al.*, 2006; Pellmyr, *et al.*, 2007) coincidiendo con una etapa de desertificación que inicia, entre 8 y 15 millones de años, con altas temperaturas y reducida disponibilidad de agua en Norteamérica continental en el Mioceno medio. La desertificación, junto con una intensa actividad volcánica, generó la compleja topografía que domina en el México actual y dispuso una extensa heterogeneidad

ambiental, ambos eventos resultantes son puntos centrales para entender la radiación adaptativa del género *Agave* (Axelrod, 1986; Rocha *et al.*, 2006).

La referencia de taxa del género *Agave*, muestran que Oaxaca es el más diverso (52), seguido de Durango (40) y Puebla (40), Coahuila (35), Chihuahua (34), San Luis Potosí (33), y Nuevo León y Zacatecas, ambos con 29. Se resalta la necesidad de estudios sistemáticos de la familia a mayor profundidad con nuevas técnicas, para aumentar la representación en herbarios regionales en estados del noreste del país, en especial los grupos Polycephalae, Salmianae y Striatae (Gentry, 1982; García-Mendoza y Galván, 1995).

Planteamiento del estudio

El estudio surge de la necesidad de actualizar la información sobre el conocimiento sistemático, de distribución geográfica e importancia económica de las especies de la familia Agavaceae en la región noreste de México. De un planteamiento original sobre implementar acciones de manejo y/o estrategias de conservación, sobre los recursos renovables de alta relevancia, que actualmente se encuentran en uso y explotación. Al revisar la información disponible para esta región específica y encontrar carencia de datos que sustenten las estrategias a seguir, es que se replanteo el motivo original para apoyar la generación de información sobre las siguientes incógnitas:

¿Cuál es la posición taxonómica y diversidad de las especies de Agaváceas asociadas a las condiciones bióticas y abióticas del noreste de México?

¿Cómo se encuentran distribuidas las especies y poblaciones de Agaváceas a lo largo y ancho en la región noreste?

¿Qué valor económico es concedido por las comunidades sociales de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas para los diferentes usos y productos obtenidos de las especies de Agaváceas?

¿Existen poblaciones de Agaváceas que se encuentren en riesgo crítico de desaparecer dentro de esta región?

¿Cuál es el grado de adaptación y de evolución que muestran los géneros y especies a las condiciones ecológicas semiáridas de esta región?

Al avocarse a desarrollar estas líneas de trabajo, es muy probable emanen nuevos planteamientos sobre la calidad y cantidad de nuestros recursos renovables al conocer la diversidad de especies y el potencial genético actual; la ubicación de especies y poblaciones tanto de distribución restringida, así como aquellas que se propagan y desarrollan ampliamente en las zonas semiáridas; por último, sería estratégico evaluar los distintos tipos de usos y la elaboración de productos que las comunidades y la industria llevan a cabo en la región noreste de México.

LITERATURA CITADA

Axelrod, D. I. 1986. Cenozoic history of some western American pines. *Annals Missouri Bot. Garden* 73:565-641. USA.

Beaman, J. H. & J. W. Andresen. 1966. The vegetation, floristic, and phytogeography of the summit of Cerro Potosi, Mexico. *Amer. Midland Nat.* 75(1):1-33.

Beltrán, E. 1954. *Los Recursos Naturales de México y Nuestra Economía*. Ed. Sociedad Mexicana de Historia Natural. 46 p. México.

Bogler, D. J. 1995. Systematic of *Dasyliroton*: Taxonomy and molecular phylogeny. *Bol. Soc. Bot. México* 56:69-76.

Bogler, D. J. & B. B. Simpson. 1996. Phylogeny of Agavaceae based on ITS rDNA sequence variation. *Amer. J. Bot.* 83(9):1225-1235.

Cabral C., I., J. A. Villarreal Q. y A. E. Estrada C. 2007. *Agave albopilosa* (Agavaceae, subgénero *Littaea*, grupo *Striatae*), una especie nueva de la Sierra Madre Oriental en el Noreste de México. *Act. Bot. Mex.* 70:51-57. México.

Carabias L., J. y G. Quadri de la T. 1995. *Áreas Naturales: economía e instituciones*. Cuadernos de Trabajo No. 3, Semarnap – Instituto Nacional de Ecología. México.

Challenger, A. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro*. Ed. CONABIO – Inst. Biología, UNAM – Sierra Madre, A. C. 847 p. México.

Clary, K. H. & B. B. Simpson. 1995. Systematics and character evolution of the genus *Yucca* L. (Agavaceae): Evidence from morphology and molecular analyses. *Bol. Soc. Bot. México* 56:77-88.

Eguiarte, L., M. R. Duvall, G. H. Learn, Jr. y M. T. Clegg. 1994. The systematic status of the Agavaceae and Nolinaceae and related Asparagales in the Monocotyledons: An analysis base on the *rbcl* gene sequence. *Bol. Soc. Bot. México* 54:35-56.

Eguiarte, L., V. Souza y A. Silva-Montellano. 2000. Evolución de la familia Agavaceae: filogenia, biología reproductiva y genética de poblaciones. *Bol. Soc. Bot. México*. 66: 131-150. México.

Encina D., J. A. y J. A. Villarreal Q. 2002. Distribución y aspectos ecológicos del género *Quercus* (*Fagaceae*), en el estado de Coahuila, México. *Polibotánica* 13:1-23. México.

Farjon, A. 1996. Biodiversity of Pinus (Pinaceae) in Mexico: speciation and paleoendemism. Bot. J. Linnean Soc. 121:365-384. London.

Farjon, A., J. A. Pérez R. & B. Styles. 1997. A field guide to the Pines of Mexico and Central America. Royal Botanical Garden, Kew-Univ. Oxford. 147 pp. England.

García A., A. y S. González E. 1991. Flora y Vegetación de la Cima del Cerro Potosí, Nuevo León, México. Acta Bot. Mex. 13:53-74.

García-Mendoza, A. 1995. Riqueza y endemismos de la familia Agavaceae en México. En: Linares, E., P. Dávila, F. Chiang, R. Bye, y T. Elias (eds.), Conservación de plantas en peligro de extinción: diferentes enfoques. UNAM-Instituto de Biología. Pp. 51-75. México.

García-Mendoza, A. y R. Galván V. 1995. Riqueza de las familias Agavaceae y Nolinaceae en Mexico. Bol. Soc. Bot. México 56:7-24.

García-Mendoza, A. 2004. Agaváceas. En: A. García-Mendoza, M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Inst. Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-WWF. Pp. 159-169. México.

Gentry, H. S. 1982. Agaves of Continental North America. Univ. Arizona Press, Tucson, Arizona. 670 pp.

Godínez Á., H. y P. Ortega B. 2007. Mexican cactus diversity: environmental correlates and conservation priorities. Bol. Soc. Bot. Méx. 81:81-87. México.

Good-Avila, S. V., B. S. Gaut, V. Souza & L. Eguiarte. 2006. Timing and Rate of speciation in Agave (Agavaceae) Proc. Natl. Acad. Sci. 103(24):9124-9129. USA.

Hernández, H. M., C. Gómez-Hinostrosa and B. Goettsch. 2004. Checklist of Chihuahuan Desert Cactaceae. Harvard Papers in Botany 9(1):51-68. USA.

Matuda, E. e I. Piña Luján. 1980. Las plantas mexicanas del género *Yucca*. Ed. Colección Miscelánea Estado de México y Lab. Nac. Fomento Industrial. 145 pp.

McDonald, A. 1998. Fitogeografía e historia de la flora alpina-subalpina del noreste de México. Cap. 23. Pp. 665-686. En: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot, y J. Fa (eds.). Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución. Instituto de Biología-UNAM. México.

Neyra, L. y L. Durand. 1998. Biodiversidad. Cap. 3. Pp. 61-102. En: CONABIO. La diversidad biológica de México: Estudio de País. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 293 p. México.

Nixon, K. C. 1998. El género *Quercus* en México. Cap. 16. Pp. 435-447. En: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot, y J. Fa (eds.). *Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología-UNAM. México.

Nobel, P. S. 1988. *Environmental biology of agaves and cacti*. Cambridge University Press. 270 pp. UK.

Oldfield, S. (comp.). 1997. *Cactus and Succulent Plants - Status Survey and Conservation Action Plan*. IUCN, Cactus and Succulent Specialist Group. 212 pp. Switzerland & UK.

Pellmyr, O., K. A. Segraves, D. M. Althoff, M. Balcázar-Lara, J. Leebens-Mack. 2007. The phylogeny of *yuccas*. *Molecular Phylogenetics and Evol.* 43:493–501.

Rocha, M., S. V. Good-Ávila, F. Molina-Freaner, H. T. Arita, A. Castillo, A. García-Mendoza, A. Silva-Montecillos, B. S. Gaut, V. Souza, & L. E. Eguiarte. 2006. Pollination biology and adaptive radiation of Agavaceae, with special emphasis of the genus *Agave*. *Aliso* 22(1): 327-342.

Rzedowski, J. 1978. *La Vegetación de México*. Ed. Limusa, México.

Rzedowski, J. 1993. Diversity and origins of the phanerogamic flora of Mexico. Chapter 3, Pp. 129-144. In: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot, y J. Fa (eds.). *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*. Ed. Oxford Univ. Press.

SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial Federación*. 6 de Marzo, 2002. México, DF.

Styles, B. T. 1993. Genus *Pinus*: A Mexican Purview. Chapter 13. Pp. 397-420. In: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot, & J. Fa (eds.). *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*. Oxford University Press. USA.

Valencia A., S. 2004. Diversidad del Género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Bol. Soc. Bot. Méx.* No. 75:33-53. México.

Villaseñor, J. L. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia* No. 28(3):160-167. México.

Villaseñor, J. L. 2004. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. *Bol. Soc. Bot. Méx.* No. 75:105-135. México.

Villarreal Q., J. A. y J. A. Encina D. 2005. Plantas vasculares endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes, México. *Acta Bot. Mex.* 70:1-46. México.

Capítulo II.

DIVERSIDAD, SISTEMÁTICA Y FITO GEOGRAFÍA DE LA FAMILIA AGAVACEAE EN EL NORESTE DE MÉXICO



DIVERSIDAD, SISTEMÁTICA Y FITOGEOGRAFÍA DE LA FAMILIA AGAVACEAE EN EL NORESTE DE MÉXICO

Resumen

Se presentan resultados sobre el inventario y la distribución de las *Agavaceae* en los estados del Noreste de México; esto se realizó consultando las bases de datos, literatura y herbarios especializados, complementado con colectas extensivas de material en la región. La actualización en sistemática y conocimiento del total de especies que conforman la familia arroja un incremento del 8% para Coahuila, 40% para Nuevo León y 42% en Tamaulipas, con respecto a la información publicada antes del año 2005; de la construcción y análisis de bases de datos se definieron áreas y patrones de distribución con mayor probabilidad de éxito como estrategia de conservación filogeográfica a diferente escala, integrando las bases de datos con registros de taxa respaldados con al menos un ejemplar preservado en un herbario indexado internacionalmente, en este sentido se incluyen los datos generados sobre las 58 especies y 6 géneros distribuidos en la región Noreste de México; se incluye la descripción de una nueva especie de *Agave*, considerada como un taxa ancestral del género y una rama filogenética relicto a nivel de familia. El propósito del presente estudio fue realizar un inventario específico de la diversidad y distribución de la familia *Agavaceae* en el noreste de México, tratando de documentar otras opciones de entre los recursos naturales renovables de esta región, que potencialmente podrían tener un impacto económico positivo en el ingreso de los habitantes de los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Abstract

This study shows the results based on inventory and geographic distribution range, carried out in the northeastern region of Mexico; the results show the update and knowledge of the systematic and the diversity of the taxa with a total increase of 8% for Coahuila, 40% for Nuevo Leon and 42% for Tamaulipas, when compared to technical information published before 2005; it provides a general account for the 58 species and 6 genera in this region; the generation and analysis of data bases, including at least one specimen for each species, indexed and validated under a national - international herbaria; the description of a new *Agave* species, considered as a baseline ancestor of the genus and the relict phylogeographic relationships to family level. The purpose of this study is to realize a specific inventory of Agavaceae plants diversity and distribution in the northeast of Mexico, trying to document other options between the region's natural renewable resources that potentially could has a positive economic impact on family income in the federal states of Coahuila, Nuevo Leon and Tamaulipas.

INTRODUCCIÓN

La familia Agavaceae esta representada a nivel mundial por aproximadamente 330 especies y 9 géneros dentro de dos subfamilias (Agavoideae y Yuccoideae), que se distribuyen en forma natural exclusivamente en América (García-Mendoza, 2004). Las especies descritas de la familia se localizan desde la provincia de Alberta (Canadá) y el estado de Dakota del Norte (EUA) en su límite norte, hasta Bolivia y Paraguay en su límite sur, además de encontrarse en las Islas del Caribe, desde las Bahamas hasta Aruba y Trinidad y Tobago; del recuento total de especies y su distribución, se considera a México como el centro de diversidad de Agavaceae al presentar 251 especies, de las cuales 177 son endémicas (García-Mendoza, 2004). De estas se han documentado 103 diferentes usos y productos derivados de taxa de agaváceas desde tiempos ancestrales (Gentry, 1982), tan antiguos como hace 9 mil años, principalmente, en el sur y centro del territorio mexicano (Granados, 1999).

A nivel familia (*Agavaceae*) existen trabajos de coevolución entre polinizadores, mutualismo y herbivoría (Rocha *et al.*, 2006), bajo los mismos tópicos es necesario mencionar a Pellmyr que junto a diversos colaboradores (1999; 2003 y 2007) han validado la relación simbiótica de palomillas específicas que polinizan las flores de *Yucca*, y en el mismo tema pero para la región de Linares, Nuevo León, en el noreste de México, Rentería *et al.*, (2002 y 2003) evalúan el impacto de *Tageticula yuccascella* (principalmente, estadios inmaduros de la palomilla) sobre la fenología reproductiva de *Yucca filifera*; el trabajo de Rechy von Roth (2000) también se ubica al noreste de México, donde trata de determinar los productos naturales y derivados industriales de las 5 especies de

yucas más abundantes en esta región; estudios sobre esta familia se han realizado en la rama de la ecofisiología y uso eficiente del agua, mediante análisis de estrategias de adaptación de suculentas a condiciones de aridez (Nobel, 1988; Martorell y Ezcurra, 2007); se cuenta con un número importante de investigaciones en genética evolutiva que validan el arreglo taxonómico actual (Bogler y Simpson, 1996; Clary y Simpson, 1995; Eguiarte, 1995; Eguiarte *et al.*, 2000; Pellmyr *et al.*, 2007).

En el noreste de México han sido pocos los estudios específicos sobre la diversidad, distribución o valor económico de las Agaváceas, aun cuando las condiciones climáticas, de geología histórica, fisiográficas, y edáficas muestran gran potencial para la diversificación de éstas y la posible identificación de recursos naturales poco conocidos o, en algunos casos, bajo manejo actual pero sin la certeza taxonómica sobre estas, a fin de relacionar los antecedentes y la potencialidad del recurso a ser manejado o conservado con bases científicas.

Los antecedentes sobre la diversidad de la familia Agavaceae en esta región arrojan datos interesantes. En Nuevo León, Rojas-Mendoza (1965) refiere 17 especies de *Agave* (6 en sinonimia), 6 de *Yucca* (2 en sinonimia), y 8 especies de otros géneros de la familia actualmente validada como Agavaceae, llama la atención que al género *Agave* el autor lo coloca en la familia Amaryllidaceae, de la misma forma como fue usual en su tiempo, tanto *Yucca* como *Hesperaloe* fueran colocadas junto a *Dasyilirion* y *Nolina* en la familia Liliaceae. La única publicación sobre inventario de agaves en el noreste de México es la realizada por Synnott (1989) quien menciona 13 especies, de estas, 4 son con base en especies

cultivadas; el autor también señala una colección de agaves vivos en el bosque escuela de la UANL, localizado en el municipio de Iturbide, NL.

En el recuento total, se han añadido a este género, *Agave ovatifolia* (Starr y Villarreal, 2002) del norte del estado (municipio de Lampazos, NL); *Agave montana* (Villarreal, 1996) del municipio de Rayones, NL, presente en sitios por arriba de 3,200 m de altitud; así como las mencionadas por Hinton & Hinton (1995), quienes registran por primera vez a *Manfreda variegata* para el estado. Por otra parte, los mismos autores señalan una nueva especie de *Manfreda*, que continua en proceso de descripción, y una nueva especie de *Hemiphylacus*, género segregado de esta familia, las cuales no fueron sumadas en el conteo final de nuestro estudio.

En el caso de Tamaulipas, el reporte de 21 especies de Agavaceae *sensu stricto* (Hernández *et al.*, 1991) es el más completo, donde 16 especies corresponden a *Agave*, tres a *Yucca* y una a *Hesperaloe* y *Beschorneria*, respectivamente; pero habría que considerar el descartar los taxa incluidos en *Calibanus*, *Beaucarnea*, *Dasyilirion* y *Nolina* que ahora corresponden a la familia *Nolinaceae* (García-Mendoza, 2004; Golubov *et al.*, 2007). La cantidad total aumenta con la descripción de *A. tenuifolia* (Zamudio y Sánchez, 1995) y de *Beschorneria* (García, 1988), ambas en los municipios de Hidalgo y Victoria, respectivamente. Para el género *Manfreda* se reportan 4 especies en los trabajos de García-Mendoza y Galván (1995) y de Verheek (1978 y 2002). Jaques-Hernández *et al.* (2007) listan 27 especies de *Agave* que son reportadas con distribución en el estado, pero pocas fuentes provienen de especialistas, por lo que se recomienda tomar con cautela esas cifras.

En Coahuila el conocimiento de la familia era relativamente completo antes de 2005, el reporte tienen como respaldo a especímenes de herbario, que reconocen la presencia de 35 especies de Agaváceas (Villarreal, 2001), con 16 de *Agave*, 13 de *Yucca*, 4 de *Manfreda* y dos de *Hesperaloe*. También, el arreglo corresponde a la familia *sensu lato* al incluir a *Dasyilirion* y *Nolina* dentro de esta familia.

Diversidad y sistemática de *Agave*

El tratado de Gentry (1982) considera para Norteamérica 136 especies dentro de 20 grupos, 8 del subgénero *Littaea* y 12 del subgénero *Agave*. Un resumen extensivo del género *Agave* (Cuadro 2. 1) muestra las particularidades de los 197 taxa en los subgéneros mencionados, donde el arreglo dado toma a las especies más relacionadas para apoyar la orientación taxonómica e identificación de especies. El arreglo sigue los lineamientos de Trelease y Berger en gran parte del agrupamiento, los cuales son aproximaciones a nivel de sección en la taxonomía formal. Algunas fronteras entre grupos no están totalmente definidas, como tampoco entre muchas especies, porque la variación en *Agave* es generalmente de tipo gradual o clinal (cuando una forma o carácter cambia a otra paulatinamente) condición que caracteriza la variabilidad en otros géneros de *Agavaceae*. Esto aparenta que la familia ha evolucionado lentamente en los últimos millones de años (Eguiarte *et al.*, 2007).

Cuadro 2. 1. Arreglo del total de las especies del género *Agave* en categorías taxonómicas con base en Gentry (1982).

| Sección | Especies | Subespecies | Variedades | Formas | Total |
|--------------------------|------------|-------------|------------|----------|------------|
| Amolae | 8 | | 1 | | 9 |
| Choritepalae | 3 | | | | 3 |
| Filiferae | 8 | | | | 7 |
| Marginatae | 21 | | | 7 | 28 |
| Parviflorae | 4 | 2 | 1 | | 7 |
| Polycephalae | 5 | | 2 | | 7 |
| Striatae | 3 | 1 | | | 4 |
| Urceolatae | 2 | 1 | 2 | | 5 |
| Subgénero Littaea | 54 | 4 | 6 | 7 | 70 |
| Americanae | 6 | 5 | 8 | | 19 |
| Capaniflorae | 3 | | | | 3 |
| Crenatae | 6 | 1 | 1 | | 9 |
| Deserticolae | 10 | 11 | | | 21 |
| Ditepalae | 10 | 2 | | | 12 |
| Hiemiflorae | 12 | | | | 12 |
| Marmoratae | 4 | | | | 4 |
| Parryanae | 6 | | 4 | | 10 |
| Rigidae | 12 | | 7 | | 20 |
| Salmianae | 5 | 1 | 3 | | 9 |
| Sisalanae | 6 | | | | 5 |
| Umbeliflorae | 2 | 1 | | | 3 |
| Subgénero Agave | 82 | 21 | 23 | 0 | 127 |
| TOTAL | 136 | 25 | 29 | 7 | 197 |

Los agaves son únicos dentro de la flora mundial, no solamente por su carácter de suculencia sino por el rol especial que han jugado en las civilizaciones indígenas en Norteamérica. Una de las principales ayudas en la identificación de los agaves, ya sea de herbarios, de jardines botánicos o en la naturaleza, es el conocimiento de su localidad original. Es mas sencillo seleccionar el tipo morfológico correcto de pocos candidatos que de todos en una gran lista (Gentry, 1982).

La historia de la sistemática del género inicia con Linneo que reconoce 4 especies de agaves al describir el género en 1753. De estos, uno fue removido a *Furcraea* y otro a *Manfreda*. Posteriormente, Salm-Dyck listó 34 especies que crecían en sus jardines en Dusseldorf, Alemania. Su último trabajo en 1859 constituye la revisión genérica donde describe 45 especies de las cuales 14 fueron nuevas. El investigador más prolífico fue el General von Jacobi, quien describió 78 especies y muchas variedades (entre 1864-67). Muchas de sus descripciones estuvieron basadas en agaves vivos, observados en jardines europeos, gran parte de estos fueron plantas inmaduras crecidas en macetas. Tanto Salm-Dyck como Jacobi no utilizaron la inflorescencia en su diagnóstico o descripción de especies. Son las ilustraciones de Hooker, en 1871, quien utilizó por primera vez datos de floración relacionando los grupos de Agaves y Zuccarini en 1833, quien primero describe la estructura de las flores (Gentry, 1982).

El avance del conocimiento taxonómico del género *Agave*, el más importante y diverso de la familia, a permitido describir en los últimos 25 años un 60% de especies adicionales a la diversidad referida en 1982 por Gentry, al pasar de 136 a aproximadamente unas 220 hasta el año 2007 (Cabral *et al.*, 2007; Gentry, 1982; Villarreal, 1996; García-Mendoza, 1995; García-Mendoza *et al.*, 2007); los trabajos específicos sobre biología, ecología y conservación de magueyes en el noreste del país no son abundantes, sin embargo se cuenta con buenos ejemplos de estudios sobre *Agave victoriae-reginae*, especie con alta demanda ornamental y considerada en peligro de extinción (Eguiarte, *et al.*, 1999; Martínez-Palacios *et al.*, 1999); y sobre *A. lechuguilla* existe información sobre

estructura y variabilidad genética de poblaciones (Silva-Montellano *et al.*, 2003a y 2003b).

El recuento de lo anterior ha generado información significativa en sistemática, aprovechamiento sustentable y conservación de recursos naturales de forma general, donde el estudio de las agaváceas ha obtenido retroalimentación y beneficio de estos mismos avances. Nuestro estudio tiene como objetivo general evaluar el estado actual de la diversidad, distribución y usos de especies de Agaváceas en las zonas naturales de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas; y como objetivo específico, de ésta sección del estudio, se plantea la actualización de la información disponible para la familia *Agavaceae* en el noreste de México, considerando como premisa que no existen estudios específicos, a nivel estado o región, que analicen la diversidad, sistemática y distribución de la familia en el área de estudio descrita. La hipótesis a validar asume que dicha actualización llevará a determinar un mayor número de taxa en la región.

Materiales y métodos

Evaluación para determinar la diversidad de Agaváceas.

Se realizó un inventario de las especies de Agaváceas con datos de ubicación y fisiografía, según la información disponible; así como la corroboración y/o actualización de nomenclatura taxonómica de cada uno de los taxa colectados y/o referidos para la zona de estudio; los ejemplares colectados fueron preparados de acuerdo con técnicas estándar, las estructuras florales se incluyeron en medio líquido, así como preservadas en seco (ANSM, SFNL, MEXU) en diferentes herbarios; se construyeron bases de datos a partir de registros de campo,

complementados de consulta de herbarios nacionales e Internacionales, así como de instituciones oficiales (CONABIO) con registros de la familia Agavaceae para los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas; la revisión de literatura actual y especializada fue pieza clave en la depuración y determinación de registros de distribución, diversidad y sistemática de estas plantas.

Análisis de la sistemática de Agavaceae

Para definir la diversidad de la familia se basó en la propuesta sistemática de Gentry (1982), apoyando la redelimitación de géneros y especies válidas en estudios cladísticos morfológicos de Hernández (1995) y García-Mendoza (2004), y en los moleculares de Bogler y Simpson (1996), Eguiarte (1995) y Pellmyr *et al.* (2007). Para validar recientes descubrimientos se revisó bibliografía especializada (Cabral, 2003; Cabral *et al.*, 2007; Clary, 1995 y 2001; Clary y Simpson, 1995; Cházaro, 1995; Cházaro *et al.*, 2005a y 2005b; García-Mendoza 1988, 1995, 2004, 2006, 2007; García-Mendoza y Galván, 1995; García-Mendoza y Solano, 2007; Gentry, 1982; González, 2005; Hernández *et al.*, 1991; Hinton y Hinton, 1995; Malda, 1990; Matuda y Piña, 1980; Piña, 1985; Rojas, 1965; Solano, 2000; Solano y Feria, 2007; Shinnars, 1966; Starr y Villarreal, 2002; Synnott, 1989; Villarreal, 1996 y 2001; Verhoek, 2002; Zamudio y Sánchez, 1995) que hizo posible definir un recuento sobre el número de especies y su distribución actual para cada estado del noreste de México del año 2005 a 2007, donde cada determinación mencionada y registrada cuentan con ejemplares de respaldo, en los herbarios y/o bases de datos revisadas por el autor.

Dado los hábitos reproductivos de tipo monocárpico o semélparo (García-Mendoza, 2007; Eguiarte *et al.*, 2000), la afinidad por hábitat con bajo disturbio en partes inaccesibles de taludes y cañones escarpados (Cabral *et al.*, 2007), además de una marcada estacionalidad fenológica fue necesario en casos especiales realizar diferentes recorridos al mismo sitio y los alrededores a fin de complementar y validar los datos, descritos en el párrafo anterior, lo cual implica gran inversión de tiempo; es necesario establecer que el tiempo requerido en la preparación de un ejemplar de herbario de esta familia equivale a la colecta de 20 a 40 de otros tipos de plantas (Gentry, 1982; Cházaro *et al.*, 2005a). En el caso particular de nuestro estudio la herborización de un ejemplar completo, tomó de 2 a 4 horas en su procesamiento.

Análisis biogeográfico de Agavaceae

A partir de la matriz generada, de registros de campo y con información de bases de datos y bibliográfica verificadas, se construyó otra matriz con datos de presencia-ausencia empleada en un sistema de información geográfica para determinar los patrones de distribución de las especies de Agavaceae en el Noreste de México. En este caso se usó un mapa base con provincias fisiográficas y tipos de clima (INEGI, 2005) como unidad geográfica operativa (UGO), donde se registraron las especies con presencia en cada unidad definida; con estos datos se aplicó un análisis de conglomerados (cluster analysis) con agrupamiento de varianza mínima en base a distancias eculidianas mediante el paquete estadístico MVSP 3.1 (Kovach Computing Services), para determinar la similitud o diferencia

entre unidades fisiográficas y de clima, en relación a las especies presentes que apoyan el establecimiento de sus afinidades biogeográficas.

Resultados y Discusión.

Sistemática de la familia Agavaceae en el noreste de México.

El reto en la taxonomía de la familia Agavaceae ha sido complicado y no es sencillo tener un consenso global, desde cuando fue reconocida como familia por Endlicher en 1841, quien consideró al género *Agave* como tipo nomenclatural, hasta las propuestas de Hutchinson (1959) y Dalhgren *et al.* (1985). El primero establece el orden *Agavales* formado por las familias *Xanthorrhoeaceae* y *Agavaceae*, donde incluye 19 géneros en la familia, que se reparten en seis tribus; mientras los segundos autores, reacomodan 29 familias en el orden *Asperagales*, donde incluyen a *Agavaceae*, la cual separan en dos subfamilias y 8 de los 9 géneros aceptados por los especialistas, según el esquema en el Figura 2. 1.

En un recuento actualizado, García-Mendoza (2004) establece el número de géneros (9) y especies (330) que ocurren en México, de la siguiente manera: el género *Agave* con 200 especies; *Beschorneria* 7 spp.; *Furcraea* 25 spp.; *Hesperaloe* 5 spp.; *Manfreda* 29 spp.; *Polianthes* 15 especies; *Yucca* determina 46 spp.; *Prochnyanthes* 2 spp.; y en *Hesperoyucca* reconoce una especie (Cuadro 2. 2). Otra aportación a nivel nacional es de Villaseñor (2004), quien considera 9 géneros y 278 especies en *Agavaceae*, sin incluir a *Hesperoyucca* pero si a *Dracaena* como género válido. Menciona para el género *Agave* 173 especies; *Beschorneria* 9 spp.; *Furcraea* 16 spp.; *Hesperaloe* 3 spp.; *Manfreda* 26 spp.;

Polianthes 17 spp.; *Yucca* 30 spp.; y a *Prochnyanthes* lo reconoce como monoespecífico. Estas cifras se muestran en el Cuadro 2. 2.

| Orden Agavales Familia Agavaceae Hutchinson (1959) | | Orden Asparagales Dahlgren et al.(1985) | |
|--|--|--|---|
| Tribu <i>Yuceae</i> | Género <i>Hesperaloe</i> <i>Clistoyucca</i> <i>Yucca</i> <i>Samuela</i> | Agavaceae Subfamilia <i>Yuccoidae</i> <i>Hesperaloe</i> <i>Yucca (Hesperoyuca)</i> Subfamilia <i>Agavoidae</i> | Resto familias del orden <i>Alliaceae</i> <i>Amaryllidaceae</i> <i>Aphyllanthaceae</i> <i>Asparagaceae</i> <i>Asphodelaceae</i> <i>Asteliaceae</i> <i>Blandfordiaceae</i> <i>Calectasiaceae</i> <i>Cyanastraceae</i> <i>Dasypogonaceae</i> <i>Doryanthaceae</i> <i>Dracaenaceae</i> <i>Eriosperamaceae</i> <i>Hanguanaceae</i> <i>Hemerocallidaceae</i> <i>Herreriaceae</i> <i>Hypoxidaceae</i> <i>Ixioliriaceae</i> <i>Luzuriagaceae</i> <i>Philesaciae</i> <i>Phormiaceae</i> <i>Ruscaceae</i> <i>Tecophilaeaceae</i> <i>Xanthorrhoeaceae</i> |
| Tribu <i>Dracaenae</i> | <i>Cordyline</i> <i>Cohnia</i> <i>Dracaena</i> <i>Sansevieria</i> | <i>Fucreaea</i> <i>Beschorneria</i> <i>Agave</i> <i>Manfreda</i> <i>Polianthes</i> <i>Prochnyanthes</i> | |
| Tribu <i>Phormieae</i> | <i>Phormium</i> | <i>Anthericaceae</i> <i>Chlorophytum</i> | |
| Tribu <i>Nolinae</i> | <i>Nolina</i> <i>Calibanus</i> <i>Dasyllirion</i> | <i>Funkiaceae (Hostaceae)</i> <i>Excremis</i> <i>Hesperocallis</i> <i>Hosta</i> <i>Leucrocinum</i> | |
| Tribu <i>Agavae</i> | <i>Agave</i> <i>Fucreaea</i> <i>Beschorneria</i> <i>Doryanthes</i> | <i>Hyacinthaceae</i> <i>Camassia</i> | |
| Tribu <i>Polyantheae</i> | <i>Polianthes</i> <i>Prochnyanthes</i> <i>Pseudobravo</i> (<i>Manfreda</i>) | <i>Nolinaceae</i> <i>Nolina</i> <i>Beaucarnea</i> <i>Calibanus</i> <i>Dasyllirion</i> | |

Figura 2. 1. Esquemas taxonómicos actuales de la familia Agavaceae.

Aun cuando el origen y las afinidades filogenéticas del resto de las familias más cercanas con Agavaceae continua en discusión, la filogenia de los componentes infra y supragenéricos son aceptados con menor incertidumbre. Por ejemplo, el que la familia se divida en dos subfamilias (*Yuccoidae* y *Agavoidae*) esta fuera de controversia, también el arreglo sistemático del género *Agave*, donde se

reconocen dos subgéneros bien definidos, *Littaea* y *Agave*, que a su vez se componen de 22 secciones en total (García-Mendoza, 2004; Gentry, 1982). A continuación se describen las características y la distribución de especies de *Agave* para cada sección que ocurre en el noreste de México (Anexo 1).

Cuadro 2. 2. Conteo de la diversidad de especies de la familia Agavaceae y su endemismo en México (García-Mendoza, 2004).

| Género | Total de especies | Especies en México | % | Endemismo en México | % | Especies en Noreste (1)* | % |
|----------------------|-------------------|--------------------|-----------|---------------------|-----------|--------------------------|-----------|
| <i>Agave</i> | 200 | 150 | 75 | 104 | 69 | 30 | 20 |
| <i>Beschorneria</i> | 7 | 7 | 100 | 6 | 86 | 2 | 29 |
| <i>Furcraea</i> | 25 | 13 | 52 | 8 | 61 | 0 | 0 |
| <i>Manfreda</i> | 29 | 28 | 96 | 22 | 78 | 8 | 29 |
| <i>Polianthes</i> | 15 | 15 | 100 | 15 | 100 | 1 | 7 |
| <i>Prochnyanthes</i> | 2 | 2 | 100 | 2 | 100 | 0 | 0 |
| <i>Hesperaloe</i> | 5 | 5 | 100 | 4 | 80 | 3 | 60 |
| <i>Hesperoyucca</i> | 1 | 1 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Yucca</i> | 46 | 30 | 65 | 16 | 53 | 14 | 47 |
| Total | 330 | 251 | 76 | 177 | 70 | 58 | 23 |

* 1. Porcentaje de especies en los estados del noreste con respecto al total de México

Género *Agave* L., 1753.

Subgénero *Littaea* (Tagliabue) Baker, 1888.

Sección *Marginatae*. Se caracteriza por mostrar hojas con un margen continuo córneo, generalmente ornamentado con espinas o al menos con dientes; presenta flores pequeñas con un tubo abierto corto en proporción con el largo de los tépalos que envuelve los filamentos. En particular, en esta sección la estructura de la flor es muy constante, característica utilizada poco o de forma secundaria en la delimitación de especies, en cambio la diferenciación de hojas es mayor y, por lo tanto, de gran utilidad en la delimitación de las mismas. Esta integrada por 22 especies para México, donde 10 han sido determinadas en la región noreste.

Distribución: Desde el sur de Nuevo México y Texas a través de México hasta Guatemala. Las especies de esta sección se desarrollan bajo un clima esencialmente tropical, otras crecen en zonas templado-húmedas (en ambos casos ocupando sitios secos y bien drenados), hasta llegar a climas semiáridos. En el noreste de México los elementos de esta sección están adaptados a condiciones de aridez (Fig. 2 13), como por ejemplo, *A. lechuguilla* conocida como una xerófita real que abunda en las zonas mas secas del Desierto Chihuahuense, mientras *A. victoriae-reginae*, además de distribuirse en este misma ecorregión, se ubica en laderas de montañas donde prácticamente no existe suelo o se inserta en taludes sobre roca madre.

Sección *Polycephalae*. Las especies se distinguen por la estructura suculenta y suave de sus hojas, armadas con dientes pequeños; por su forma de crecimiento en manchones densos; flores con ovario triangular y un tubo conspicuo acanalado. Esta integrado por 6 especies en México y dos ocurren (*A. celsii* y *A. polyacantha*) en el noreste (Anexo 1).

Distribución: Desde el sur de Nuevo León y Tamaulipas (Fig. 2 13) se extienden hasta Veracruz, Hidalgo y San Luis Potosí, después en Oaxaca y Chiapas. Las especies son enteramente de distribución tropical, convirtiéndose en el grupo más hidrófilo de los agaves. Se encuentra entre los 400 a 2500 msnm en la Sierra Madre Oriental, en pendientes orientadas al Golfo de México en Bosque Mesófilo de Montaña y de Pino - Encino, así como en Bosques Tropicales y Sabanas de Oaxaca y Chiapas desde los 1700 a 2700 m de altitud y una precipitación anual entre 750 y 2500 mm. Se ubican en sitios resguardados de heladas.

Sección *Serrulatae*. Características diferenciales de la sección son el crecimiento perenne policárpico y hojas suculentas sin espinas laterales o terminal. Flores pequeñas con tépalos separados desde un receptáculo discoidal más que de un tubo, el cual es poco perceptible. Se comportan como calcícolas, confinadas a riscos entre los 900 a 1700 msnm. Sección integrada sólo por *A. bracteosa*.

Distribución: Sección endémica a México, en específico al Noreste del país (Coahuila y NL; otras procedencias son de origen hortícola). El ejemplar tipo fue colectado en Monterrey, NL., entre 1879 y 1880 por Edward Palmer (Fig. 2 13). Esta sección fue segregada por Egglí (2001) de la sección Chloripetelae mencionada por Gentry (1982); esta última siguen siendo válida actualmente y la conforman dos especies (*A. ellemeetiana* y *A. guiengola*).

Sección *Striatae*. También presenta un hábito perenne pero sus hojas son serruladas, duras y firmes con espina terminal; flor con tubos profundos y tépalos pequeños. Bioquímicamente la mayoría de los taxa carecen de sapogeninas en sus hojas, lo cual la caracteriza como grupo natural (Gentry, 1982). La sección muestra relación con *Polycephalae* por la similitud en la estructura floral y, en especial, por presentar un ovario, en algunos casos, no completamente ífero. Una gran diferencia es que *Polycephalae* se supone evolucionó principalmente en climas tropicales húmedos de la Sierra Madre Oriental, mientras las *Striatae* se convirtieron en xerófitas de cañones y planicies semiáridas de la misma sierra. La sección estaba integrada por tres especies en el pasado (Gentry, 1982), actualmente esta acumula el mayor incremento (Cuadro 2. 3) de registros nuevos, totalizando 7 especies para México (Cabral *et al.*, 2007).

Distribución: Regiones semiáridas de México; del Desierto Coahuilense (sic) hasta Oaxaca (Fig. 2. 13). Sobre las especies que conforman esta sección Gentry (1982) comenta “*Agave dasylirioides* ocupa filogenéticamente una posición privilegiada dentro del género *Agave*. Esta aparece más cercana a lo que yo concebía como la forma más generalizada o ancestral. Las siguientes características la alinean con miembros antiguos o menos especializados de las Liliales y Amaryllidales: 1) Hábito perenne. 2) Segmentos del perianto no dimórficos; los tépalos exteriores e interiores son similares en *A. dasylirioides*. 3) El tubo y los tépalos son casi igualmente proporcionales; lo que quiere decir que ha habido poca modificación en ambos. 4) El ovario es incompletamente ínfero y protuberante dentro del tubo; tal vez un carácter sobreviviente relacionado a las Liliales. 5) Las hojas son serruladas y apenas suculentas, muy semejantes a la estructura común para muchos miembros de las Liliaceae y Agavaceae perennes. 6) La inflorescencia es una espiga relativamente simple con flores geminadas en un relativo eje corto. 7) La reproducción es enteramente por semilla, lo cual veo como un tipo de reproducción conservador, que persiste en las calcícolas, en contraste a las estrategias de hijuelos o bulbos desarrollados en otros agaves”.

La visión anterior es avalada por estudios moleculares, al mencionar “...El género *Agave* fue dividido en 20 grupos. El grupo *Striatae* (representado en el estudio por *A. dasylirioides* y *A. striata*) fue considerado por Gentry (1982) como el que tiene las formas mas generalizadas, o ancestrales, encontradas en *Agave*. Esas formas incluyen un hábito perenne, inflorescencia simple en forma de espiga con flores geminadas, segmentos del perianto no dimórficos y un ovario incompletamente ínfero. Gentry sugiere que otros grupos de *Agave* han

evolucionado de este ancestro generalizado en respuesta a polinizadores y a herbivoría. Los datos de las secuencias ITS, especialmente del tipo ITS2, dan un buen soporte donde el grupo *Striatae* sin duda forma un linaje que divergió desde un ancestro basal a un ancestro común mas reciente de las otras especies de *Agave* incluidas en el estudio, como también para *Manfreda* y *Polianthes ...*” (Bogler y Simpson, 1996).

Cuadro 2. 3. Actualización de la cantidad y porcentaje de especies del género *Agave* en categorías taxonómicas para el Noreste de México.

| Subgénero | Especies | | | |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| | México | | NE(1) | |
| Sección | 1982 | 2007(2) | 2008 | % |
| LITTAEA | | | | |
| Marginatae | 21 | 22 | 10 | 45.5 |
| Polycephalae | 5 | 6 | 2 | 33.3 |
| Serrulatae (3) | 0 | 1 | 1 | 100.0 |
| Striatae | 3 | 7 | 3 | 42.9 |
| Total | 29 | 36 | 16 | 44.4 |
| AGAVE | | | | |
| Americanae | 6 | 6 | 2 | 33.3 |
| Parryanae | 6 | 6 | 4 | 66.7 |
| Rigidae | 13 | 13 | 3 | 23.1 |
| Salmianae | 5 | 5 | 4 | 80.0 |
| Sisalanae (4) | 5 | 5 | 1 | 20.0 |
| Total | 35 | 35 | 14 | 40.0 |
| TOTAL | 64 | 71 | 30 | 42.25 |

(1) Se refiere a la cantidad de especies reportadas en el trabajo actual; (2) Actualización de especies reportadas en la literatura hasta el año 2007; (3) Esta sección fue derivada de Chloripetelae, la cual siguen siendo válida. (4) Se corrige el número citado de especies en el cuadro de la página xii, en base a la revisión en extenso de mismo (Gentry, 1982).

Subgénero *Agave* L., 1753.

Sección *Americanae*. Se caracteriza por mostrar hojas muy largas y grisáceas; con un fuerte hábito surculoso; panícula alta e irregularmente abierta; con flores mayormente amarillas y delgadas pero de tépalos y estambres largos.

Distribución: Gentry (1982) asume que esta sección tuvo su génesis en los climas subtropical semiárido y el árido del noreste de México, y de forma natural se presenta en el Desierto Coahuilense (sic); se debe considerar que la distribución de *A. americana*, al tener mayor uso como alimento y fibra, ha sido ampliamente extendida por el hombre. La lluvia en su área geográfica promedia de 250 a 800 mm, con un definido período seco y caliente desde fines de primavera hasta el verano; las heladas son comunes en invierno y son severas a mayores altitudes en el norte. Solo dos especies, de las seis reconocidas, están presentan en la región noreste (Anexo 1; Fig. 2 13).

Sección *Parryanae*. La mayoría de los miembros de esta sección se distinguen rápidamente por el tipo de hoja: cercanamente imbricadas, amplias y cortas, con dientes más largos en el cuarto superior de la hoja. Los tépalos son muy largos, a diferencia de la sección *Ditepalae*, mientras las hojas cortas evitan la confusión con miembros de la sección *Americanae*. Se comportan como mesófilas, mas que xerófitas, al ocurrir sobre cadenas montañosas, con excepción de *A. parrasana* como propia del Desierto Chihuahuense (Reveal y Hodgson, 2002).

Distribución: Del centro de Arizona a la región del Big Bend en Texas y hacia el sur a través de la Altiplanicie Mexicana hasta Guanajuato. Las especies muestran una asociación a suelos de origen volcánico que abundan en la Sierra Madre Occidental. Cuatro de las 6 especies que integran la sección se distribuyen en el noreste de México (Anexo 1; Fig. 2 13).

Sección *Rigidae*. Esta agrupa a magueyes con hoja en forma de espada, es decir, que son largas y estrechas, generalmente rígidas, desplegadas en una espiral radiada. Con una panícula de pocas ramas, relativamente pequeña y abierta, de brácteas cortas. El fruto es ampliamente ovoide y con semillas grandes. Algunas son fácilmente distinguibles, pero otras no, como por ejemplo, el complejo *A. angustifolia* y los demás que presentan miembros bajo cultivo, como *A. tequilana* y *A. fourcroydes*, las cuales es difícil encontrar en floración dada las prácticas agrícolas que evitan su culminación. Esta es la sección con mayor importancia económica, su diversificación alcanza las 13 especies, muchas sólo se encuentran bajo cultivo en áreas no naturales. Tres especies de la sección se ubican en el Noreste de México (Anexo 1; Fig. 2. 13).

Distribución: Con una amplia distribución en México y Centroamérica, ausente del suroeste de EUA.

Sección *Salmianae*. Las formas que diferencian a la sección serían, en primer lugar, una gran roseta verde con hojas gruesamente suculentas; brácteas pedunculares gruesas e imbricadas; una panícula en forma piramidal con base amplia; flores dimórficas con tépalos asimétricos, parecido a la sección *Ditepalae*, pero los tépalos son suaves y carnosos con mayor involuación, a diferencia de la rigidez esclerótica en las *Ditepalae*. Las especies de esta sección muestran un mayor grado de especialización dentro del subgénero y, se pueden reconocer, filogenéticamente entre las más avanzadas o modernas. Su gran variabilidad, claramente inducida por el hombre, es parte de sus modificaciones al identificar en esta sección a los principales magueyes pulqueros a nivel nacional. Un ejemplo es

A. salmiana, complejo altamente variable, el cual ha sido intensificado por el hombre durante cientos, sino por miles, de años al utilizarse como el principal productor de pulque desde los nativos prehispánicos en México. En la época colonial se reconocía a la zona central del país como el principal centro pulquero, y otros 3 centros secundarios se desarrollaron en la región Saltillo – Monterrey, Durango y Guatemala (Gentry, 1982).

Distribución: Esta sección es endémica de México, en particular de la Altiplanicie Central donde se encuentran numerosas formas silvestres y cultivadas. Por lo general, se ubican entre 1,200 a 2,500 m de altitud; la precipitación media anual fluctúa de 360 a 1,000 mm, donde del 70 a 80% se recibe de Mayo a Octubre. Es común la presencia de heladas en los meses secos de invierno. Gentry en 1982 reconocían 5 especies en esta sección, de las cuales *A. ragusae* fue excluida, pero se incluyó *A. montana*, descrita en 1996, para actualmente contar con 5 especies en total. Cuatro se han identificado en el Noreste de México; dos de amplia distribución e importancia económica; una endémica a la región noreste (*A. montana*) en la cima de montañas a más de 2,600 m. *A. gentryi* se reporta para los estados del noreste, así como en Querétaro y San Luis Potosí (González, 2005) (Anexo 1; Fig. 2. 13).

Sección *Sisalanae*. Generalmente se distingue por sus hojas sin espinas o débilmente dentadas, en forma de espada o ensiforme; con flores, mayormente, amarillo-verdosas con amplios tubos, dispuestas en panículas difusas y abiertas, frecuentemente bulbíferas; en esta sección se mencionan seis especies en el

cuadro de la página xii del tratado de Gentry (1982), realizándose la adecuación a las cinco especies referidas, en base a la revisión en extenso del mismo tratado.

Distribución: Las especies de esta sección, excepto *A. kewensis*, no tienen un hábitat natural conocido, pero debido al uso como plantas para fibra y ornamental han sido profusamente cultivadas a través del mundo. Las especies se reportan de Texas y Florida en EUA; en México de Baja California y Sinaloa en el noroeste y de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas en el noreste (Fig. 2. 13), se tiene el reporte de una sola colecta de San Luis Potosí; la única especie silvestre la ubican en Chiapas, así como menciones de ejemplares cultivados de Guatemala, Honduras y El Salvador (Reveal y Hodgson, 2002) (Anexo 1).

Género *Yucca* L., 1753.

En el género *Yucca* se considera un total de 35 a 48 especies, según el autor consultado, las cuales se agrupan en tres secciones clásicas: *Yucca* (nombre actual de la típica *Sarcocarpa*), con fruto tipo baya, carnoso e indehiscente; *Clistocarpa*, con fruto tipo capsular, esponjoso e indehiscente; y, *Chaenocarpa*, de fruto capsular, seco y dehiscente. Estas se distribuyen en sitios semiáridos desde el sur de Canadá, a través de Estados Unidos y México hasta Centroamérica (Figura 2. 2) (Clary, 1997; Hess & Robbins, 2002; Matuda y Piña, 1980; Pellmyr *et al.*, 2007). La mayoría de las especies de *Yucca* son plantas perennes de tipo xerófilo cuyo origen y diversificación se asocia a los desiertos de Norteamérica, donde exhiben un alto grado de endemismo local; a excepción de tres especies con afinidad tropical que se desarrollan en un clima lluvioso, en cuyo extremo se ubica *Y. lacandonica* (epífita). En general, el arreglo o agrupamiento

taxonómico del género ha sido determinado por el tipo de fruto, la morfología del pistilo y/o sus polinizadores (Clary, 1997; Matuda y Piña, 1980; Pellmyr *et al.*, 2007) (Anexo 1).

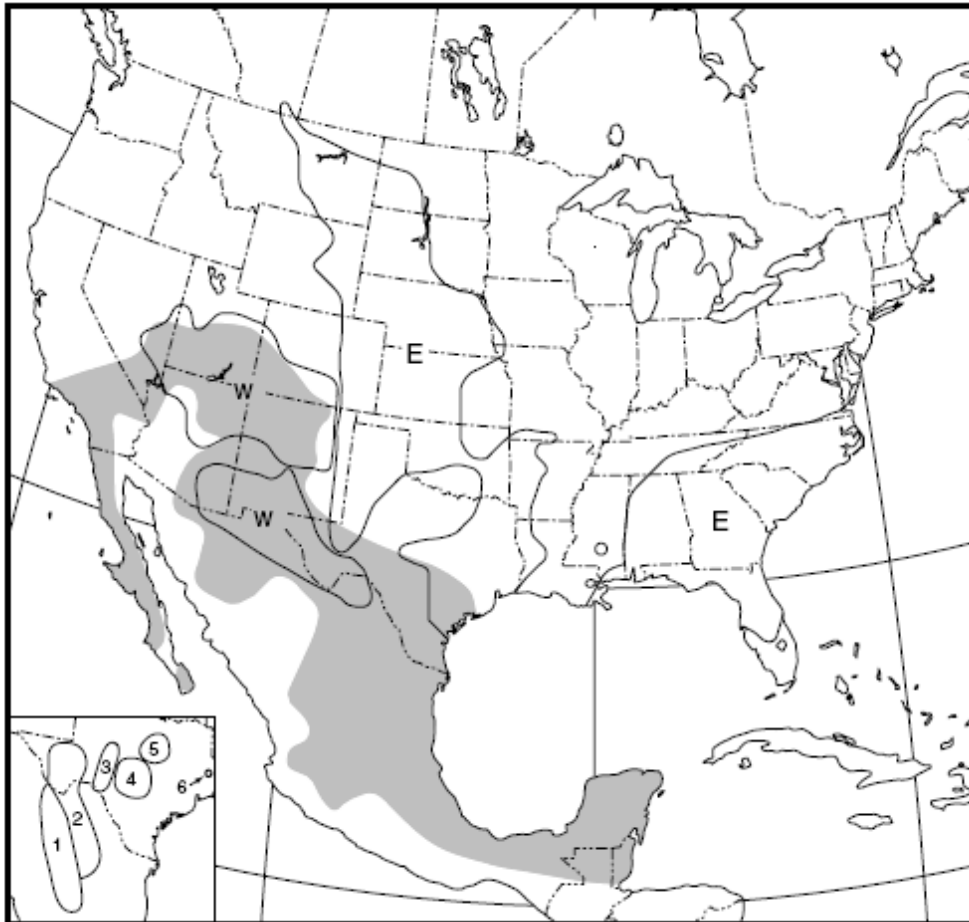


Figura 2. 2. Mapa que muestra la distribución compuesta por especies del clado *Yucca* (*Sarcocarpa*) con el sombreado en gris, y la distribución compuesta de especies de los clados del Este (E) y del Oeste (W) de la sección *Chaenocarpa*, excepto el clado de la serie *Rupicolae*. El mapa del Noreste de México y Texas, en la parte inferior izquierda, muestra la distribución de las especies en la serie *Rupicolae*: (1) *Y. rigida*, (2) *Y. rostrata*, (3) *Y. reverchonii*, (4) *Y. rupicola*, (5) *Y. pallida*, (6) *Y. cernua*. Datos compilados de registros confirmados de colecta, en base a Pellmyr *et al.*, 2007.

En cierta medida se mantiene la propuesta, referente a la sistemática y evolución de *Yucca*, desde los trabajos de Trelease y Webber, quienes consideran que las especies con un tipo de fruto abayado carnoso derivan filogenéticamente de las

especies con fruto capsular seco. Tal propuesta se apoya, principalmente, en que las especies de fruto carnoso con semillas gruesas y un tipo de raíz fibrosa están mejor adaptadas a condiciones de aridez y de sequía; en cambio las especies de fruto capsular poseen rizomas, consideradas como estructuras afines a regiones húmedas (Matuda y Piña, 1980; Pellmyr *et al.*, 2007).

La distribución geográfica del género, se asume, fue más amplia en el pasado geológico que la actual, donde paulatinamente se ha venido restringiendo a regiones desérticas, “dado que la competencia con otras plantas sería menor. Sin embargo hay indicios de una tendencia regresiva hacia el mesofitismo” (Matuda y Piña, 1980). Algunos especialistas han señalado como centro de diversificación de *Yucca* a la región del Altiplano Mexicano, con la información actual sabemos esta área no es exclusiva de México y se extiende hacia el sur de Estados Unidos (Clary, 1997; Clary y Simpson, 1995; García y Galván, 1995; Pellmyr *et al.*, 2007).

La gran mayoría de las especies del género se localizan en las zonas áridas y semiáridas de EUA y de México, caracterizando el Matorral Desértico Rosetófilo o Izotal. Con excepción de *Y. aloifolia*, *Y. elephantipes* e *Y. lacandonica*, que habitan zonas húmedas, las dos primeras como parte del Bosque Tropical Caducifolio, mientras que *Y. lacandonica* se encuentra en el Bosque Tropical Perennifolio (Matuda y Piña, 1980). A continuación se describen las plantas de las secciones con presencia en el Noreste del país:

Sección *Yucca* (*Sarcocarpa*). Se caracterizan por presentar un fruto de tipo baya, carnoso e indehiscente, con semillas mas o menos gruesas y rugosas, sin alas; con fuste bien definido y la base aplanada o redondeada; con abundantes raíces

fibrosas, raramente con rizomas; sección dividida en 3 series y 22 especies en total, de las cuales en el Noreste de México se distribuyen 8 (Anexo 1; Fig. 2. 9 y 2. 14): en la serie Faxonianae se ubica sólo *Y. carnerosana*, planta arborescente con pistilos largos, mayores a 4.5 cm en antesis; en la serie Baccatae, también una sola especie, *Y. endlichiana*, cespitosas de tallos procumbentes, mas o menos erectos; la serie Treculianae esta representada con 6 spp., de porte arborescente, con flor de pistilos cortos, menores a 4.5 cm en antesis, y frutos pequeños de menos de 7.5 cm (Clary, 1997).

Distribución: Desde el sur de las Montañas Rocallosas en el Suroeste de Estados Unidos; en México continua por la Península de California, el Altiplano Mexicano hasta Centroamérica (Clary, 1997; Matuda y Piña, 1980). *Y. filifera* es la más ampliamente distribuida en la región NE (Fig. 2. 9 y 2. 14), así como *Y. treculeana* en segundo término. Las restantes se encuentran localizadas en zonas particulares, más o menos amplias (Fig. 2. 2), mientras que *Y. linearifolia* esta confinada a zonas intermontanas del sur de Coahuila y centro de Nuevo León.

Sección *Chaenocarpa*. La conforman plantas que muestran un fruto capsular seco y dehiscente, con semillas generalmente con alas y un hilio bien definido; con una raíz bulbosa o rizomatosa. Estos caracteres se consideran como reminiscencia ancestral para la Agavaceae (Bogler y Simpson, 1996). Esta sección en el NE se compone de 2 series y 6 especies.

Distribución: Las especies predominan en la parte norte del área de distribución del género, desde Dakota del Norte hasta Durango y desde la costa del Atlántico hasta Nevada, con excepción de la región de los Grandes Lagos

(Clary, 1997; Matuda y Piña, 1980). En esta sección se reconoce la serie *Rupicolae*, dado el fuerte soporte que muestra los taxa comprendidos, tanto morfológica como genéticamente (Pellmyr *et al.*, 2007), estas son *Y. rigida* de Coahuila y Nuevo León; *Y. reverchonii* de Texas y Coahuila; *Y. rostrata* de Texas, Coahuila y Nuevo León; así como *Y. thompsoniana* en Coahuila y Nuevo León. Por otra parte, es posible segregar otro grupo en esta misma sección conformado por las siguientes especies: *Y. elata* en Nuevo México, Arizona, Texas y Utah, en EUA y en el NE de México solo de Coahuila; *Y. coahuilenses* es endémica de Coahuila. Este grupo presenta su distribución (Fig. 2. 2), principalmente, al oeste de EUA y análisis genéticos apoyan tal propuesta (Pellmyr *et al.*, 2007).

Género *Manfreda* Salisbury, 1866.

Este integrante de las Agavaceae se caracteriza por un hábito herbáceo perenne, con hojas crasas sin espinas, de tallo subterráneo con raíz rizomatosa y una llamativa floración con estambres exertos; el fruto es capsular dehiscente. Se reconocen entre 28 y 34 especies en total, con distribución restringida en América, principalmente en la porción sureste y central de Estados Unidos, a través de todo México, llegando al sur hasta Honduras y El Salvador (Verhoek, 2002).

Se reportan 27 especies (96.4% del total) de *Manfreda* presentes en México, que crecen en pendientes rocosas o en suelo arenoso en varios tipos de vegetación. Estas han sido comúnmente incluída dentro de los géneros *Agave* y *Polianthes* dado que estudios filogenéticos recientes (Bogler y Simpson, 1995; Eguiarte *et al.*, 2000; Hernández, 1995) no han esclarecido del todo las relaciones genéricas e

infragenéricas entre *Agave* y los géneros herbáceos como *Manfreda*, *Polianthes* y *Prochnyanthes*, asumiendo estos últimos son de origen relativamente reciente, al presentar baja variación en las secuencias del cloroplasto y marcadores nucleares (García-Mendoza, 2004; Verhoek, 2002).

En este género no se identificó un arreglo sistemática formal de las especies en categorías infragenéricas, solo se menciona el agrupamiento de especies afines como del grupo de *M. guttata* que se distingue por el tipo de hojas, de margen foliar, del ovario y la persistencia del perianto en el fruto (Castillejos y Solano, 2008). A continuación se describen las características y distribución de las especies del Noreste de México (Anexo 1; Fig. 2. 10 y 2. 15).

Manfreda brunnea (S. Watson) Rose, 1903.

Herbácea mediana, con rizoma oblongo; hojas (4 a 8) lanceoladas, carnosas, recurvadas, acanaladas hasta de 32 cm de largo y de 1.5 a 3.5 cm de ancho, de color verde-glaucos con manchas transversales irregulares café-rojizas; el margen muy ondulado, dentado; los dientes cartilaginosos, deltoides, a veces bifurcados, dispuestos en forma irregular de 0.5 a 1 cm uno de otro. Inflorescencia hasta 1.3 metros de largo, porción floral densa con 9 a 30 flores. Flores sésiles, casi erectas; ovario elipsoide, de 1 a 2 cm de largo; tubo estrecho infundibuliforme, recto, constreñido en su inserción con el ovario y más largo que éste, de 2 a 3.5 cm de largo, ápice obtuso y con una pequeña prominencia; filamentos amarillos insertos en el cuarto distal del tubo, sobresalen de éste de 3.5 a 6 cm; estilo igual o más largo que los estambres, estigma triangular y profundamente surcado; cápsula

oblonga o elipsoide, de 2 a 3.5 cm de largo por 1 a 1.5 cm de diámetro, con numerosas semillas de 0.5 cm de largo. Florece de junio a agosto.

Distribución: Endémica de México. Al Sureste de Chihuahua (municipios de Delicias, Camargo, Jiménez, Allende y Coronado), Sureste y Noroeste de Coahuila (municipios de Saltillo, Ocampo y Sierra Mojada) (Anexo 1; Fig. 2. 10 y 2. 15), y Noreste de Durango (municipio de Tlahualilo). Originalmente se cita como localidad tipo a Buena Vista en Tamaulipas, cuando esa localidad corresponde al Sur de Coahuila, en el municipio de Saltillo (Piña, 1985). Habita planicies o lomeríos de pendiente suave con suelo arenoso o arcilloso, entre 1100 a 1700 m, en Matorral Xerófilo o Bosque de Quercus. En la localidad tipo existe un Matorral Xerófilo con lechuguilla y Mimosa, en un suelo somero y afloración de roca madre.

Manfreda longiflora (Rose) Verhoek, 1975.

Presenta un rizoma cilíndrico. Con hojas (3 a 7) carnosas y acanaladas hasta 26 cm de largo por 1.5 cm de ancho, con manchas verde oscuro o café en todo lo largo, el ápice agudo y pungente; margen con dientes cartilagosos gruesos y espaciados. Inflorescencia hasta 50 cm de largo, con porción floral de 10–20 cm. Flor erecta sésil, tépalos blancos que al madurar se torna rosa; ovario elipsoide de 0.4 a 0.6 cm; estigma blanco, profundamente trilobado. Fruto capsular globoso de 1–1.3 cm de diámetro. Época de floración de Agosto a Septiembre Piña, 1985).

Distribución: En Estados Unidos se distribuye al sur de Texas, en suelos arcillosos, lomeríos y planicies con grava o arenosas. En México se menciona para Tamaulipas (municipios de Reynosa y Jiménez) (Fig. 2. 10 y 2. 15), en sitios planos con matorral xerófilo cerca del río Bravo, de 0 a 100 m de altitud.

Manfreda maculosa (Hooker) Rose, 1903.

Raíz carnosa con rizoma cilíndrico. De 4 a 11 hojas suculentas y quebradizas, hasta 35 cm de largo por 1 a 2.5 cm de ancho en la base; las hojas con manchas irregulares verde oscuro a café, el margen con pequeños dientes cartilagosos perpendiculares o retrorsos. Inflorescencia abierta de 40 a 135 cm de largo, porción floral de 6 a 40 cm. Flores erectas, usualmente sésiles, con fuerte olor dulce; tépalos amarillo pálido a blancos, tornándose rosáceos con la edad; tubo del perianto uniforme, igual o más largo que el ovario (0.6 a 2.6 cm); filamentos reflejos cerca de la punta, excediendo al tubo en 0.8–2.2 cm; ovario de 6–19 mm; estigma blanco, no clavado, profundamente trilobado. Fruto una cápsula elipsoidal de 1.1–2.4 × 1–1.5 cm. Florecen de Mayo a Junio.

Distribución: En Estados Unidos sólo de Texas; en México de Coahuila (Municipio de Sabinas), Nuevo León (Monterrey) y Tamaulipas, en zonas aledañas al río Bravo (Fig. 2. 10 y 2. 15); se desarrolla en suelos arenosos o arcillosos, donde abunda matorral xerófito con mezquite, en altitudes entre los 50 a 300 m.

Manfreda potosina (Rob. et Greenm.) Rose, 1903.

Planta pequeña, con rizoma muy carnoso, de 2 a 3.5 cm de largo por 1.5 cm de diámetro; con hojas (de 3 a 6) carnosas, recurvadas, acanaladas, lanceoladas, hasta de 16 cm de largo por 2 de ancho, de color verde-glaucos con finas líneas longitudinales café-rojizas; margen sinuoso con dientes cartilagosos, deltoides o truncados, a veces reflexos, dispuestos en forma irregular de 0.2 a 1.5 cm uno de otro. Inflorescencia de 20 a 60 cm de largo, porción floral de 9 a 30 cm de largo. Brácteas florales muy delgadas, de 0.5 cm de largo. Flores inferiores de sésiles a

largamente pediceledas, las superiores de sésiles a cortamente pediceledas, rara vez en pares, erectas; ovario elipsoide, de 0.5 cm de largo; tubo recto constreñido en la unión con el ovario, de 0.5 a 1.5 cm de largo, ápice romo con una pequeña prominencia; filamentos verdes, insertos en la base y parte media del tubo, sobresalen de éste de 0.5 a 2.5 cm; estilo del mismo tamaño del tubo, estigma triangular; fruto globoso de 1 a 1.5 cm de largo por 1 cm de diámetro; semillas de 0.3 cm de largo. Florece en junio.

Distribución: Endémica de México. Sur de Coahuila (municipio de General Cepeda), Norte de San Luis Potosí (municipios de Charcas y Guadalcázar), y Noreste de Zacatecas (municipio de Mazapil). Habita planicies con suelo de moderado a profundo, entre 1300 a 2000 m, en Matorral Xerófilo (Piña, 1985).

Manfreda sileri Verhoek, 1978.

Planta con rizoma globoso. Hojas suculentas de 25 a 39 de largo por 2 a 5 cm de ancho, con manchas verde o café de forma oval o redondas de 1 x 0.5 cm, la forma es acanalada y ondulada, o plana y amplia lanceolada, margen con dientes de diferente tamaño e irregularmente espaciados, a veces retrorsos. Inflorescencia densa con escapo de 214 a 220 cm, con flores (27 a 60) cercanamente erectas con olor a cebolla; filamentos excediendo al tubo por 4–6.6 cm; ovario elipsoidal de 1–2 cm de largo; estigma verde pálido a café, surcado apicalmente; fruto una capsula cilíndrica de 2.3 a 3.2 de largo. La floración es de Marzo a Julio.

Distribución: En Estados Unidos se reporta del sur de Texas en zonas con suelos arcillosos. En el NE (Fig. 2. 10 y 2. 15) se ubica en Tamaulipas (municipio

de Méndez) y en Nuevo León (municipio de Dr. Arroyo). Creciendo en áreas abiertas de matorral xerófilo, desde casi al nivel del mar hasta 1800 m de altitud.

Manfreda variegata (Jacobi) Rose, 1903.

Rizomas globosos. Hojas suculentas, algunas veces con manchas alargadas café o verdes, de 14 a 45 de largo por 1 a 2.7 cm de ancho, glaucas y acanaladas, linear-lanceoladas, margen usualmente con dientes separados. Inflorescencia laxa con escapo de 50 a 110 cm, con 7–41 flores sésiles, con olor a cebolla; tubo del perianto ampliamente funiforme-campanulado de 6–1.6 cm; filamentos excediendo al tubo por 3–6.5 cm; ovario elipsoidal de 1–2 cm de largo; estigma verde pálido a café; fruto capsular globoso a cilíndrico de 1.5–2 de largo por 1.5 cm de diámetro. La floración se presenta de Febrero a Junio.

Distribución: En Estados Unidos se reporta del sur de Texas en zonas de Matorral. En México desde Nuevo León y Tamaulipas (Fig. 2. 10 y 2. 15), a través de la Sierra Madre Oriental, hasta Hidalgo y Veracruz. En pendientes rocosas con matorral xerófito y bosque de encino, desde casi el nivel del mar a los 2000 m.

Manfreda virginica (L.) Salisbury ex Rose, 1903.

Esta especie presenta un rizoma cilíndrico. Hojas laxas, semisuculentas de 8–45 × 0.5–7.5 cm, de color verde usualmente con manchas rojizas o marrones, de lanceoladas a linear-lanceoladas, con márgenes enteros o con dientes cartilagosos. Escapo de Inflorescencia de 45 a 190 cm, con 10–60 flores en densos racimos. Flor sésil o pedicelada, cercanamente erectas, con olor dulce; tépalos verdes; tubo del perianto alargado de 0.9–2.5 × 0.3–0.6 cm; ovario

elipsoidal de 5–10 mm; estilo mas corto que los estambres, sobresaliendo del tubo por 0.6–2.3 cm; estigma blanco, trilobado. Fruto una capsula globosa de 1 a 2 cm de largo por 1–1.7 cm de diámetro. Florece en verano (Junio-Agosto) y primavera, menos común, en Marzo y Abril.

Distribución: En Estados Unidos desde Texas y Oklahoma hasta la costa del Atlántico. En México no es frecuente y solo se reporta de Nuevo León y Tamaulipas (Fig. 2. 10 y 2. 15), en hábitat de matorral espinoso y bosque de pino-encino, de los 160 a 900 m de altitud. Piña (1985) cita ejemplares que proviene de los alrededores de Monterrey, NL., los cuales no son referidos (Anexo 1).

Género *Hesperaloe* Engelman, 1871.

Este género, con base a Starr (1997), comprende cinco especies xerófitas que se distribuyen en el Sur de Estados Unidos de América y Norte de México (Fig. 2. 3). Tres de estas ocurren en la vertiente Este de Norteamérica, desde Texas (EUA) a San Luis Potosí (México), mientras las 2 especies restantes están confinadas al Oeste de la Sierra Madre Occidental, en específico al estado de Sonora (México). Estas son plantas perennes, cespitosas, acaulescentes, semileñosas, con rizomas de cortos a largos. Hojas en rosetas basales, lineares y gruesas, el margen sin espinas y con filamentos desprendibles, el ápice con o sin espina prominente. Inflorescencia en panícula abierta con 3 a 8 ramas laxas. Flor bisexual; perianto tubular o campanulado; tépalos 6; estambres 6, insertos en un receptáculo carnoso o en la base de los tépalos; anteras sagitadas con nectarios; ovario supero. Fruto capsular, dehiscente.



Figura 2. 3. Distribución de los taxa de *Hesperaloe* en Norteamérica. ★ = *H. campanulata*, ◆ = *H. funifera* ssp. *funifera*, ▲ = *H. funifera* ssp. *chiangii*, ● = *H. nocturna*, ■ = *H. parviflora*, y + = *H. tenuifolia* (Starr, 1997).

Formalmente en 1902 se utiliza el nombre de *Hesperaloe* por primera vez, donde se reconoce a dos especies, *H. funifera* y *H. parviflora*. Posteriormente Gentry, en 1967, describe *H. nocturna* para el Norte de Sonora. En 1997 se publican dos especies, una del centro de Nuevo León, *H. campanulata*, y otra del sur de Sonora, *H. tenuifolia*. Estos antecedentes hacen suponer que el género despertó poca atención de especialistas en el pasado, dada la baja representación de ejemplares en herbarios y la actualización y descubrimientos posteriores al año 1990, cuando inicia la revisión taxonómica (Hernández *et al*, 1995; Starr, 1997). Es importante establecer que todos los taxa de *Hesperaloe*, hasta ahora reconocidos, están representados dentro del país (Fig. 2. 3). A continuación se refieren las especies que ocurren en el Noreste de México (Anexo 1).

Hesperaloe campanulata G. D. Starr, 1998.

Planta acaule, creciendo en cúmulos cespitoso de 0.6-1 m de diámetro. Hojas erectas a poco esparcidas, acanaladas, linear-lanceoladas, de 0.6-1 m de largo y de 1.5-2.6 cm de ancho en la porción más amplia, color verde tenue, márgenes finamente filíferos. Inflorescencia hasta 3 m de largo, en racimo o panícula de 2-5 ramas. Flores tubular-campanuladas a ampliamente campanuladas; pedicelos de 8-13 mm long; tépalos de linear a linear-lanceolados, blancos a rosas, de 18-22 mm de largo y de 4-8 mm de ancho; ovario 6 mm de largo y 4 mm de ancho. Fruto una capsula globosa u oblonga, de 2-3 cm de largo y 2-2.5 cm de ancho, con un pico de 4-11 mm de largo; semillas negras de 6-9 mm de largo por 5-6 mm de ancho. El período de floración inicia en Marzo y prosigue hasta Octubre. Los polinizadores pueden ser murciélagos, palomillas y colibríes (Starr, 1997).

Distribución: Endémico de México y sólo registrado en los municipios de Sabinas Hidalgo y Vallecillo, en el centro de Nuevo León. Esta planta cubre una superficie muy reducida en su distribución (Starr, 1997). En suelos arcillosos con matorral de Acacia, a una altitud desde los 100 a 600 m.

Hesperaloe funifera (K. Koch) Trelease, 1902.

Plantas cespitosas que forman aglomerados hasta de 1.5 m, con rizomas largos creciendo en forma radial hasta de 2 m o más en diámetro. Hojas duras y erectas, de verde glauco a verde-amarillento, acanaladas, lineares o lanceoladas, de 1-2 m de largo y de 3-6 cm de ancho, margen café, filífero con fibras retorcidas blancas o grises. Inflorescencia de 2-4 m de altura, en forma de panícula con 3-8 ramas. Flores rotado-campanuladas, en fascículos indeterminados; tépalos blancos en la

cara adaxial (de 17-20 mm de largo) y la cara abaxial, de los tépalos internos, verde y blanco con un banda estrecha café-púrpura (8-9 mm de ancho). Ovario de 10-12 mm largo y de 4-5 mm de ancho. Capsula globosa u oblonga de 2.5-3.5 cm de largo, con un pico afilado, el pico de 2-4 mm de largo; la semilla de 8-9 mm de largo y de 5-7 mm de ancho. Florece de Abril a Septiembre.

Distribución: Este alcanza el Suroeste de Texas, en EUA, y se señala para gran parte del estado de Coahuila, al Norte de Nuevo León y porciones del Norte y centro de Tamaulipas en México. En una elevación entre los 500 a 1000 m.

Hesperaloe parviflora (Torrey) J. M. Coult., 1894.

Planta densamente cespitosa, formando mogotes hasta 1 m o más de ancho. Hojas verde oscuro, arqueadas de 30 a 60 (120) cm de largo y de 8 a 18 mm de ancho en la base, estrechándose en el ápice, linear, con márgenes finamente filíferos. Con una panícula hasta 1-2.5 m de largo, con pocas ramas. Flores diurnas, tubulares u oblongo-campanuladas, en fascículos indeterminados; tépalos rosas o salmón, el exterior de 15-20 mm de largo y de 4 a 7 mm de ancho, el interior de 17-20 mm de largo y de 5 a 8 mm de ancho; ovario de 4-6 mm de largo y de 3-4 mm de ancho. El fruto una capsula ovoide u oblongo-ovoide, de 30-40 mm largo y de 25-30 mm de ancho, el pico largo, pedunculado, rugoso; semillas negras de 9-10 mm de largo y de 6-7 mm de ancho. Florece en los meses de Marzo a Septiembre (Starr, 1997).

Distribución: Se menciona en el Suroeste de Texas (EUA) y a través de México en Coahuila y Nuevo León. Ocurre en el matorral xerófilo de Larrea o en zonas de chaparral, entre los 600 a 2000 m.

Género *Beschorneria* Kunth, 1850.

De los géneros de la familia Agavaceae, *Beschorneria* es el menos conocidos y, aun cuando el 100% de sus especies están presentes en México, su colecta y representación en los herbarios es escasa, debido más que nada a la distribución restringida de sus especies y en algunos casos, a los lugares inaccesibles donde crece (García-Mendoza, 1988). En este no se identificó un arreglo taxonómico en grupos afines. Se reconocen actualmente 7 especies en total, de los cuales el 86% (6 spp.) son endémico al país (García-Mendoza, 2004). En seguida se mencionan características de dos especies encontradas en el Noreste de México (Anexo 1).

Beschorneria rigida Rose, 1909.

Plantas pequeñas con hojas numerosas, erectas, mas o menos rígidas, de 30 cm de largo y de 2 cm o menos de ancho, estrechándose en una prologada punta, rugosa en ambas superficies; inflorescencia cerca de 1 m de largo; brácteas de 15 a 20 cm de largo, púrpuras, sosteniendo fascículos de 2 a 4 flores; flores de 4.5 cm de largo; los segmentos del perianto usualmente verde-amarillentos, opacos, algo escabrosos; estambres más cortos que los segmentos; el fruto es una capsula oblonga, de 3 cm de largo; con semillas negras.

Distribución: El área de distribución comprende desde el Noreste de México hasta el estado de Puebla (Fig. 2. 11 y 2. 16). Es una especie poco conocida y colectada en su hábitat natural (Rose, 1909).

Beschorneria septentrionalis García-Mend., 1988.

Planta acaule, colonial. Hojas verde brillante, oblanceoladas, 70-90 (-105) cm de largo y de 5-13 cm de ancho, arqueado-recurvadas, ápice cortamente acuminado; margen denticulado; superficie lisa por ambos lados, a veces con dientecillos; Inflorescencia cimoso-paniculada, 1.5-2.5 m de alto, con 4-7 ramillas florales, de 9-50 cm de largo; pedúnculo rojo carmín, con 4-5 brácteas basales de hasta 30 cm de largo, oblanceoladas, brácteas estériles y de la base de las ramillas 6-10, lanceoladas, 5-11.5 cm de largo, 1-2.5 cm de ancho, rojo carmín, brácteas floríferas 12-30, lanceoladas a deltadas, de rojizas a translúcidas. Flores 90-130 por inflorescencia, 5.5-6.5 cm de largo, en fascículos de 2-4 flores; pedicelos 3.5-6 cm de largo, más largos que las brácteas floríferas, glabros; tépalos externos linear-oblongos, 2.5-3 cm de largo, 0.2-0.5 cm de ancho, los internos oblongos a oblongo-espátulados, 2.5-3 cm de largo, 0.4-0.8 cm de ancho, glabros por fuera, papilosos por dentro, rojo carmín, con el ápice y el borde amarillento; ovario infero, 2.5-3 (-3.3) cm de largo, 0.2-0.8 cm de ancho, glabro, obscuramente 6-sulcado. Frutos ovados, 3.5-5 cm de largo, 2.5-3.5 cm de ancho, verdes, pedicelos de hasta 7 cm de largo en frutos maduros. Semillas hasta 200 por cápsula, negruzcas o de color crema, brillantes.

Distribución: Se señala como endémica a México, restringida a las partes altas de la Sierra Madre Oriental de Tamaulipas y Nuevo León (Fig. 2. 11 y 2. 16). Las plantas crecen en sitios protegidos en roca caliza, en un suelo rico en materia orgánica, en bosque mesófilo de montaña, en altitudes superiores a 1400 m. Es la especie de distribución más norteña del género (García-Mendoza, 1988).

B. septentrionalis esta relacionada con *B. yuccoides*, de la cual difiere en sus hojas oblanceoladas, pedicelos más largos que las brácteas floríferas, frutos ovados, ramillas florales en su mayoría inferiores a 25 cm de largo, y en su distribución, ya que *B. yuccoides* es una especie típica del sur de Hidalgo, norte de Puebla y centro de Veracruz (García-Mendoza, 1988).

Género *Polianthes* L., 1753.

El género *Polianthes* merece atención especial por ser endémico a México. En la primera revisión del mismo, fueron reconocidas 12 especies por J. N. Rose en 1903, actualmente se reconocen como válidas 15 especies (Solano y Feria, 2007). Las especies han sido reportadas de los estados de Chihuahua, Tamaulipas, Zacatecas, Durango, Nayarit, Colima, Jalisco, Aguascalientes, Michoacán, Guanajuato, Hidalgo, Puebla, Morelos, México, Tlaxcala, Guerrero y Oaxaca; con estrecha relación a la Sierra Madre Occidental o suelos de origen volcánico, en bosques de pino-encino pero también ocurren en pastizales, matorral xerófilo y selva caducifolia (Rzedowski, 1990; Solano y Feria, 2007). La coloración de la flor va desde las blancas, amarillas, rojizas, rosadas y anaranjadas, haciendo a casi todas las especies silvestres un recurso potencial como ornamentales; otras se han utilizado como sustitutos del jabón, dada la alta concentración de sapogeninas en los rizomas, entre las que destacan: *P. geminiflora*, *P. graminifolia* y *P. tuberosa*. Por este uso, a estas especies se les da el nombre náhuatl de amole u omilixochitl (jabón) (Solano, 2000).

Dos especies se han determinado para el Noreste de México, las cuales se mencionan a continuación (Anexo 1).

Polianthes sessiliflora (Hemsley) Rose, 1903.

Esta planta se considera presente en el Noreste de México con base a información de García-Mendoza y Galván (1995) y de Solano y Feria (2007), quienes la señalan para el estado de Tamaulipas, además la mencionan como una de las dos especies de *Polianthes* con mayor distribución en el país (Solano y Feria, 2007).

Distribución: presente en los estados de Durango, Jalisco, Nayarit, San Luis Potosí y Zacatecas; en la región noreste se tienen dos reportes, uno en el norte de Tamaulipas, el otro al sur, en la Sierra Madre (Solano y Feria, 2007).

Polianthes tuberosa L., 1753.

No se registran localidades donde se desarrolle en forma silvestre, sólo bajo cultivo como ornamental, lo cual se realiza hace más de 400 años, al poseer aceites esenciales ampliamente utilizados en perfumería (Solano, 2000).

Distribución: en el noreste de México se reporta como ornamental; en Linares, NL., se localiza una superficie cultivada con fines comerciales.

Evaluación de la diversidad de Agavaceae.

En la región del noreste de México se han contabilizado, a la fecha, la ocurrencia de 6 géneros y 58 especies de agaváceas (Anexo 1), además de 17 taxones infraespecíficos (Fig. 2. 8 a 2. 17). El género con mayor diversidad es *Agave* con 30, seguido por *Yucca* con 14; *Manfreda* (7), *Hesperaloe* (3),

Beschorneria (2) y *Polianthes* (2), una especie solo bajo cultivo; *Manfreda*, *Beschorneria* y *Polianthes*, de acuerdo con García-Mendoza (2004), por su diversidad y distribución, muestran una tendencia a desarrollarse en condiciones húmedas y cálidas lo cual indica clara afinidad neotropical. *Hesperaloe* se registra como endémico de la región sur de EUA y Norte de México (Starr, 1997).

El arreglo final para el estado de Coahuila, según la base de datos y colectas de referencia, considera un total de 36 especies de agaváceas (Cuadro 2. 4), con la actualización de 3 taxones, además se agregaron 3 registros más al total que son: *Polianthes tuberosa*, *Yucca elephantipes* y *Y. thompsoniana*, ésta es la entidad mejor conocida y representada en herbarios del área de estudio.

En Nuevo León son notorios los cambios registrados, pasando de 22 especies en la lista original al inicio del estudio a un total de 37 especies referidas, así como otras actualmente en revisión. Esto representa un incremento del 40% en el conocimiento de la diversidad de agaváceas con respecto a los datos publicados antes del año 2005 (Cuadro 2. 4). Es pertinente señalar que dentro de este recuento se contribuyó con la descripción de una nueva especie de *Agave* en la región fisiográfica de la Sierra Madre Oriental.

La mayor actualización y cantidad de registros fue para el estado de Tamaulipas, alcanzando un 42% el incremento sobre el arreglo del listado de diversidad, considerando al final del estudio un total de 33 especies. En el Cuadro 2. 4 se muestra la cantidad total de especies dentro de los géneros presentes en cada entidad federativa. En esta lista se menciona un nuevo maguey “mezcalero”, descrito por García-Mendoza *et al.* (2007) como *A. montium-sancticaroli*, el cual es

propuesto a considerar bajo la categoría riesgo de extinción, al ser la materia prima de la bebida destilada regionalmente de la Sierra de San Carlos.

Cuadro 2. 4. Conteo de la diversidad de géneros y especies de la familia Agavaceae en el NE de México.

| Género | Coahuila | | Nuevo León | | Tamaulipas | | Noreste | |
|---------------------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
| | 2005 | Actual | 2005 | Actual | 2005 | Actual | 2005 | Actual |
| <i>Agave</i> | 16 | 17 | 14 | 18 | 12 | 18 | 24 | 30 |
| <i>Beschorneria</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| <i>Hesperaloe</i> | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 0 | 2 | 3 |
| <i>Manfreda</i> | 4 | 3 | 1 | 3 | 2 | 6 | 4 | 7 |
| <i>Polianthes</i> | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| <i>Yucca</i> | 11 | 13 | 6 | 10 | 4 | 5 | 11 | 14 |
| Total | 33 | 36 | 22 | 37 | 19 | 33 | 42 | 58 |

Con este hallazgo se reafirma una de las bases conceptuales del presente estudio, al plantear el riesgo de perder diversidad genética de plantas bajo uso actual pero sin conocer su estatus sistemático y poblacional, requisito mínimo en el manejo y conservación de los recursos naturales en la región.

Como se esperaba, *Agave* muestra la mayor diversidad de especies (Fig. 2.8) entre los 9 géneros de la familia, en cada uno de los estados del área de estudio, con cifras similares entre estos, como se observa en el Cuadro 2. 4; es pertinente aclarar que entre los estados se comparten solo entre el 60 a 70% de las especies totales. En segundo término se ubica la cantidad de especies del género *Yucca*, el cual si muestra una clara tendencia de mayor representación por estado, al preferir sitios semiáridos sobre los tropicales (Fig. 2.13), dado que Coahuila con 13 especies duplica el número encontrado en Tamaulipas, 6 en total.

Los otros 4 géneros registrados para el NE de México se reconocen como de tipo herbáceo y de afinidad subtropical, donde *Beschorneria* destaca por su ausencia en Coahuila, mientras *Manfreda* se diversifica en Tamaulipas (Cuadro 2. 4).

Al respecto el género *Manfreda* presenta 26 especies y es endémico de América, las cuales se distribuyen desde el sur de Estados Unidos hasta el Salvador. Las 6 especies registradas para Tamaulipas (Fig. 2.10) son el total con que cuenta todo Estados Unidos (Verhoek, 2002). Otro dato a considerar es que de las dos especies de *Polianthes* en la región noreste del país, una se reporta bajo cultivo (*Polianthes tuberosa*) y *P. sessiliflora* está presente sólo en Tamaulipas, aun cuando este género también es endémico al país, el resto de sus especies se distribuyen del norte de San Luis Potosí hacia el sur, en los estados del Istmo (Solano, 2000).

Endemismo de Agavaceae en el Noreste de México

En los estados del noreste de México se registran 19 especies y 4 taxa endémicos de Agavaceae (Cuadro 2. 5), al analizar esta tabla, se observa un total de 10 de ellas para Coahuila, mientras Nuevo León presenta 11 y Tamaulipas 7. De estos, nuevamente *Agave* aglutina el mayor número de endemismos (9), con cifras similares para Coahuila (5) y Nuevo León (6); seguido por *Yucca* (5) en Coahuila. La mayoría de las endémicas de Coahuila se distribuyen tanto en planicies como en sierras bajas de la parte norte del estado, donde predomina un clima semiárido con temperatura extrema e inviernos más fríos que en el resto de la región NE; en Nuevo León la condición microendémica de agaves es mas importante con especies que crecen en sitios aislados de mayor altitud en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Oriental, principalmente. En Tamaulipas, *Agave* y *Manfreda*

muestran 3 taxa en esta condición, lo que hace suponer la falta de revisión de colecciones con ejemplares originarios del estado, así como el aumento de intensidad de muestras que complementen la situación actual. En cuanto a la distribución y origen de los endemismos, estos se presentan en zonas de montaña, una pertenece a la Sierra Madre y otra a la Discontinuidad Fisiográfica Sierra de San Carlos-Sierra de Tamaulipas (INEGI, 2005 y 2007).

Cuadro 2. 5. Listado de taxa endémicos en los estados del Noreste de México.

| Nombre científico | Cat. Infraespecifico | Coah | NL | Tam | NE |
|-------------------------------|-----------------------|-----------|-----------|----------|-----------|
| <i>A. albopilosa</i> | | | 1 | | |
| <i>A. americana</i> | <i>protoamericana</i> | | T | T | |
| <i>A. angustifolia</i> | <i>deweyana</i> | | | T | |
| <i>A. asperrima</i> | <i>madrensis</i> | T | | T | |
| <i>A. asperrima</i> | <i>potosiensis</i> | | T | | |
| <i>A. bracteosa</i> | | 1 | 1 | | |
| <i>A. gentryi</i> | | 1 | 1 | 1 | |
| <i>A. montana</i> | | 1 | 1 | | |
| <i>A. montium-sacticaroli</i> | | | | 1 | |
| <i>A. ovatifolia</i> | | | 1 | | |
| <i>A. parrasana</i> | | 1 | | | |
| <i>A. tenuifolia</i> | | | | 1 | |
| <i>A. victoriae-reginae</i> | | 1 | 1 | | |
| Total | | 5 | 6 | 3 | 9 |
| <i>B. septentrionalis</i> | | | 1 | 1 | |
| Total | | 0 | 1 | 1 | 1 |
| <i>H. campanulata</i> | | | 1 | | |
| Total | | 0 | 1 | 0 | 1 |
| <i>M. longiflora</i> | | | | 1 | |
| <i>M. sileri</i> | | | 1 | 1 | |
| <i>M. virginica</i> | | | | 1 | |
| Total | | 0 | 1 | 3 | 3 |
| <i>Y. coahuilensis</i> | | 1 | | | |
| <i>Y. elata</i> | | 1 | | | |
| <i>Y. endlichiana</i> | | 1 | | | |
| <i>Y. linearifolia</i> | | 1 | 1 | | |
| <i>Y. rostrata</i> | | 1 | 1 | | |
| Total | | 5 | 2 | 0 | 5 |
| Gran Total | | 10 | 11 | 7 | 19 |

Afinidades biogeográficas de Agavaceae en las Provincias Fisiográficas

Agave

De acuerdo con las especies de *Agave* registradas en las diferentes provincias fisiográficas del noreste de México, Sierra Madre Oriental (SMOR), Llanura Costera del Golfo (LLCO), Sierras del Norte (SNTE) y la Gran Llanura de Norteamérica (LLNA), se reconocen 2 grupos de especies, uno constituido por la SMOR y LLCO y el otro formado por SNTE y LLNA. La SMOR y LLCO presentan el mayor número de especies y la mayor similitud entre ambas (48%) (Fig. 2.4), compartiendo 7 especies (*A. americana*, *A. angustifolia*, *A. asperrima*, *A. funkiana*, *A. lechuguilla*, *A. lophantha* y *A. striata*), otro grupo, con una similitud de 40%, comparten sólo dos especies, *A. bracteosa* y *A. lophantha*. Esta última especie es afín en las 4 subprovincias. Trece especies se localizan en una sola subprovincia fisiográfica (Fig. 2. 8).

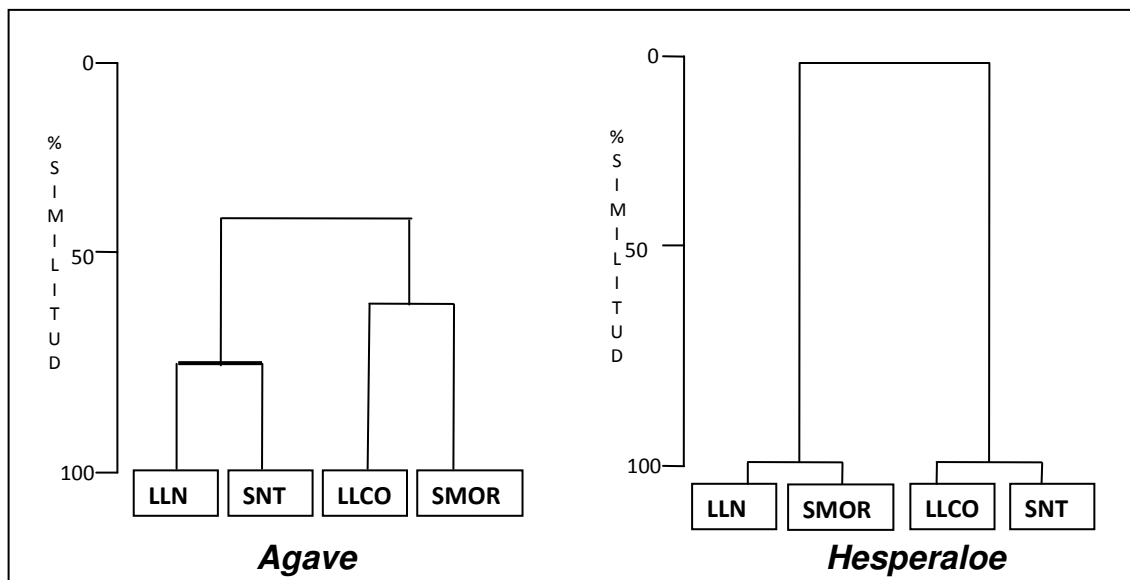


Figura 2. 4. Dendrograma de similitud entre provincias fisiográficas según la diversidad de especies del género *Agave* y *Hesperaloe* en el Noreste de México.

Hesperaloe

Las 3 especies de *Hesperaloe* se registran en las provincias LLNA y SMOR, mientras que *H. funifera* se registra solo de las provincias LLCO y SNTE, se reconocen 2 grupos de especies con base en su distribución (Fig. 2. 4 y 2.11), el grupo de LLNA y SMOR y el de SNTE y LLCO, ambos grupos con 100% similitud.

Manfreda

Al igual que con los géneros precedentes, el conjunto de especies de *Manfreda* constituye dos grupos, uno conformado por LLNA y LLCO, el otro constituido por SMOR y SNTE. El grupo más afín lo conforman SMOR y SNTE (66% de similitud) (Fig. 2. 5) compartiendo las especies, *M. brunnea* y *M. potosina*, mientras que el otro grupo, LLNA y LLCO (33% de similitud), comparte únicamente *M. virginica*. Dos especies muestran una distribución restringida sólo a una subprovincia (SMO), *M. brunnea* y *M. maculosa* (Fig. 2. 10).

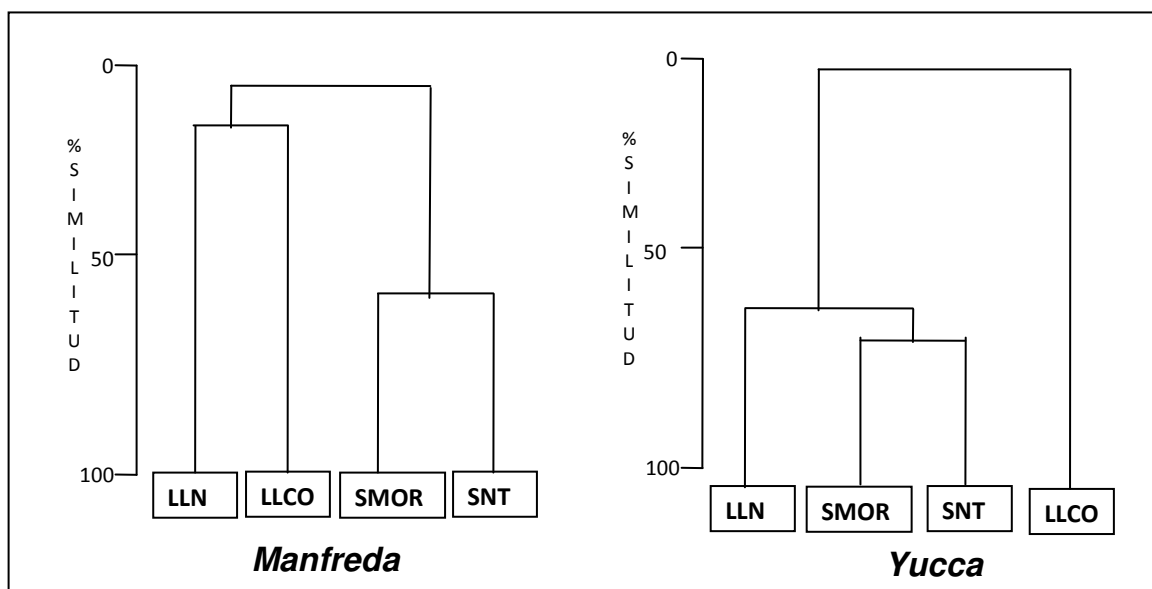


Figura 2. 5. Dendrograma de similitud entre provincias fisiográficas según la diversidad de especies del género *Manfreda* y *Yucca* en el Noreste de México.

Yucca

De acuerdo con su distribución, las especies de *Yucca* constituyen 3 grupos definidos y heterogéneos, uno conformado por la SMOR y SNTE (74% de similitud), otro constituido únicamente por la LLNA (63% de similitud con el anterior grupo) y el restante conformado por LLCO (5% de similitud) (Fig. 2. 5). El grupo más afín SMOR y SNTE comparten 6 especies estas son *Y. carnerosana*, *Y. endlichiana*, *Y rigida*, *Y. rostrata*, *Y. thompsoniana* y *Y. torreyi* (Fig. 2. 9).

Afinidades biogeográficas de Agavaceae en los tipos de climas

Agave

De acuerdo con los seis principales tipos climáticos registrados en el noreste de México, (A)C, AW, BS1, BSo, BW y C (Fig. 2. 13), la clasificación arroja 2 grandes grupos de distribución de *Agave*. El primer grupo lo conforman los climas (A)C, AW y C (fusionados con un 50% de similitud), el segundo grupo lo conforman los climas BS1, BSo y BW (44% de similitud) (Fig. 2. 6 y 2. 13).

El segundo grupo es el más compacto y el de mayor afinidad, destacando los climas BS1 y BW con 15 y 11 especies respectivamente, de las cuales 9 son afines en ambos (*A. americana*, *A. aspérrima*, *A. bracteosa*, *A. gentryi*, *A. glomeruliflora*, *A. lechuguilla*, *A. parrasana*, *A. striata* y *A. victoriae-reginae*). Muy cercano a estos dos, se fusiona el clima tipo BSo con 7 especies, de las cuales, *A. asperrima*, *A. bracteosa*, *A. havardiana*, *A. lophantha*, *A. parrasana* y *A. victoriae-reginae* son compartidas con uno u otro de estos climas. Los tipos

climáticos C y (A)C con 4 y 7 especies, respectivamente, son los más afines del grupo 2 (56% de similitud), compartiendo únicamente *A. striata* (Fig. 2. 13).

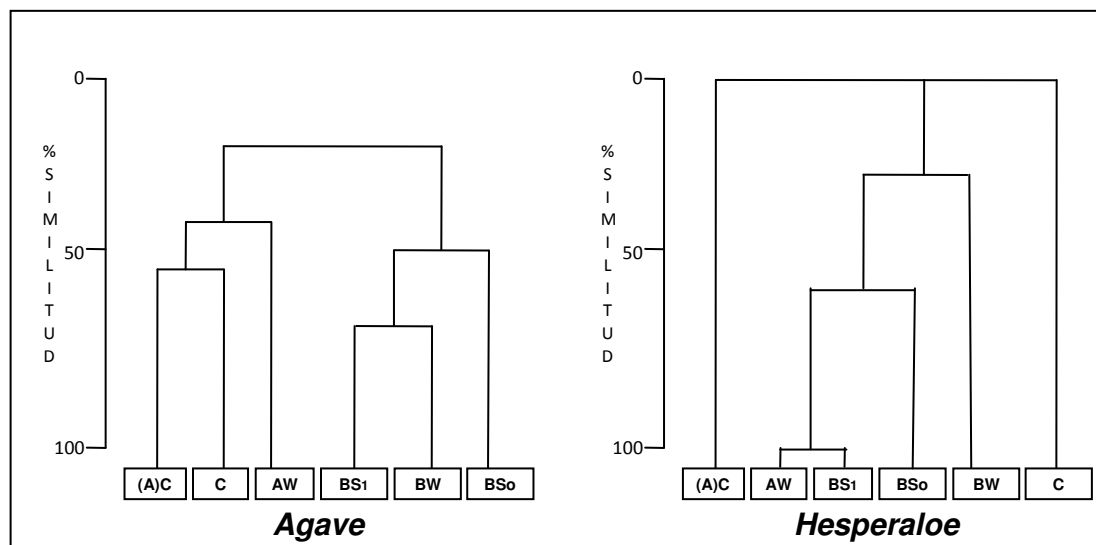


Figura 2. 6. Dendrograma de similitud entre tipos de climas según la diversidad de especies del género *Agave* y *Hesperaloe* en el Noreste de México.

Hesperaloe

Las especies de *Hesperaloe* constituyen 4 grupos de distribución con respecto a los 6 climas, el primer grupo lo conforman los climas AW, BS1 y BSo (65% de similitud), el segundo grupo lo constituye sólo el clima BW (32% de similitud con respecto al primer grupo), el tercer y cuarto grupo lo constituyen respectivamente los climas (A)C y C respectivamente (Fig. 2. 6). AW y BS1 (100% de similitud) comparten la única especie presente en estos tipos de clima (*Hesperaloe funifera*). El clima BSo alberga 2 especies, *H. funifera* y *H. parviflora*, la primera la comparten con el grupo 1, mientras que la otra especie la comparte con el clima BW. Los climas (A)C y C no presentan especies de *Hesperaloe* (Fig. 2. 16).

Manfreda

Las especies de *Manfreda* conforman una distribución en 3 grupos climáticos, el grupo 1 incluye los tipos (A)C, BS1, BW y C (fusionados a 50% de similitud), el grupo dos lo representa el clima BSo (8% de similitud) y el tercer grupo lo constituye el clima AW (Fig. 2. 7). Los climas más afines en cuanto a similitud de especies son (A)C y C (100% de similitud), donde sólo se encuentra *M. variegata*, segundos en afinidad son los climas BS1 y BW (68% de similitud) con 3 especies cada uno, donde comparten *M. variegata* y *M. potosina*. La fusión de los 4 tipos climáticos se da con base en *M. variegata*, presente en los 4. El grupo 3, aún y cuando presenta 3 especies, sólo una es compartida con el grupo anterior, *M. longiflora*. No se presentan especies de *Manfreda* en el clima AW (Fig. 2. 15).

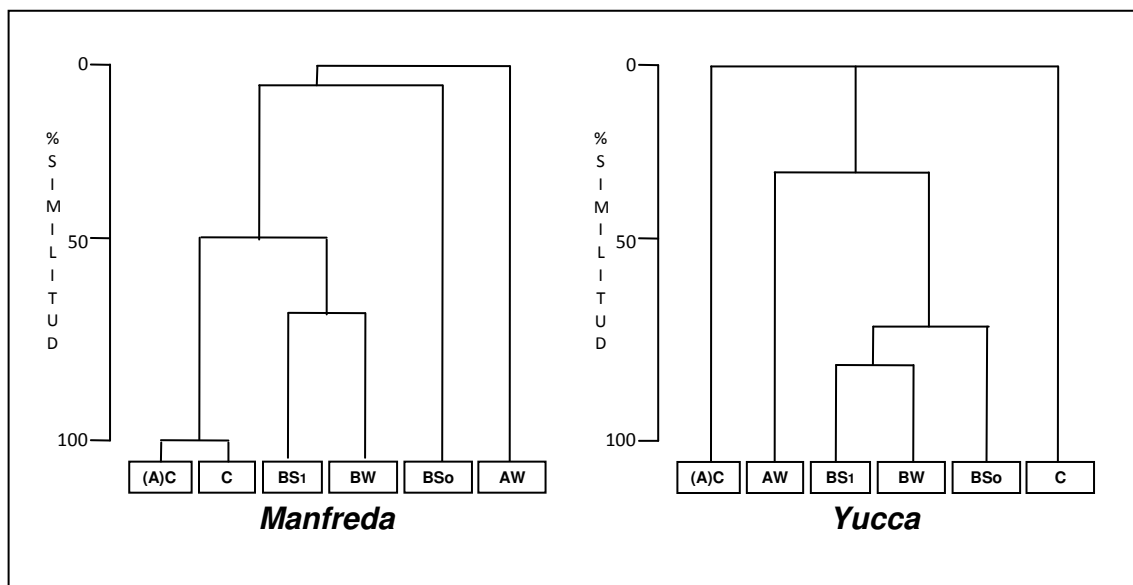


Figura 2. 7. Dendrograma de similitud entre tipos de climas según la diversidad de especies del género *Manfreda* y *Yucca* en el Noreste de México.

Yucca

Las especies de *Yucca* representan 4 grupos de distribución en los diferentes tipos climáticos (Fig. 2. 7 y 2.14). El grupo 1, el más compacto lo representan los climas BS1, BW y BSo (73% de similitud), el grupo 2 lo constituye el clima AW (29% de similitud con respecto al primer grupo), el tercer y cuarto grupo corresponden a los climas (A)C y C respectivamente. Los climas BS1 y BW con 9 y 13 especies de *Yucca* respectivamente, ostentan la mayor similitud (82%) compartiendo 9 especies (*Y. carnerosana*, *Y. coahuilensis*, *Y. decipiens*, *Y. elata*, *Y. filifera*, *Y. rigida*, *Y. rostrata*, *Y. thompsoniana* y *Y. torreyi*). El clima BSo presenta 6 especies de *Yucca*, todas ellas compartidas con los dos climas anteriores. El clima AW presenta 3 especies, *Y. carnerosana*, *Y. torreyi* y *Y. treculeana*, todas compartidas con los grupos anteriores. No se presentan especies de este género (Fig. 2.14) en los climas (A)C y C.

Conclusiones

El número y distribución de las especies reportada sobre Agavaceae en el Noreste de México corroboran que existe un incremento de su número, que redundará en el conocimiento del potencial genético de los recursos naturales originarios y adaptados a una condición semiárida propia de ésta región del país, al mostrar que la mayor diversidad de la familia se concentra en tipos de clima definidos en el grupo que presentan baja humedad, altas temperaturas y grandes oscilaciones en el transcurso de las estaciones del año. Las especies silvestres estudiadas en Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, muestran una tendencia a distribuirse bajo condiciones abióticas específicas, en un escenario de gran escala, que refleja una concordancia entre grupos taxonómicos y de fisiografía afines, principalmente en relación a la presencia en la Sierra Madre Oriental. Este estudio permitió detectar una nueva especie y evaluar a especies y poblaciones que mostraron algún riesgo de fragilidad o extinción, si estas son objeto de aprovechamientos sin el conocimiento adecuado de sus componentes bióticos y sin una evaluación, temporal y espacial, sobre el grado de variabilidad que puedan soportar antes de sufrir un deterioro irreversible.

Literatura consultada

Bisby F. A., Y. R. Roskov, T. M. Orrell, D. Nicolson, L. E. Paglinawan, N. Bailly, P. M. Kirk, T. Bourgoin, and J. van Hertum, eds. 2008. Species 2000 & ITIS Catalogue of Life: 2008 Annual Checklist. Digital resource at www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2008/. Species 2000: Reading, U.K.

Bogler, D. J. & B. B. Simpson. 1996. Phylogeny of Agavaceae based on *ITS rDNA* sequence variation. *Amer. J. Bot.* 83(9):1225-1235.

Cabral C., I. 2003. Sinecología y Florística de Las Norias, Sierra del Carmen, Acuña, Coahuila. México. Tesis MC. UAAAN. 128 pp. México.

Cabral C., I., J. A. Villarreal Q. y A. E. Estrada C. 2007. *Agave albopilosa* (Agavaceae, subgénero *Littaea*, grupo *Striatae*), una especie nueva de la Sierra Madre Oriental en el Noreste de México. *Act. Bot. Mex.* 70:51-57. México.

Carrillo R., P., R. Vega A. & R. Ramírez D. 2003. *Agave rzedowskiana*, a new species in subgenus *Littaea* (Agavaceae) from western Mexico. *Brittonia* 55(3):240-244.

Castillejos C., C. y E. Solano. 2008. *Manfreda bulbulifera* (Agavaceae), especie nueva de México. *Acta Bot. Mexicana* Vol. 82:67-73. México.

Clary, K. H. 1995. *Yucca linearifolia* (Agavaceae): a new, indehiscent, fleshy-fruited, linear-leaved species endemic to the Chihuahuan Desert, Mexico. *Brittonia* 47:394-396. USA.

Clary, K. H. 2001. The genus *Hesperoyucca* (Agavaceae) in the western United States and Mexico: new nomenclatural combinations. *Sida* Vol. 19(4):845-850.

Clary, K. H. & B. B. Simpson. 1995. Systematic and character evolution of the genus *Yucca* L. (Agavaceae): Evidence from morphology and molecular analyses. *Bol. Soc. Bot. México* 56:77-88.

Cházaro B., M. J. 1989. Agavaceae del centro de Veracruz y zona limítrofe de Puebla. *Cact. y Suc. Mex.* 34(1): 3-16.

Cházaro B., M. J., J. A. Vázquez G. y Y. L. Vargas R. 2005a. *Agave valenciana* (Agavaceae), a gigantic new species from Jalisco, México. *Novon* 15:525-530.

Cházaro B., M. J., O. M. Valencia P. y J. A. Vázquez G. 2005b. Avances en el estudio de los Agaves del centro de México. *Suculentas* 31:9-15.

Eggl, U. (Ed.). 2001. *Illustrated Handbook of Succulent Plants. Monocotyledons*. Publ. Springer – Verlag. Germany.

Eguiarte, L. 1995. Hutchinson (*Agavales*) vs. Huber y Dahlgren (*Asparagales*): análisis moleculares sobre la filogenia y evolución de la familia *Agavaceae sensu* Hutchinson dentro de las monocotiledóneas. Bol. Soc. Bot. México 56:45-56.

Eguiarte, L., J. Larson-Guerra, J. Nuñez-Farfán, A. Martínez-Palacios, K. Santos del Prado y H. T. Arita. 1999. Diversidad filogenética y conservación: ejemplos a diferentes escalas y una propuesta a nivel poblacional para *Agave victoriae-reginae* en el desierto de Chihuahua, México. Rev. Chilena Hist. Nat. 72:475-492.

Eguiarte, L., V. Souza y A. Silva-Montellano. 2000. Evolución de la familia *Agavaceae*: filogenia, biología reproductiva y genética de poblaciones. Bol. Soc. Bot. México. 66: 131-150.

García-Mendoza., A. 1988. Una nueva especie de *Berschorneria* del Noreste de México. Cact. y Suc. Mex. 33(1):3-5.

García-Mendoza, A. 1995. Riqueza y endemismos de la familia *Agavaceae* en México. Pp. 51-75. En: Linares, E., P. Dávila, F. Chiang, R. Bye, y T. Elias (eds.), Conservación de plantas en peligro de extinción: diferentes enfoques. UNAM-Instituto de Biología. México.

García-Mendoza, A. 2004. Agaváceas. Pp. 159-169. En: A. García-Mendoza, M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Inst. Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-WWF. México.

García-Mendoza, A. 2006. Diversidad, distribución e importancia económica de las *Agavaceae* de Guatemala. Cap. 10, pp. 159-170. En: E. Cano (ed). Biodiversidad de Guatemala, Vol. 1. Ed. Universidad Valle de Guatemala. Guatemala.

García-Mendoza, A. 2007. Los Agaves de México. Ciencias (UNAM) 87(3):15-23.

García-Mendoza, A. J. y E. Solano. 2007. *Polianthes oaxacana* y *P. geminiflora* var. *pueblensis* (*Agavaceae*), taxa nuevos de México. Acta Bot. Mex. 78:111-123.

García-Mendoza, A. y R. Galván V. 1995. Riqueza de las familias *Agavaceae* y *Nolinaceae* en México. Bol. Soc. Bot. México 56:7-24.

García-Mendoza, A., C. Jacques-Hernández y A. Salazar B. 2007. Una nueva especie de *Agave*, subgénero *Littaea* (*Agavaceae*) de Tamaulipas, México. J. Bot. Res. Inst. Texas 1(1):79-84. USA.

García-Mendoza, A. y E. Martínez. 1998a. Una nueva especie de *Agave*, subgénero *Littaea* (*Agavaceae*) de Guerrero y Oaxaca, México. Sida 18(1): 227-230. USA.

García-Mendoza, A. y E. Martínez S. 1998b. *Agave petrophila* García-Mend. & E. Martínez, nom. nov. (*Agavaceae*). Sida 18(2): 627. USA.

Gentry, H. S. 1982. Agaves of Continental North America. Univ. Arizona Press, Tucson, Arizona. 670 p.

Golubov, J., M. C. Mandujano, S. Arizaga, A. Martínez P. y P. Koleff. 2007. Inventario y conservación de *Agavaceae* y *Nolinaceae*. Pp. 133-152. En: Colunga G., P., A. Larqué S., L. Eguiarte y D. Zizumbo V. (eds.). En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves. CICY - CONACYT - CONABIO - INE, SEMARNAT. México.

González A., M. 2005. Revisión taxonómica de la sección *Salmianae* Berger del género *Agave* L. (Agavaceae). Tesis Doctoral. Fac. Cienc. Biológicas - UANL, Monterrey, NL. 151 p. México.

Govaerts, R. 2007. Species 2000, World Checklist of Selected Plant Families. Last taxonomic scrutiny 09-Jul-2004. Consults from 2006 to 2008.
urn:catalogueoflife.org:taxon:dd12711a-29c1-102b-9a4a-00304854f820:ac2008

Granados S., D. 1999. Los Agaves en México. Ed. Univ. Aut. Chapingo. 252 p.

Hernández S., L. 1995. Análisis cladístico de la familia Agavaceae. Bol. Soc. Bot. México 56:57-68.

Hernández Sandoval, L., C. González R. y F. González M. 1991. Plantas útiles de Tamaulipas, México. Inst. Biol. UNAM Ser. Bot. 62(1):1-38. México.

Hess, W. J. & R. L. Robbins. 2002. *Yucca*. Agavaceae. Pp. 423-441. In: Flora de Norteamérica Vol. 26. [online] [citado 14 Julio 2007]. Disponible en la World Wide Web: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=135226

Hinton, J y G. S. Hinton. 1995. Checklist of Hinton's collections of the flora of south-central Nuevo Leon and adjacent Coahuila. Acta Bot. Mex. 30: 41-112.

INEGI. 2005. Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Fisiográfica 1:1' 000,000. SPP - Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.

INEGI. 2007. Anuario Estadístico Tamaulipas. Medio Ambiente. SPP - Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.

Jacques H., C., O. Herrera P. y J. A. Ramírez L. 2007. El maguey mezcalero y la agroindustria del mezcal en Tamaulipas. En: Colunga G., P., A. Larqué S., L. Eguiarte y D. Zizumbo V. (eds.). En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves. CICY - CONACYT - CONABIO - INE, SEMARNAT. Pp 287-317. México.

Malda B., G. 1990. Plantas vasculares raras, amenazadas y en peligro de extinción en Tamaulipas. Biotam 2(2):55-61. México.

Martínez-Palacios, A., L. E. Eguiarte & G. R. Furnier. 1999. Genetic diversity of the endangered endemic *Agave victoriae-reginae* (Agavaceae) in the Chihuahuan Desert. *American Journal of Botany* 86(8):1093-1098.

Matuda, E. e I. Piña Luján. 1980. Las plantas mexicanas del género *Yucca*. Ed. Colección Miscelánea Estado de México y Lab. Nac. Fomento Industrial. 145 pp.

Martorell, C. y E. Ezcurra. 2007. The narrow-leaf syndrome: a functional and evolutionary approach to the form of fog-harvesting rosette plants. *Oecologia* 151:561-573.

Nobel, P. S. 1988. Environmental biology of agaves and cacti. Cambridge University Press. 270 pp. UK.

Pellmyr, O., 2003. Yuccas, yucca moths, and coevolution: a review. *Ann. Missouri Bot. Garden* 90(1):35–55.

Pellmyr, O., & J. Leebens-Mack. 1999. Forty million years of mutualism: Evidence for Eocene origin of the yucca-yucca moth association. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 96:9178–9183.

Pellmyr, O., K. A. Segraves, D. M. Althoff, M. Balcázar-Lara, J. Leebens-Mack. 2007. The phylogeny of yuccas. *Molecular Phylogenetics and Evol.* 43:493–501.

Piña Luján, I. 1985. Consideraciones sobre el género *Manfreda* II. *Cact. Suc. Mex.* 30: 56-64.

Rechy Von Roth, M. A. 2000. Estudio integral tecnológico de cinco especies del género *Yucca* para uso industrial. *Fac. Ciencias Forestales - UANL, Reporte Científico* 91 p. México.

Rentería, L. y C. Cantú A. 2003. El efecto de *Tegeticula yuccassella* Riley (Lepidoptera: Prodoxidae) sobre la fenología reproductiva de *Yucca filifera* Chabaud (Agavaceae) en Linares, N. L. México. *Acta Zool. Mex.* 89:85-92.

Rentería, L., C. Cantú A. y M. Pando. 2002. Dinámica de crecimiento de hojas, flores y frutos de *Yucca filifera* Chabaud en Linares, N. L. México. *Biotam* 13(2):37-50. Tam., México.

Reveal, J. L. & W. C. Hodgson. 2002. Agave. Agavaceae. Pp. 442-461. In: *Flora de Norteamérica* Vol. 26. [online] [citado 2 Mar 2007]. Disponible en la World Wide Web: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=100796

Rocha, M., S. V. Good-Ávila, F. Molina-Freaner, H. T. Arita, A. Castillo, A. García-Mendoza, A. Silva-Montecillos, B. S. Gaut, V. Souza, & L. E. Eguiarte. 2006. Pollination biology and adaptive radiation of Agavaceae, with special emphasis of the genus *Agave*. *Aliso* 22(1): 327-342.

Rojas M., P. 1965. Generalidades sobre la vegetación del estado de Nuevo León y datos acerca de su flora. Tesis Doctoral. Fac. Ciencias - UNAM. 124 pp.

Röpert, D. (Ed.). 2000 (continuously updated). Digital specimen images at the Herbarium Berolinense. Published on the Internet [accessed 01-Jan-09]. <http://ww2.bgbm.org/herbarium/> (Barcode: B 10 0242990 / ImageId: 251872) Imágenes Manfreda, Yucca y Beschorneria.

Rose, N. 1909. A new species of *Beschorneria*. Contributions from the U. S. National Herbarium 12:262.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. Diario Oficial Federación. 6 de Marzo, 2002. México, DF.

Silva-Montellano, A. y L. E. Eguiarte 2003a. Geographical patterns in the reproductive ecology of *Agave lechuguilla* (Agavaceae) in the Chihuahuan Desert: I. Floral characteristics, visitors, and fecundity. American Journal of Botany 90(3):377-387.

Silva-Montellano, A. y L. E. Eguiarte 2003b. Geographical patterns in the reproductive ecology of *Agave lechuguilla* (Agavaceae) in the Chihuahuan Desert: II. Genetic variation, differentiation and inbreeding estimates. American Journal of Botany 90(4): 700-707.

Solano C., E. 2000. Sistemática del género *Polianthes* L. (Agavaceae). Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Solano, E. & T. P. Feria. 2007. Ecological niche modeling and geographic distribution of the genus *Polianthes* L. (Agavaceae) in Mexico: using niche modeling to improve assessments of risk status. Biodiversity Conservation 16:1885–1900.

Shinners, L. H. 1966. Texas *Polianthes*, including Manfreda (Agave subgenus Manfreda) and Runyonia (Agavaceae). Sida 2(4):333-338. USA.

Starr, G. 1997. A revision of the genus *Hesperaloe* (Agavaceae). Madroño 44(3):282-296. USA.

Starr, G. y J. A: Villarreal Q. 2002. *Agave ovatifolia* (Agavaceae), una nueva especie de maguey del Noreste de México. Sida 20(2):495-499.

Synnott, T. J. 1989. Informe sobre los Agaves de Nuevo León. Cact. Suc. Mex. 34(3): 64-72.

Villarreal Q., J. A. 1996. Una nueva especie de *Agave* subgénero *Agave* (Agavaceae) de México. *Sida* 17(1):191-195.

Villarreal Q., J. A. 2001. XXIII. Flora de Coahuila. Serie Listados Florísticos de México. Ed. Instituto de Biología – UNAM. 138 pp. México.

Verhoek, S. 1978. Two new species and a new combination in *Manfreda* (Agavaceae). *Brittonia* 30(2): 165-171.

Verhoek, S. 2002. *Manfreda*. Agavaceae. Pp. 462-472. In: Flora de Norteamérica Vol. 26. [online] [citado 2 Mar 2007]. Disponible en la World Wide Web: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=119603

Zamudio R., S. y E. Sánchez M. 1995. Una nueva especie de *Agave* del subgénero *Littaea* (Agavaceae) de la Sierra Madre Oriental, México. *Acta Bot. Mex.* 32:47-52.

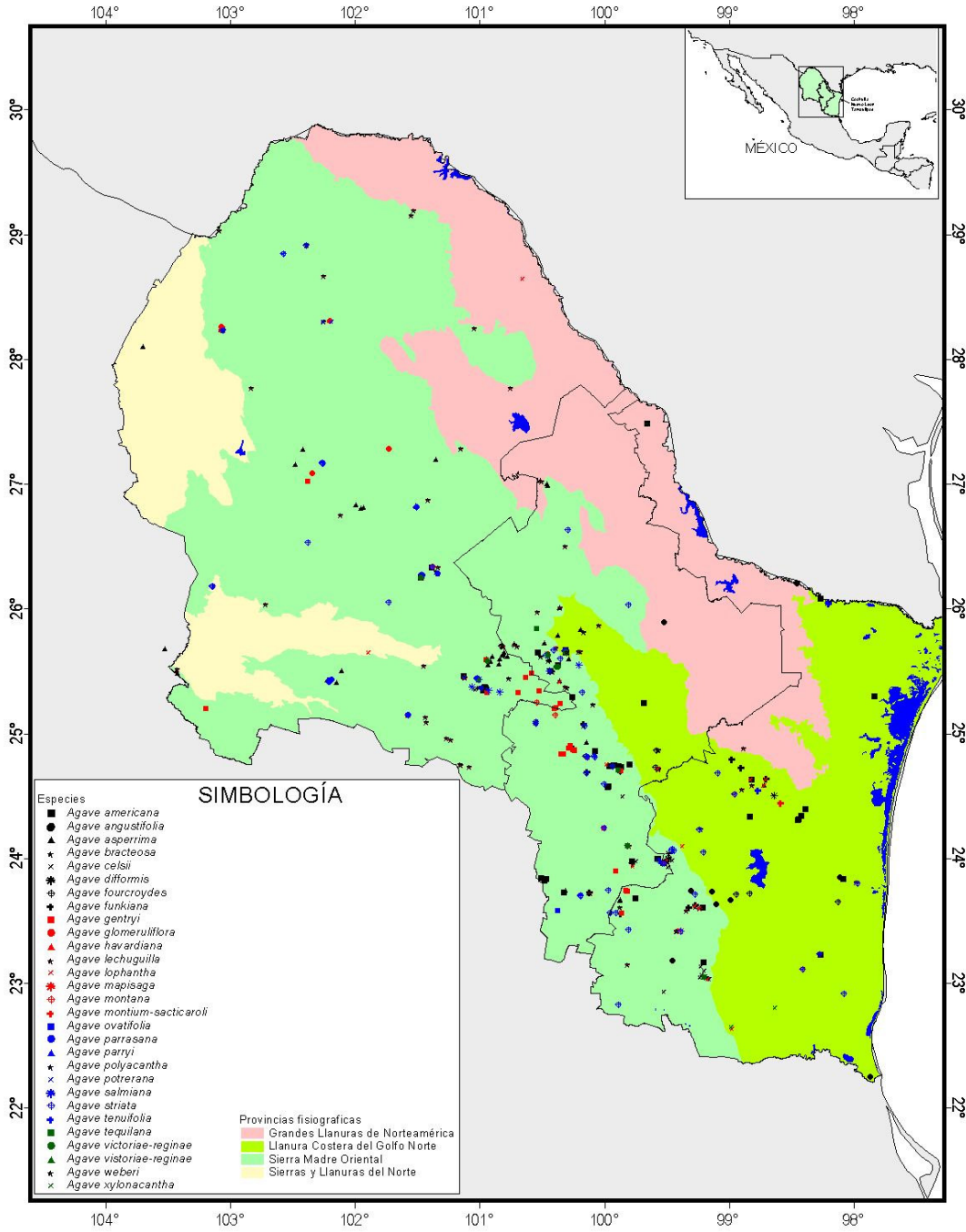


Figura 2. 8. Distribución de especies del género *Agave* en relación a las provincias fisiográficas en el Noreste de México.

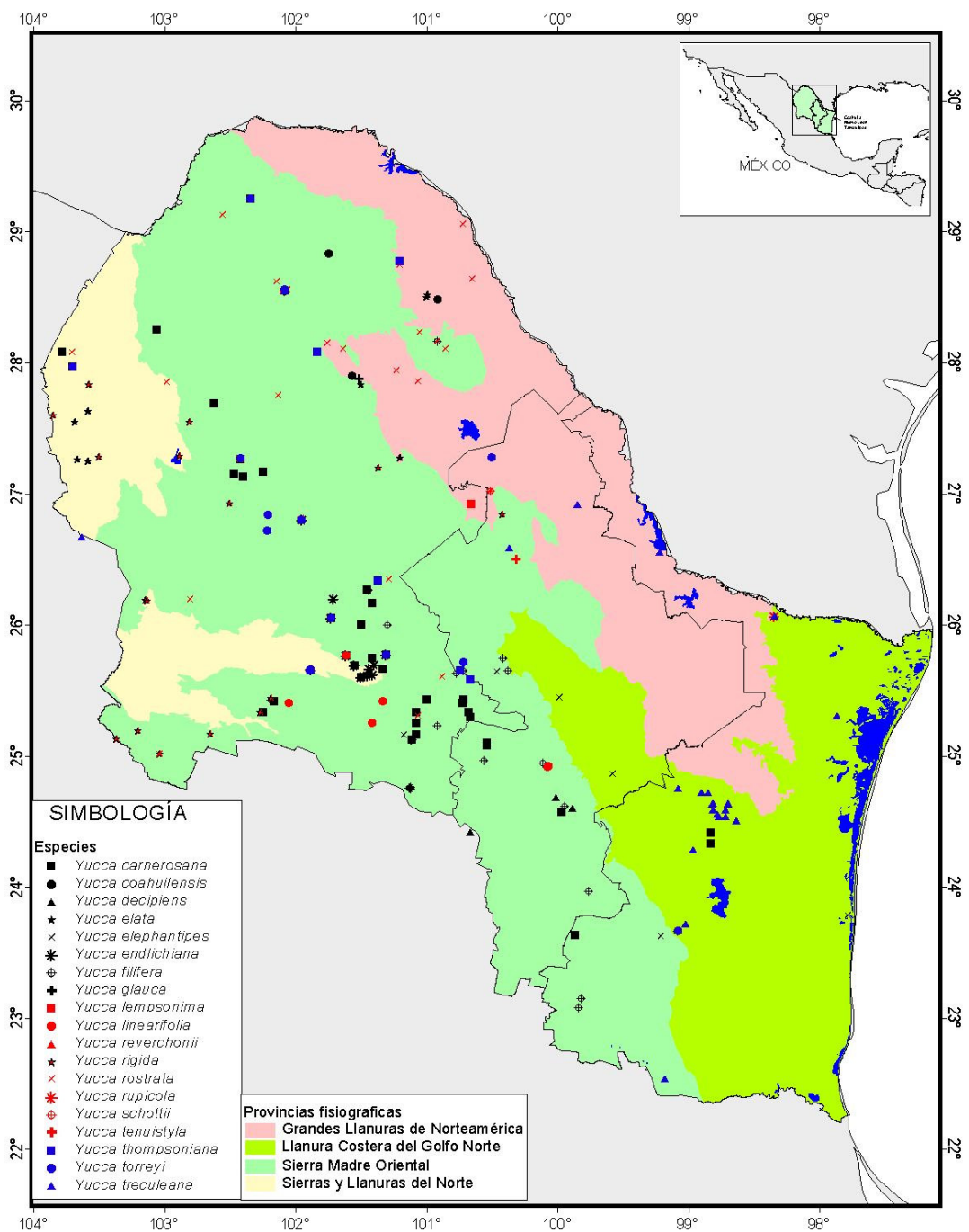


Figura 2. 9. Distribución de especies del género *Yucca* en relación a las provincias fisiográficas en el Noreste de México.

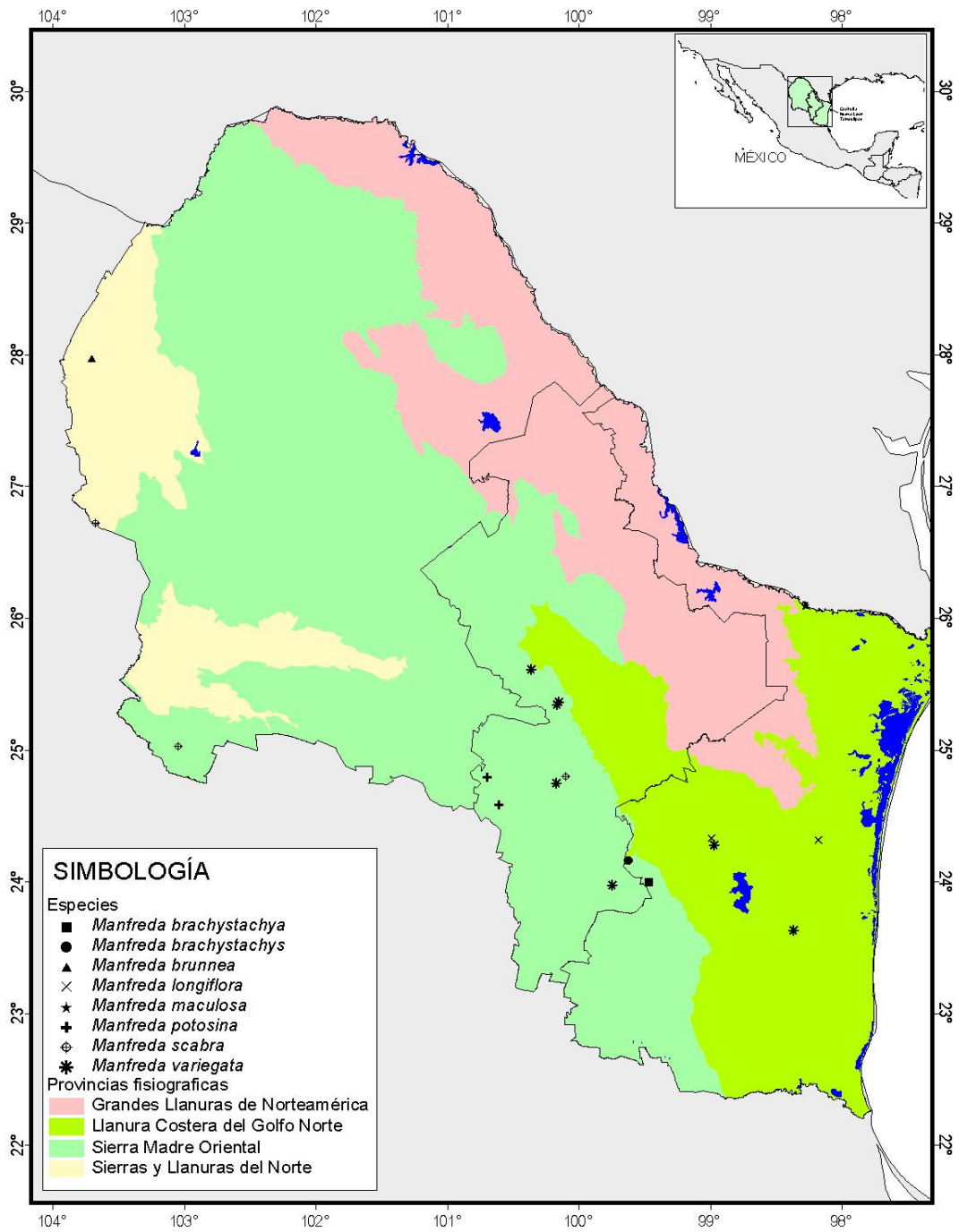


Figura 2. 10. Distribución de especies del género *Manfreda* en relación a las provincias fisiográficas en el Noreste de México.

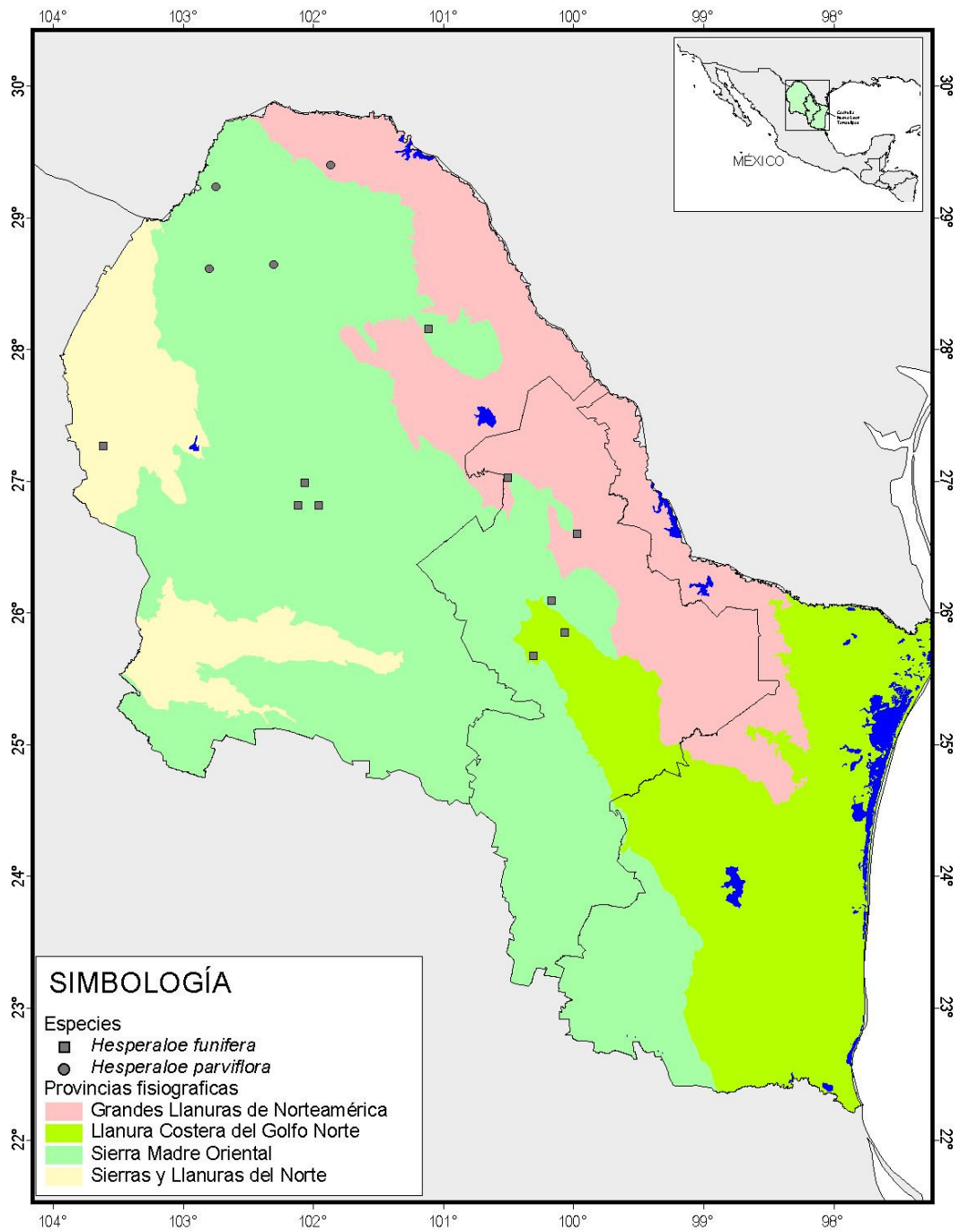


Figura 2. 11. Distribución de especies del género *Hesperaloe* en relación a las provincias fisiográficas en el Noreste de México.

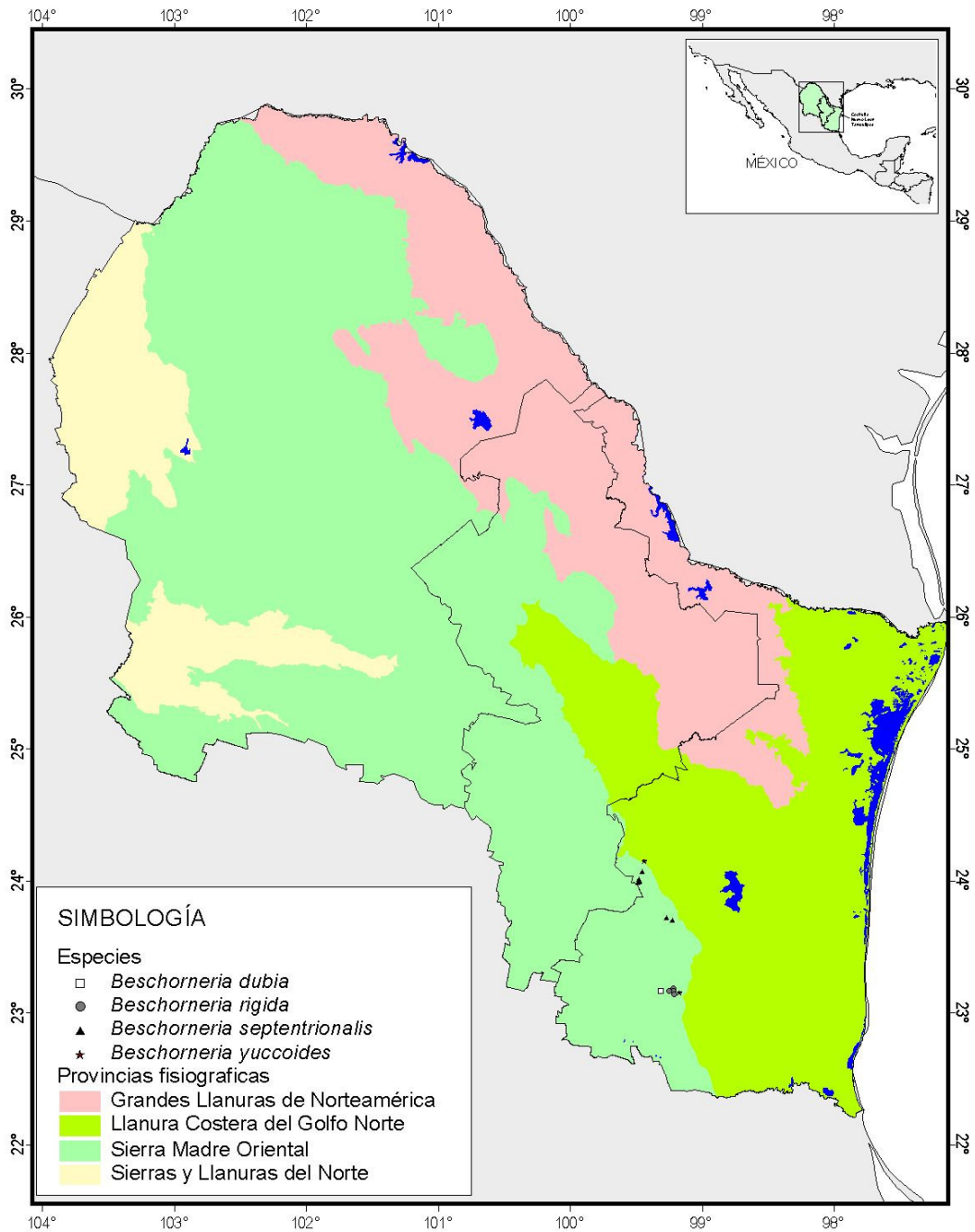


Figura 2. 12. Distribución de especies del género *Beschorneria* en relación a las provincias fisiográficas en el Noreste de México.

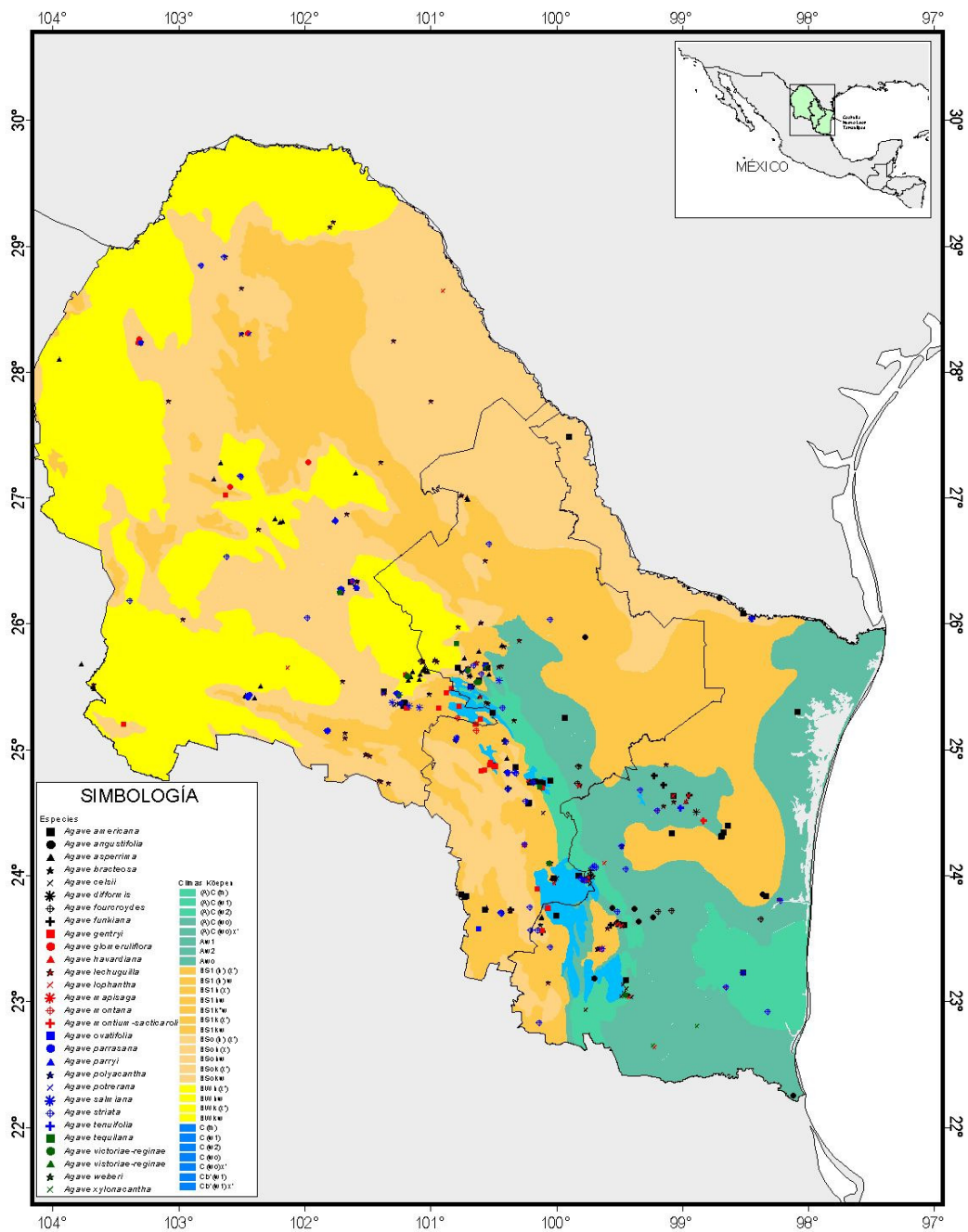


Figura 2. 13. Distribución de especies del género *Agave* en relación a los tipos de climas en el Noreste de México.

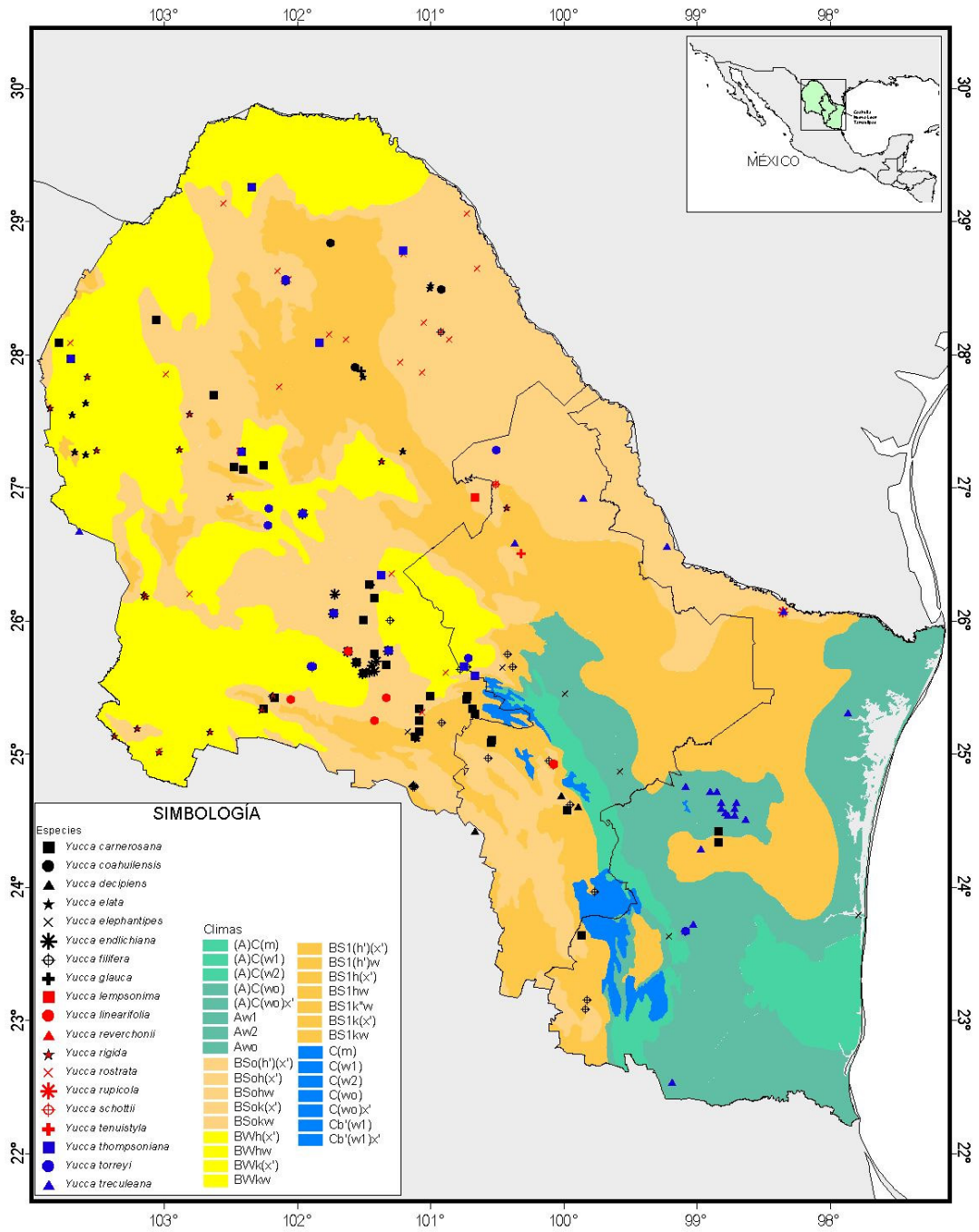


Figura 2. 14. Distribución de especies del género *Yucca* en relación a los tipos de climas en el Noreste de México.

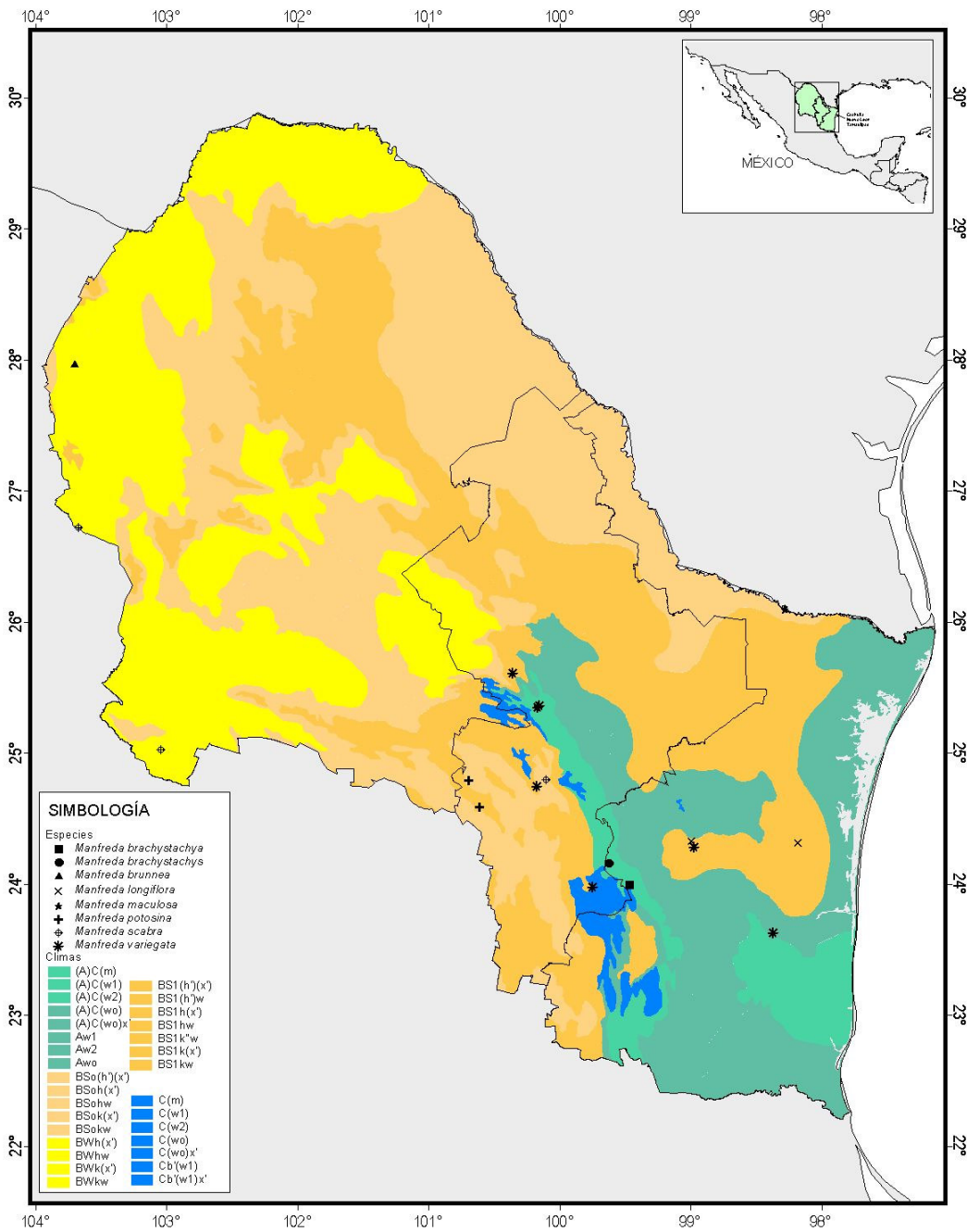


Figura 2. 15. Distribución de especies del género *Manfreda* en relación a los tipos de climas en el Noreste de México.

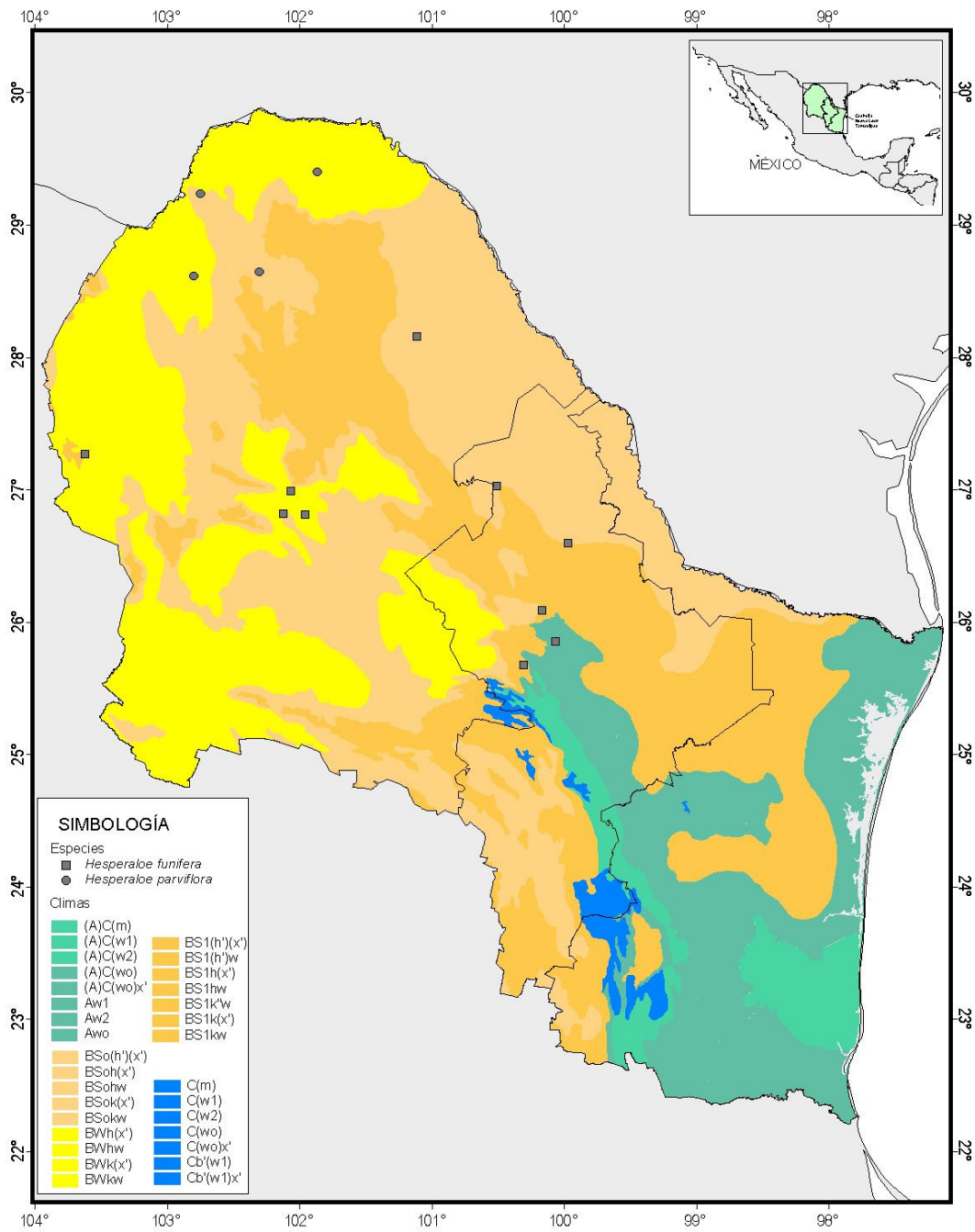


Figura 2. 16. Distribución de especies del género *Hesperaloe* en relación a los tipos de climas en el Noreste de México.

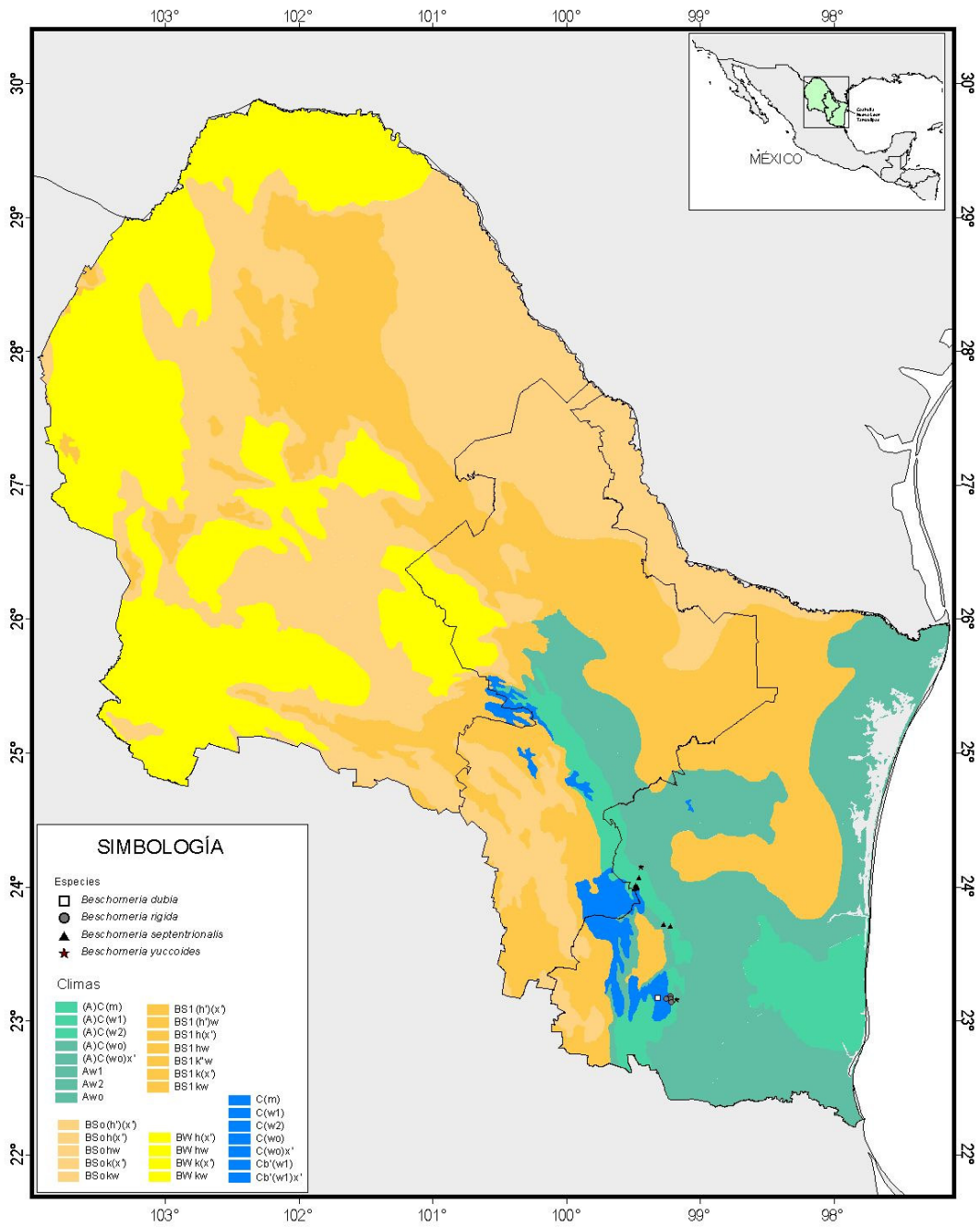
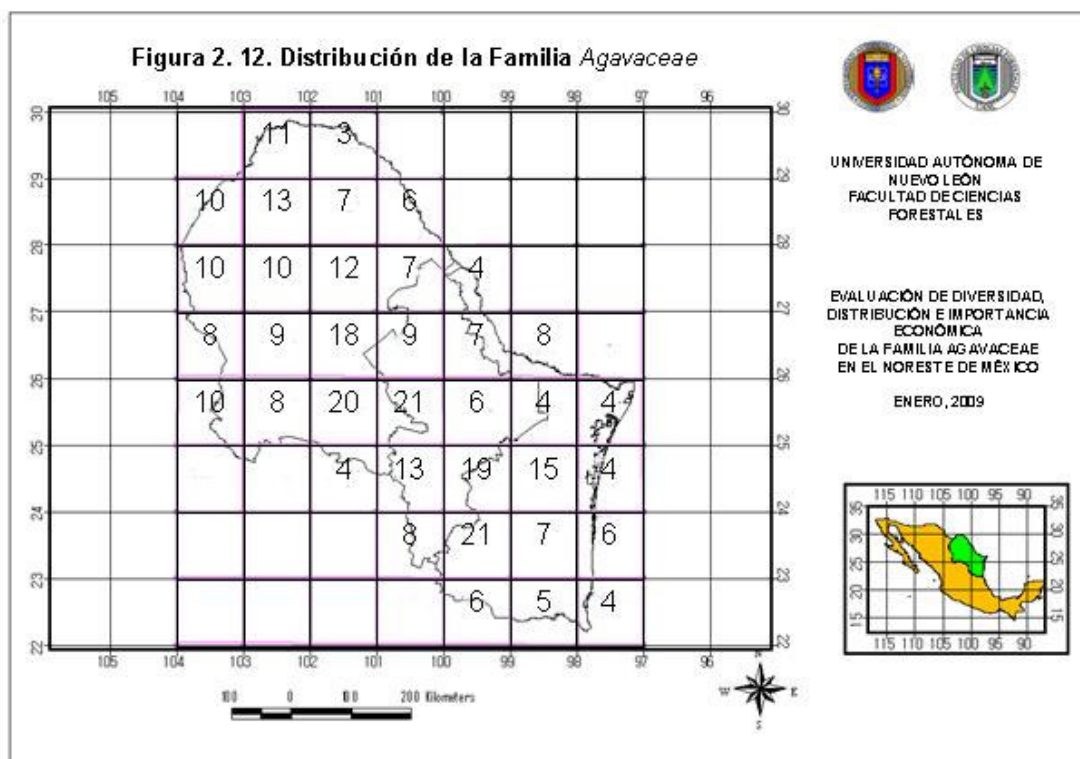


Figura 2. 17. Distribución de especies del género *Beschorneria* en relación a los tipos de climas en el Noreste de México.

Capítulo III.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA FAMILIA

AGAVACEAE EN EL NORESTE DE MÉXICO



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA FAMILIA AGAVACEAE EN NORESTE DE MÉXICO

Resumen

Los avances en taxonomía, fisiología ecología y genética evolutiva han aportado información significativa en sistemática, aprovechamiento sustentable y conservación de las agaváceas. Esto ocurre en gran medida por la importancia de esta familia, representada por 330 especies y 9 géneros restringidos a América, y ser una familia muy “mexicana”, al sumar 251 especies, del cual 70% son endémicas al país. Estos avances actuales se han desarrollado en estados del centro de México, la parte occidental (Jalisco), al sur en Oaxaca y Yucatán, básicamente. En el noroeste del país, los trabajos regularmente están a cargo de extranjeros en la zona fronteriza de las Californias, Chihuahua y Sonora. En la región noreste es menor la información en este sentido y proviene de visitas esporádicas. Ahora se presentan avances sobre la distribución de la familia Agavaceae en cada estado del Noreste de México; a partir de la actualización sistemática y de datos de las endémicas, se realizó un proceso de selección de especies que apoyan su localización en las provincias fisiográficas y condiciones climáticas presentes en el Noreste de México. En este trabajo se describe una especie microendémica y relictual para el género *Agave* en particular y la familia en general.

Abstract

The advances in taxonomy, physiology, ecology and evolutionary genetics have improved significantly the information on systematics, sustainable management and conservation issues of the Agavaceae family. This is mainly due to the family distribution in the area, represented by 330 species and 9 genus restricted to America, with 251 species (76%) are endemic to Mexico. An updated advance has been developed mainly in the central part of Mexico's western zone (Jalisco) and to the south in Oaxaca and Yucatan. In the Northwest of the country, the studies are often lead by foreign scientists working on the biodiversity border zones of the California's, Sonora and Chihuahua. In the Northeast area, the information comes from sporadic trips. An inventory for the Agavaceae family in Northeastern Mexico is here presented; using results from the updated systematics and endemics distribution data, as a process to define selected species for specific localization on physiographic provinces and climatic conditions on community structure studies on Northeastern region. Also, in this study, a new species was registering like a microendemic and relict to *Agave* genus, and for the family level.

Distribución de la familia Agavaceae en México.

En la familia Agavaceae se reconocen 330 especies y 9 géneros, donde *Agave* sobresale por su diversidad (200 spp.) e importancia cultural y económica; el resto de géneros reconocidos son *Beschorneria*, *Furcraea*, *Hesperaloe*, *Hesperoyucca*, *Manfreda*, *Polianthes*, *Prochnyanthes* y *Yucca*, los que tienen gran relevancia ecológica pero escasa información sobre sus valores socioeconómicos y culturales (Clary, 2001; García-Mendoza, 2002; Granados, 1999; Solano, 2000; Starr, 1997).

La familia *Agavaceae*, endémica de América, se distribuye desde su límite septentrional en el Suroeste de Canadá y Norte de Estados Unidos de América (EUA) continuando hacia el Sur por México y Centroamérica, incluyendo las Islas del Caribe, hasta llegar a los Andes en Bolivia y Paraguay (Fig. 3. 1, García-Mendoza y Galván, 1995); del análisis de la distribución actual se considera a México y al suroeste de EUA como el centro de origen y diversificación, por las siguientes evidencias: es la región con mayor riqueza de géneros y especies; allí se presenta la mayor diversidad de formas morfológicas; de ésta zona provienen los fósiles mas antiguos; y es donde coinciden tanto grupos ancestrales como descendientes (García-Mendoza, 2004).

México es el único país donde se desarrollan especies de los nueve géneros de la familia; la información sobre la biología y distribución de estos va en incremento, lo cual a contribuido a perfeccionar el entendimiento sobre su origen y la forma de manejo adecuado en las regiones del país; algunos autores consideraban, a

inicios del siglo XX, que el Sur de la Altiplanicie Mexicana fungió como el centro de distribución de *Agave* (Ramírez, 1936).



Figura 3.1. Distribución de la familia Agavaceae (García-Mendoza y Galván, 1995)

Para determinar de forma objetiva el patrón de distribución y grado de endemismo de los taxa existen diferentes técnicas de análisis numérico, entre estos el Índice de Amplitud Ecológica (IAE) se ha utilizado en estudios a nivel familia en el ámbito regional, por ejemplo en la Ecoregión del Desierto Chihuahuense, y en el ámbito local para los estados de Nuevo León y Tamaulipas sobre cactáceas (Gómez y Hernández, 2000; Hernández y Bárcenas, 1995; Martínez y Jurado, 2005), en

estos se utiliza una cuadrícula de 30 x 30 minutos, tanto de latitud como longitud geográfica, originando un cuadrante como unidad de superficie a utilizar en la construcción del índice. Los resultados de estos estudios señalan como área de mayor riqueza la región Sur de los estados de Nuevo León y Tamaulipas, así como el norte de San Luis Potosí y centro de Coahuila; otra familia analizada en Coahuila es Asteraceae, con base a la fisiografía y mediante una evaluación cuantitativa multivariada de coeficientes de similitud, en donde resume que el área de distribución de muchas de las especies se limita a la Sierra Madre Oriental, la cual se identifica como una vía de dispersión del centro de origen determinado en la porción central de México (Villarreal et al., 1996).

A nivel nacional existen trabajos aerográficos con agaváceas, utilizando diferente tamaño de unidad de muestra (1 x 1 grado) de latitud y longitud (García-Mendoza, 1995), así como otro donde la unidad de muestra son las entidades federales y provincias florísticas en México, estableciendo los estados con mayor riqueza de especies (García-Mendoza y Galván, 1995); en ambos escritos se ubica al valle de Tehuacan-Cuicatlán, en el centro de México, entre las zonas de mayor riqueza de especies y endemismos, pero puntualiza que otras zonas ubicadas a lo largo de las provincias de cadenas montañosas y la Altiplanicie son importantes en estos mismos rubros (Fig. 3. 2), en particular la región que comprende el límite sur entre Coahuila y Nuevo León y el límite norte entre San Luis Potosí y Tamaulipas (García-Mendoza, 1995).

Otros investigadores (Hernández et al., 2007) definen a la región del occidente de México, principalmente el estado de Jalisco, con gran importancia en la diversificación de agaváceas, al concentrar siete géneros y 40 taxa diferentes de la familia (Vázquez-García et al., 2007). Un recuento más actual, a partir del análisis de algoritmos bioclimáticos, muestra mapas con datos de la diversidad alfa y beta de los géneros de *Agave* y *Opuntia* a nivel nacional bajo el parámetro de cantidad de especies reportadas por estados del país, donde el análisis de esta riqueza se encuentra fuertemente sesgada por la información disponible y representación deficiente; para Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas reportan una cantidad de 18, 16 y 15 de especies del género *Agave*, respectivamente (Golubov et al., 2005).

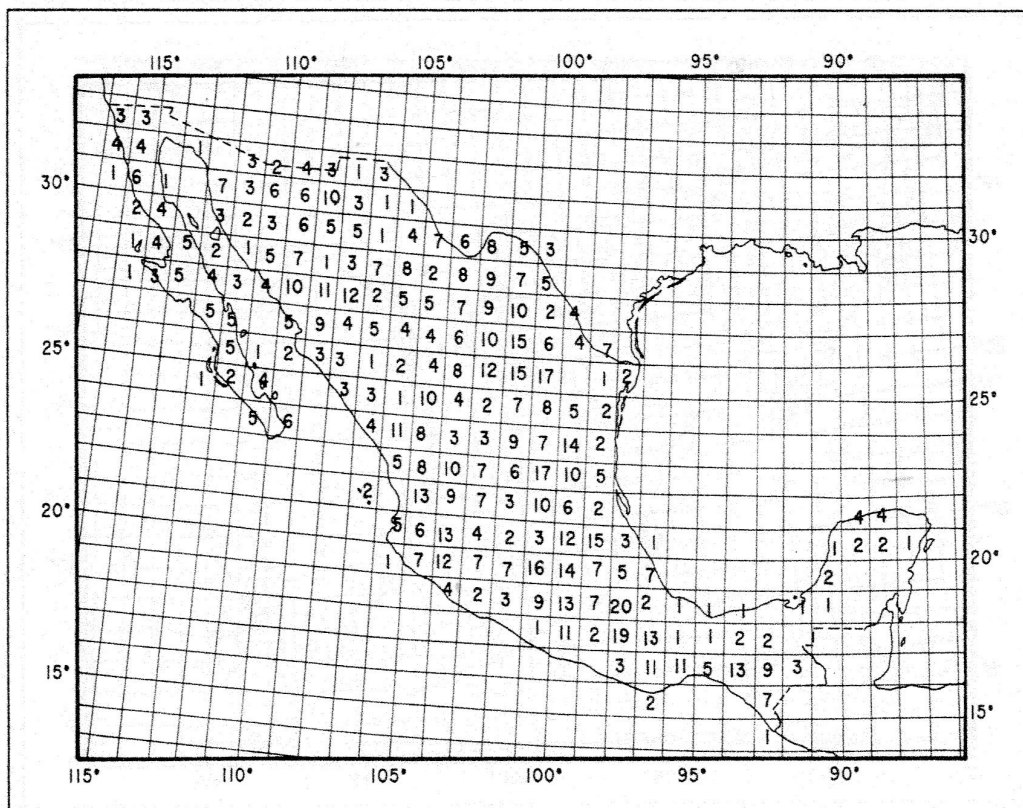


Figura 3. 2. Distribución total de la familia Agavaceae (García-Mendoza, 1995).

En el contexto de riqueza por entidades federales del país, se mencionan como las más ricas en número de taxa de la familia a Oaxaca (58), Sonora (37), Jalisco (36), Durango (35), Chihuahua (34), Coahuila (33), Puebla (32) y Querétaro (31), según diferentes autores (García-Mendoza, 1995 y 2004; Gentry, 1982; Magallán y Hernández, 2000; Villarreal, 2001). En el caso de Nuevo León, antes del año 2005, se tenían registrados entre 13 y 17 taxa (García-Mendoza, 1995; Gentry, 1982; Golubov et al., 2005; Hinton y Hinton, 1995; Rojas-Mendoza, 1965; Synnott, 1989) y en Tamaulipas, para el mismo periodo, el reporte fue de 13 a 21 taxa (García-Mendoza, 1995; Gentry, 1982; Golubov *et al.*, 2005; Hernández *et al.*, 1991). Ambos muy alejados a los 33 taxa enlistados del estado de Coahuila y más aún de Oaxaca, a pesar de poseer rasgos fisiográficos, geológicos y climáticos similares con algunos de los estados de mayor riqueza; esto supondría una semejanza en el índice de riqueza o, como probabilidad alterna, una deficiencia en el conocimiento de la familia, dada la asociación de las suculentas a condiciones semiáridas en interacción con hábitat diferenciados que ofrece el mosaico montañoso en la región Noreste de México (Vidal, 2005).

Las agaváceas deberían ser consideradas de importancia estratégica para México por la gran riqueza que representa como recurso natural renovable (capital natural), en al menos dos aspectos: primero, el qué los centros de origen y de diversificación se ubican aquí (Bogler y Simpson, 1995; Eguiarte *et al.*, 2000; García-Mendoza, 2002; Gentry, 1982; Rzedowski, 1993), y el qué 70% de las especies sean endémicas al país, con base en datos actuales que identifican 330 especies en esta familia a nivel global (García-Mendoza, 2004). En segundo lugar,

por el impacto socioeconómico, alto y evidente, que representan los más de 100 usos y productos derivados de plantas de esta familia, entre los cuales se reconocen métodos artesanales de producción de alimento, bebidas y de fibras, cuya actividad era realizada por la población rural, desde hace más de 9 mil años (Colunga *et al.*, 2007; Gentry, 1982; Granados, 1999). A partir de estas premisas se plantea como objetivo del estudio, evaluar la distribución geográfica y diversidad actual de especies de Agaváceas acorde a la estructura fisiográfica y climática de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas en el Noreste de México.

Materiales y Métodos

Área de estudio

Comprende los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (Fig. 3. 3) en la región noreste, con una superficie del 15.15% (295,958 km²) del total de México. Esta región se interpreta como un romboide abstracto, donde los puntos más lejanos en dirección noroeste (Acuña, Coah.) – sureste (Tampico, Tam.) alcanzan una longitud de 924 km en línea recta y en sección transversal el promedio es de 302 km. Las coordenadas geográficas extremas de cada estado (INEGI, 2005) se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 3. 1. Coordenadas geográficas de la región noreste de México (INEGI, 2005)

| Estado | Coordenadas extremas | |
|-------------------|-----------------------------|--------------------|
| Referencia | Lat. N | Long. W |
| Coahuila | 29° 53' y 24° 32' | 99° 51' y 103° 58' |
| Nuevo León | 27° 49' y 23° 11' | 98° 26' y 101° 14' |
| Tamaulipas | 27° 40' y 22° 12' | 97° 08' y 100° 08' |

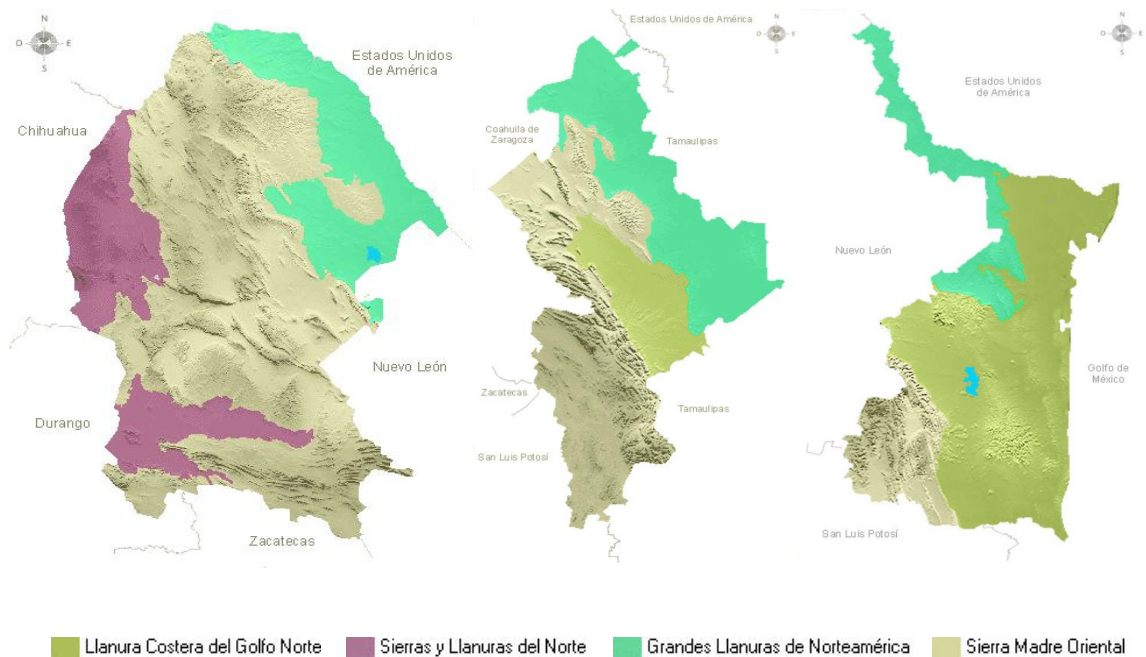


Figura 3. 3. Localización del área de estudio y provincias fisiográficas en los estados del Noreste de México (INEGI, 2005).

La diversidad de recursos naturales renovables en México se menciona, en parte, como reflejo de la confluencia de provincias fisiográficas o florísticas en su territorio (Neyra y Durand, 1998; Villaseñor, 2004). La elección del área de estudios tiene como intención el realizar un comparativo del gradiente establecido por condiciones ecológicas contrastantes, en gran medida reflejo de la intergradación de vegetación, que varía desde el Matorral de Coníferas con vegetación subalpina, localizado en las cimas de montañas, hasta el Bosque Tropical en las colindancias del Golfo de México, en el extremo Este de la región, o hasta el Matorral Xerófilo hacia el Oeste, donde el efecto continental hace disminuir la humedad y aumenta la temperatura de forma drástica a través del año; este mosaico de condiciones ecológicas es resultado de la conjunción de una topografía y edafología compleja, en cuanto a su origen geológico, de grupos climáticos dominantes, de coincidencia en zonas de transición

entre provincias fisiográficas o florísticas, así como a la forma de México y su posición con respecto a los océanos y al ecuador (Rzedowski, 1993).

Una provincia fisiográfica se define (Vidal, 2005) como la subdivisión del territorio nacional en zonas que muestren un mismo origen geológico, con paisajes y tipos de rocas semejantes en la mayor parte de su extensión y con toposformas similares.

En el noreste se reconocen 4 provincias, de las 15 señaladas para México, estas son (Cuadro 3. 2; Fig. 3. 3): Sierra Madre Oriental, con 7 subprovincias; Llanura Costera del Golfo Norte, con 4 subprovincias; Grandes Llanuras de Norteamérica con una subprovincia; y Sierras y Llanuras del Norte, con 3 subprovincias (INEGI, 2005).

La fisiografía se ha propuesto como criterio para delimitar regiones del país con climas semejantes debido a que las grandes sierras juegan un papel principal como barreras climáticas y conforman un límite natural en la mayoría de las regiones (García-Mendoza, 1995). Esta condición produce cambios de régimen de lluvias y de grupo o subgrupo climático, aun en distancias cortas. Las diferencias en altitud y exposición a vientos dominantes, al modificar la intensidad de lluvia y de temperatura, originan en una misma región distintos grados de humedad y de temperatura (Vidal, 2005), traduciéndose en una amplia diversidad de hábitat diferenciados.

El clima de la región noreste (Fig. 3. 4), como el resto de México, pertenece a una región o provincia climática, definida como una extensión de superficie terrestre en

la cual, por su situación geográfica y por la orientación general de los accidentes del relieve domina los mismos sistemas de vientos y por su latitud presenta condiciones de calentamiento análogas, de aquí que muestre gran similitud en los tipos de clima principalmente en cuanto a régimen de lluvias, marcha anual de la temperatura y oscilación térmica (Vidal, 2005).

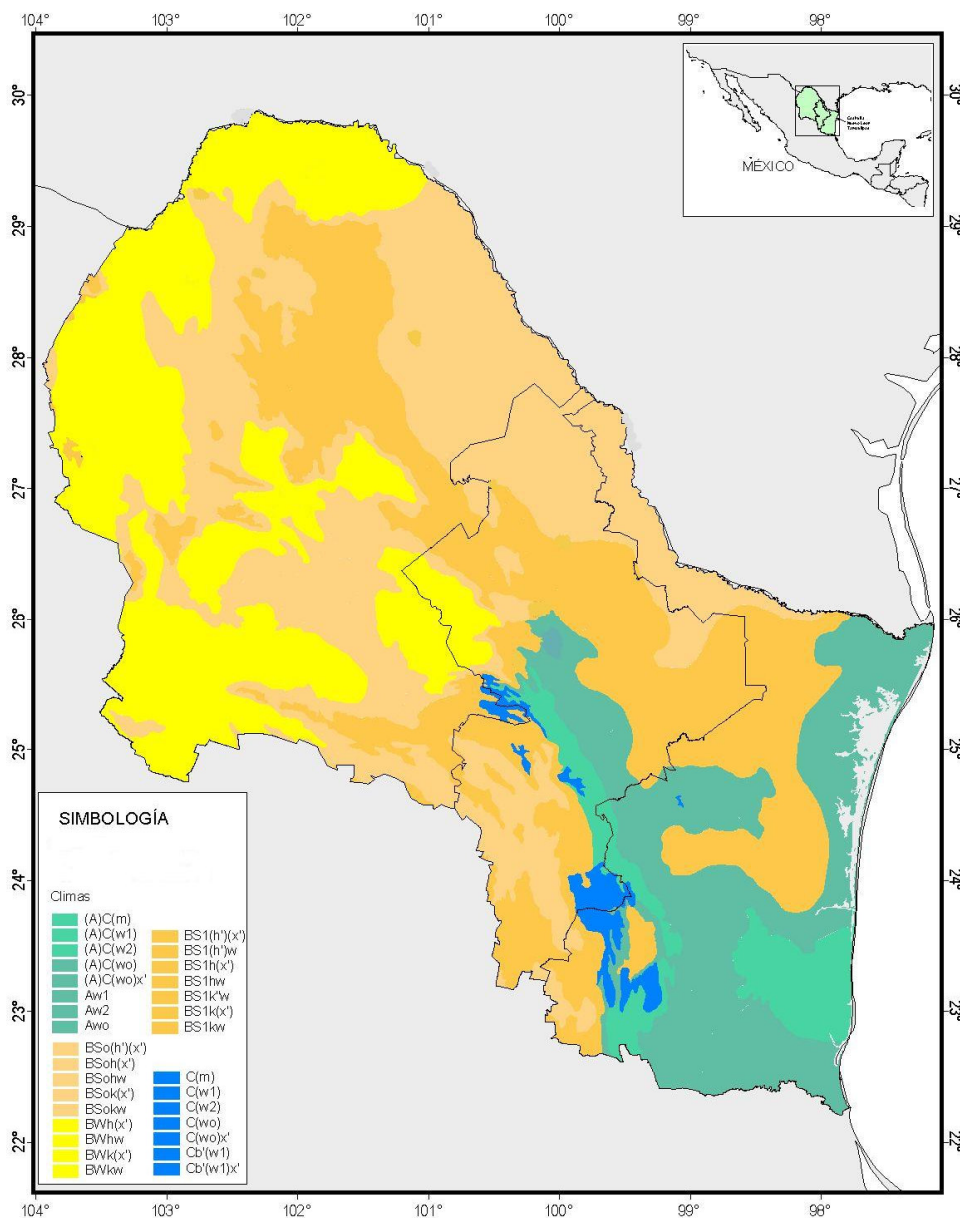


Figura 3. 4. Tipos de climas en los estados del Noreste de México (INEGI, 2005).

Cuadro 3. 2. Superficie y porcentaje de las Provincias Fisiográficas en el Noreste de México (INEGI, 2005).

| Clave | NOMBRE | SUPERFICIE ESTATAL | | | | | | TOTAL POR | |
|-------------|---|--------------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|-------------|------------------|
| | PROVINCIA | Coahuila | | N L | | Tamaulipas | | PROVINCIA | |
| | SUBPROVINCIA | % | Km2 | % | Km2 | % | Km2 | % | Km2 |
| IV | SIERRAS Y LLANURAS DEL NORTE | 17.26 | 26,159.8 | | | | | 8.8 | 26,159.8 |
| 20 | DEL BOLSON DE MAPIMI | 2.83 | 4,289.2 | | | | | | |
| 21 | LLANURAS Y SIERRAS VOLCANICAS | 9.35 | 14,171.1 | | | | | | |
| 22 | LAGUNA DE MAYRAN | 5.08 | 7,699.4 | | | | | | |
| V | SIERRA MADRE ORIENTAL | 65.69 | 99,561.7 | 50.96 | 32,726.5 | 16.89 | 13,541.6 | 49.3 | 145,829.8 |
| 23 | SIERRAS Y LLANURAS COAHUILENSES | 28.61 | 43,362.2 | 14.10 | 9,055.0 | | | | |
| 24 | SERRANIA DEL BURRO | 8.87 | 13,443.6 | | | | | | |
| 25 | SIERRA DE LA PAILA | 12.61 | 19,112.1 | | | | | | |
| 26 | PLIEGUES SALTILLO-PARRAS | 6.38 | 9,669.7 | 4.51 | 2,896.3 | | | | |
| 27 | SIERRAS TRANSVERSALES | 7.76 | 11,761.3 | 0.82 | 526.6 | | | | |
| 28 | GRAN SIERRA PLEGADA | 1.41 | 2,137.0 | 15.94 | 10,236.7 | 13.46 | 10,791.6 | | |
| 29 | SIERRAS Y LLANURAS OCCIDENTALES | 0.05 | 75.8 | 15.59 | 10,011.9 | 3.43 | 2,750.0 | | |
| VI | GRANDES LLANURAS DE NORTEAMERICA | 17.05 | 25,841.5 | 34.60 | 22,220.1 | 16.52 | 13,244.9 | 20.7 | 61,306.5 |
| 31 | LLANURAS DE COAHUILA Y NUEVOLEON | 17.05 | 25,841.5 | 34.60 | 22,220.1 | 16.52 | 13,244.9 | | |
| VIII | LLANURA COSTERA DEL GOLFO NORTE | | | 14.4 | 9,273.4 | 66.6 | 53,388.5 | 21.2 | 62,661.9 |
| 36 | LLANURAS Y LOMERIOS | | | 14.42 | 9,260.5 | 37.13 | 29,769.0 | | |
| 37 | LLANURA COSTERA TAMAULIPECA | | | | | 22.14 | 17,750.7 | | |
| 38 | SIERRA DE SAN CARLOS a/ | | | 0.02 | 12.8 | 3.12 | 2,501.5 | | |
| 39 | SIERRA DE TAMAULIPAS a/ | | | | | 4.20 | 3,367.4 | | |
| | TOTAL POR ESTADO | 100 | 151,563 | 100 | 64,220 | 100 | 80,175 | 100 | 295,958 |

a/ Discontinuidad Fisiográfica. En base a: INEGI. 2005. Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Fisiográfica, 1:1 000 000.

También es importante considerar que el Trópico de Cáncer (paralelo 23° 27') divide al país en dos partes casi iguales; esta línea que cruza desde Baja California Sur, Sinaloa, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León hasta Tamaulipas, delimita la mitad hacia el sur en una zona climática tropical y al norte en una subtropical (Vidal, 2005). Los cuerpos oceánicos, Atlántico y Pacífico, influyen el clima nacional con el empuje de gran cantidad de humedad en forma de vapor, que al entrar contribuye al efecto "continental" en el norte (excesivo enfriamiento y calentamiento en invierno y verano), efecto acentuado por la forma triangular del país donde al norte es mas amplio, evitando tal efecto al adelgazarse en el sur y predisponer un clima moderado.

En el noreste de México dominan las variantes del grupo de climas semiseco semicálido B (Fig. 3. 4); el grupo de los templados C se manifiestan a través de toda la región en zonas de sierras con altitud superior a 1,800 m; y el grupo de los tropicales A se localiza en la zona de influencia del Golfo de México, sólo en el extremo sureste de la región en sitios con elevación menor a 800 m; el clima frío (E) está confinado en áreas muy reducidas y aisladas en cimas de montaña por arriba de 3,200 msnm. A continuación se describen con mayor detalle los grupos de climas para la región Noreste con base a Vidal (2005) e INEGI (2005).

Grupo climas A (Subhúmedo Semicálido)

Pertenecen en su mayoría al tipo de clima Aw. Los climas cálidos subhúmedos Aw, de la vertiente del Golfo de México, se localizan en la llanura costera al sur del paralelo 24" N, a menor latitud que en la vertiente del Pacífico; se encuentran en

dos áreas que tienen en común el efecto de barrera de eminencias montañosas; la primera abarca el extremo sur de Tamaulipas, comprende la parte más baja de la llanura y se extiende por el oeste hasta la base de la Sierra Madre Oriental. su humedad aumenta hacia el sur y al este al aproximarse a la sierra, de esta manera se forman tres fajas de clima que van del Awo al Aw2: El menos húmedo de los tres, el Awo, se encuentra en las laderas bajas de la Sierra de Tamaulipas, el subhúmedo Aw1, se localiza en una franja de transición, el Aw2, el más húmedo, abarca la región de El Mante y Antiguo Morelos en Tamaulipas, en altitudes que van de 80 a 400 m (Fig. 3. 4).

El subgrupo de los semicálidos (A)C, en muchos de los cuales el promedio anual de temperatura es mayor de 22° C lo que los clasificaría como cálidos, pero que tienen en el mes más frío temperaturas menores de 18° C, lo que los coloca entre los templados C. Se localizan estos climas en el sureste de la región en estudio, sobre el piedemonte y sobre las laderas bajas de la Sierra Madre Oriental, así como en las laderas de las sierras de San Carlos y Tamaulipas, y en el extremo noreste de la llanura costera del Golfo de México. En las áreas de altitud menor de 800 m corresponden a los subhúmedos de menor humedad y tienen en el extremo noreste de la región un régimen de lluvias intermedio, cuyo clima se clasifica como (A)C(w1); presentan régimen de verano los lugares situados en una franja alargada que se extiende en el piedemonte, de norte a sur, desde Santiago y Montemorelos, N. L., pasando por Villagrán hasta las cercanías de Llera, en Tamaulipas. Hacia arriba de esta franja hay otra de mayor humedad que se

extiende en la base de la Sierra Madre, desde la estación meteorológica Padilla, N. L. (19-039) hacia el sur, hasta el límite de la región (Fig. 3. 4).

Grupos de climas B (secos)

La región noreste dada su ubicación en la zona de alta presión, aires descendentes y la orientación de sus sierras respecto al mar, propician amplias regiones con climas áridos del tipo BW o BS. Los BW se localizan en toda la región, principalmente al norte y centro (Fig. 3. 4), en altitudes menores a los 1,500 m. De los BS se presentan dos subtipos, BSo seco y BS1 semiseco; el primero, es el más árido de los dos, se encuentra en el norte de los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, es cálido (h') en la parte plana, y semicálido hacia las estribaciones de las sierras; los climas BS se encuentran bordeando a los BW, en la parte norte así como en los declives de la Sierra Madre Occidental, se extienden también en las zonas interiores del centro y sur, que se encuentran menos expuestas a la influencia de vientos húmedos del mar, como sucede en algunas porciones de la parte sur de la Altiplanicie Mexicana.

Grupo climas C (templados lluviosos)

La única región del país que posee climas templados húmedos es la del Golfo de México (los climas templados que se presentan en otras regiones son subhúmedos). Se localizan en las laderas de la Sierra Madre Oriental (Fig. 3. 4) a una altitud comprendida entre 1300 y 2400 m que se encuentran mejor expuestas a los vientos húmedos del noreste (Vidal, 2005).

Se localizan amplias zonas con clima C en las cadenas montañosas o llanuras por arriba de 800 a 1000 m de altitud. Por su grado de humedad se dividen en dos tipos: los húmedos señalados con el símbolo (m) y los subhúmedos indicados con la letra (w). Los límites entre este grupo y los climas A, B o E, dependen de la altitud, latitud y exposición a vientos húmedos. En zonas expuestas directamente a la influencia de vientos húmedos, la transición es de climas calientes húmedos A, a climas C; en cambio, en zonas menos expuestas a dichos vientos, la transición es de climas secos B a climas C.

Los climas subhúmedo templado se localizan sobre las partes más altas, por tanto más frescas, de la Sierra Madre Oriental, en los límites de los estados de Nuevo León y Tamaulipas (Fig. 3. 4) en donde la humedad aumenta con la altitud, formándose pisos de clima C(w2), C(w1) y C(wo).

Se tiene un subgrupo de clima semifrío húmedo C(m). Este subgrupo climático es exclusivo de cimas de montañas (Fig. 3. 4) con altitud comprendida entre 2 400 y 4 000 m. Se caracteriza por poseer una temperatura media anual entre 5 y 12° C, con lluvias de verano, canícula, verano fresco largo y oscilación de temperatura media; este es de transición hacia climas fríos E, que se localiza a mayor altitud.

Trabajo de campo y laboratorio

Se llevaron a cabo 37 salidas de campo para realizar el inventario de especies de la familia Agavaceae en los tres estados del Noreste de México, anotando la ubicación geográfica, datos del hábitat y del ambiente físico. Los viajes de campo

en Coahuila fueron 10, en Nuevo León 17 y en Tamaulipas 10, se acudió a zonas montañosas, principalmente, y a sitios de origen de las descripciones de especies en la región. La selección de los sitios fue aleatoria, considerando un estado de conservación aceptable del hábitat, así como por información sobre magueyes, palmas y sotoles poco comunes obtenida de las entrevistas con pobladores locales, y por la observación de escapos florales de las plantas de interés. Se colectaron 5 muestras de hojas por especie en cada localidad identificada, lo mismo para muestras florales cuando fue posible. Los ejemplares colectados fueron preparados de acuerdo con técnicas estándar, las estructuras florales se incluyeron en medio líquido, así como preservadas en seco (ANSM, SFNL, MEXU) en diferentes herbarios.

Base de datos

Se construyeron bases de datos, en formato de matriz de ausencia-presencia, a partir de registros de campo, complementados de consulta de herbarios nacionales e Internacionales, así como de instituciones oficiales (CONABIO), con registros de la familia Agavaceae para los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas; la revisión de literatura actual y especializada fue pieza clave en la depuración y actualización de registros de distribución, diversidad y sistemática de estas plantas.

Evaluación de la distribución geográfica de Agaváceas

Utilizando el programa ArcMap® se estableció un mapa base, de la zona de estudio, donde la unidad geográfica operativa (UGO) (McLaughlin, 1995) para el

análisis de distribución geográfica actual son cuadrantes de 1 grado de longitud por un grado latitud, asignando un código numérico donde en primer lugar aparece la latitud y en segundo la longitud, eso implica que el cuadrante 9822 abarca del grado 98 al 99 de Longitud oeste y del grado 22 al 23 de Latitud Norte (Fig. 3. 5).

De esta manera se conformó una cubierta digital conteniendo los límites de los cuadrantes, en donde se registró para cada UGO la ocurrencia total de las especies consideradas en este trabajo. Mediante esta matriz resultante se determinó el rango de distribución de las especies de agaváceas a través de un Índice de Expansión Geográfica (IEG).

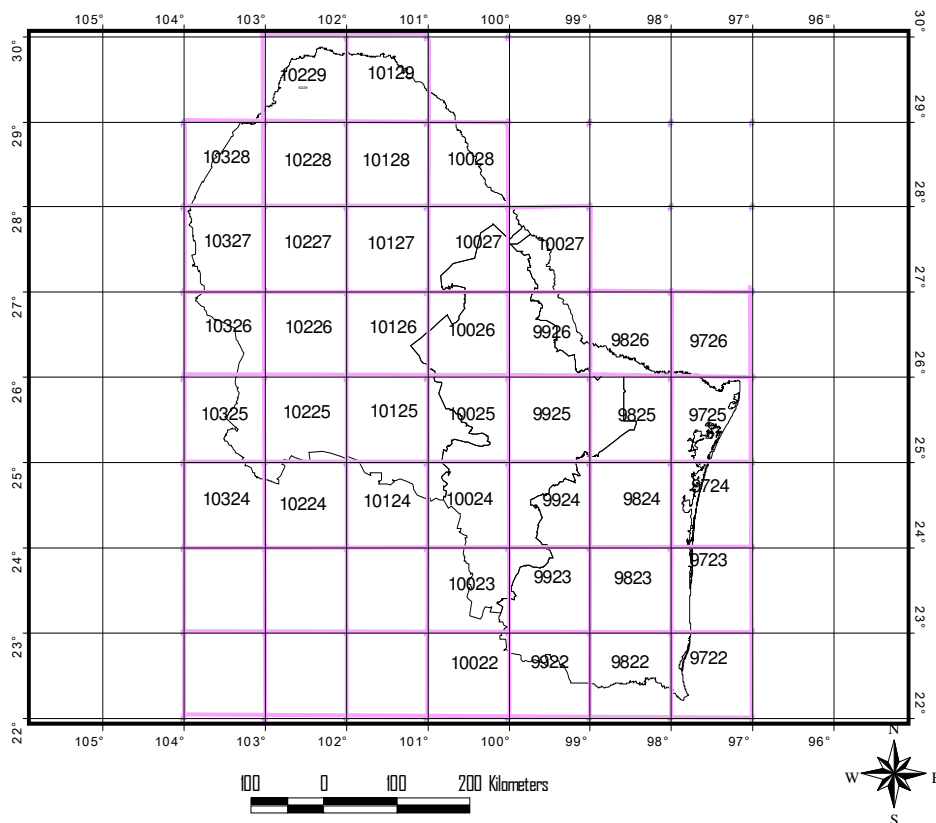


Figura 3. 5. Nomenclatura de las Unidades Geográficas Operativas utilizadas en el análisis de los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Este índice estima la amplitud geográfica ocupada por cada taxón considerado lo que a su vez ayuda a definir el patrón de distribución geográfico en una superficie determinada (Hernández y Bárcenas, 1995). El índice se calcula a partir de la siguiente fórmula, $IEG = Ss/Sm$; donde Ss es el número total de cuadrantes donde una especie han sido registradas y Sm es el número total de cuadrantes ocupado por la especie con mayor extensión del rango geográfico.

En los análisis fueron consideradas todas las especies aceptadas y validadas en las bases de datos construidas a partir de puntos de colecta reconocidos de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, así como los registros de herbarios y bibliografía consultados. Los resultados se incorporaron a mapas para identificar patrones de distribución de especies y de hábitat distintivos en el área de estudio.

Resultados y Discusión

Trabajo de campo, laboratorio y base de datos.

En el trascurso del estudio se identificó una nueva especie del género *Agave*, para su determinación se requirió material e información a herbarios nacionales e internacionales de colectas de ejemplares del NE de México, con las características distintivas de la planta. Se realizaron recorridos de campo intensivos para determinar otros sitios con poblaciones de la especie, así como de colecta de partes florales para su taxonomía. Se preparó una tabla comparativa y claves sistemáticas para la diferenciación de las 7 especies del grupo *Striatae* (Carrillo *et al.*, 2003; García-Mendoza y Martínez, 1998a y 1998b; Gentry, 1982;

Zamudio y Sánchez, 1995), esta parte del trabajo de campo y laboratorio fue publicada en el año de 2007 (Anexo II).

La matriz integrada al final del estudio contabiliza un total de 886 registros, con 36 campos de información acorde al formato del Sistema Nacional de Inventarios Bióticos (SNIB-CONABIO), para 58 especies repartidas en 6 géneros que se identificaron en la región Noreste de México. Esta es la matriz utilizada en los procesos estadísticos y cartográficos, posterior a la depuración y validación taxonómica, paso necesario en este tipo de estudios, al encontrar que la base de datos consultada con mayor información, proveniente del SNIB contenía datos sobre 60 especies en 328 registros, posterior al análisis esta cifra se redujo a cerca de 284 registros, representados en 4 géneros y 32 especies de agaváceas para la región, sucediendo algo similar con el resto de las fuentes consultadas. Del total de UGOs generados, se excluyeron del análisis 4 unidades que mostraron una proporción de ocupación menor al 10% de su cobertura, finalizando una cubierta digital con 36 UGOs para el NE de México (Fig. 3. 5).

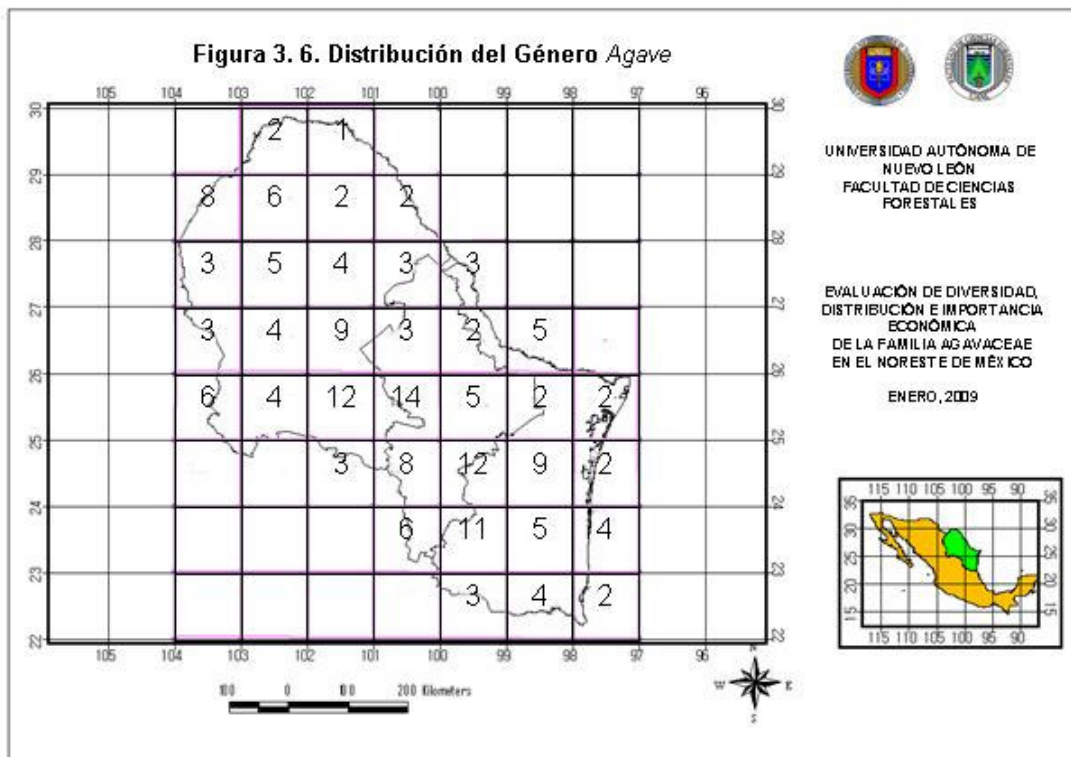
Distribución geográfica de Agavaceae en el Noreste de México

La distribución geográfica de las especies de cada género en la región del NE del País se representa en mapas y el IEG fue calculado para cada una de estas, a fin de obtener un parámetro objetivo del nivel de amplitud ecológica, para aquellas bajo aprovechamiento actual o aquellas con potencial como materia prima de productos o usos futuros. Por otra parte, la información proporcionada por el IEG también apoya la determinación del estado de conservación de plantas endémicas

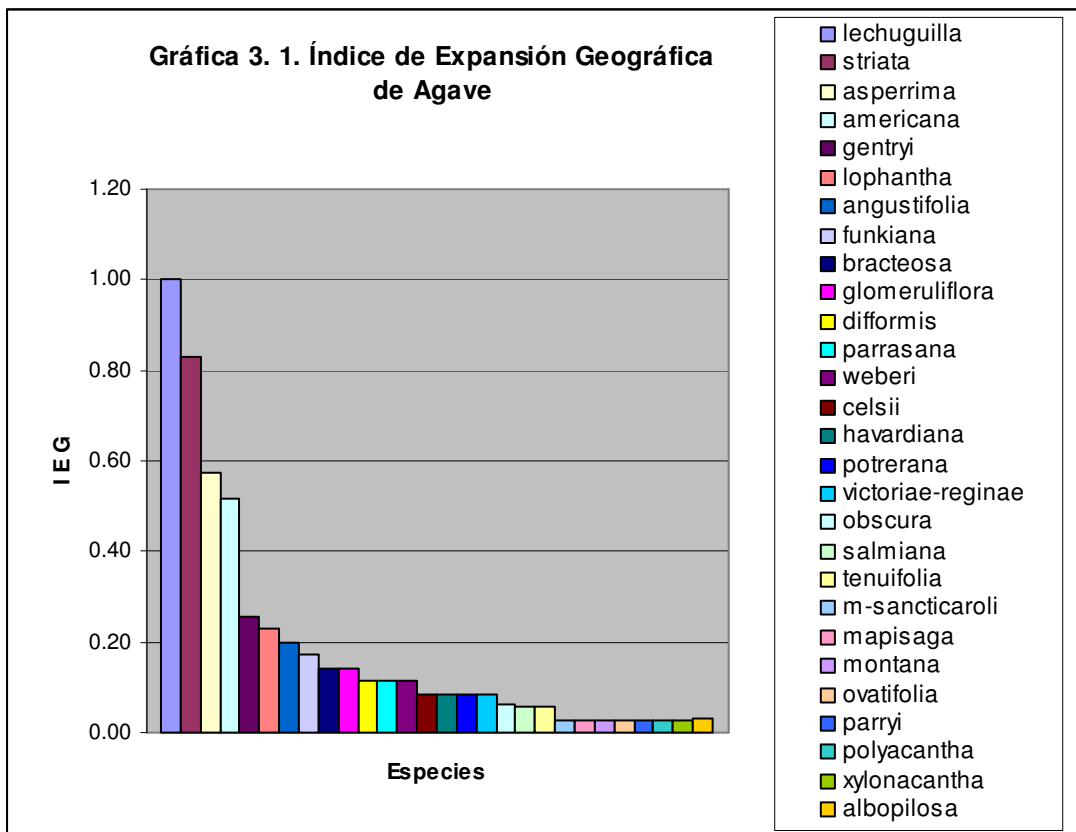
o con distribución restringida (Hernández y Bárcenas, 1995). En el análisis inicial de las 58 especies registradas para la región noreste de México (Cuadro 3. 3; Fig. 3. 12), se identificó al taxón con mayor ocurrencia en las UGOs evaluadas. *A. lechuguilla* es la especie con mayor extensión geográfica o amplitud ecológica, al aparecer en el 97% (35) de todas las UGOs (Cuadro 3. 3), en este sentido toma el valor de 1 en el Índice de Expansión Geográfica, estableciendo el número máximo de UGOs ocupadas (35), factor que dividió al resto de los valores de cada especie para obtener su respectivo IEG.

El género *Agave*, con 30 especies en total, es el más diverso y ampliamente distribuido en el NE de México según el análisis de la matriz generada (Cuadro 3. 3; Fig. 3. 6) al ocurrir en mayor cantidad en cada una de los cuadrantes. Con la presencia de 14 spp., la UGOs 10025 es la principal en riqueza para este género y de forma similar, con el comparativo a nivel familia, coincide que las UGOs 10125, 9924 y 9923 le siguen en proporción de riqueza, entre 12 y 11 especies, respectivamente. En cuanto a los resultados del IEG, se mencionó anteriormente que la lechuguilla presentó el mayor índice (1.0), seguida de *A. striata* con un valor de 0.83, *A. asperrima* con 0.57 y *A. americana* con 0.51, respectivamente (Cuadro 3. 4; Gráfica 3. 1). Otras (16 spp.) registran valores intermedios entre 0.26 y 0.06; al final de la tabla se ubican 8 especies con un IEG de 0.03 las que muestran distribución restringida en la región, sin que necesariamente sean consideradas endémicas, dado que algunas se reportan en otros estados (*A. mapisaga*, *A. parryi*, *A. polyacantha*, *A. xylonacantha*), bajo este criterio (García-Mendoza, 1995) sólo *A. albopilosa*, *A. montana*, *A. montium-sancticaroli* y *A. ovatifolia* son

determinadas como tales, al ocurrir en una superficie menor a 10,000 km² (Fig. 3. 6; Gráfica 3. 1), superficie equivalente a la contenida en cada UGO.



Las especies de *Yucca* son las segundas en riqueza, con 14 especies en total, repartidas en los tres estados del NE. A diferencia del género *Agave*, este sí muestra una evidente afinidad a climas semiáridos, del tipo que predomina en el estado de Coahuila y la porción limítrofe con Nuevo León (Cuadro 3. 3; Fig. 2. 9 y 3. 7), encontrando la menor diversidad en cuadrantes del sureste de Tamaulipas, bajo el clima más húmedo del área de estudio. Las UGOs con mayor ocurrencia de especies son la 10125 y 10126 con 8 cada una, ubicadas en el sureste de Coahuila, la segunda en riqueza es la 10229 con 7 especies, localizada al extremo norte del mismo estado, en la frontera con EUA. En estas UGOs el elemento endémico sería el indicador de la diferencia encontrada con respecto al resto.



El patrón de distribución biogeográfico muestra una asociación con la provincia de la Sierra Madre Oriental (Fig. 2. 9 y 3. 7) en gran medida, ya que cerca del 80% de las yucas tiene presencia en esta geofoma, como lo indica el análisis multivariado aplicado a la matriz (Fig. 2. 5).

Cuadro 3. 3. Matriz de presencia-ausencia de especies de Agavaceae en el Noreste de México.

| Coordenadas | Longitud 97 | | | | Longitud 98 | | | | Longitud 99 | | | | | Longitud 100 | | | | | Longitud 101 | | | | | Longitud 102 | | | | | Longitud 103 | | | | Tot | | | | | | | | |
|------------------|-------------|--------|--------|--------|-------------|--------|--------|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------------|--------|--------|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|----|
| Especie | 2 3 | 2 4 | 2 5 | 2 6 | 2 2 | 2 3 | 2 4 | 2 5 | 2 6 | 2 2 | 2 3 | 2 4 | 2 5 | 2 6 | 2 7 | 2 3 | 2 4 | 2 5 | 2 6 | 2 7 | 2 8 | 2 2 | 2 3 | 2 4 | 2 5 | 2 6 | 2 7 | 2 8 | 2 9 | 2 5 | 2 6 | 2 7 | | 2 8 | 2 9 | 2 5 | 2 6 | 2 7 | 2 8 | | |
| A albopilosa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| A americana | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | | | | 1 | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | | | | | 18 |
| A angustifolia | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 7 |
| A asperima | | | | | | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | | | | | | 20 | |
| A bracteosa | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| A celsii | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| A difformis | | | | 1 | | | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| A fourcroydes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| A funkiana | | | | | | | 1 | | | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 6 |
| A gentryi | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | 9 |
| A glomeruliflora | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | 1 | 5 |
| A havardiana | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | 3 |
| A lechuguilla | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 35 | |
| A lophantha | | | | | 1 | | 1 | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 8 |
| A m-sancticaroli | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| A mapisaga | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| A montana | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| A obscura | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| A ovatifolia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| A parrasana | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| A parryi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| A polyacantha | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| A potrerana | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| A salmiana | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| A striata | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 29 | |
| A tenuifolia | | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| A tequilana | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| A v-reginae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| A weberi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| A xylonacantha | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |

Continuación Cuadro 3. 3.

| Coordenadas | Longitud 97 | | | | Longitud 98 | | | | Longitud 99 | | | | | Longitud 100 | | | | | Longitud 101 | | | | | Longitud 102 | | | | | Longitud 103 | | | | Tot | | | | | |
|-------------------|-------------|--------|--------|--------|-------------|--------|--------|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|---|
| Especie | 2 3 | 2 4 | 2 5 | 2 6 | 2 2 | 2 3 | 2 4 | 2 5 | 2 6 | 2 2 | 2 3 | 2 4 | 2 5 | 2 6 | 2 7 | 2 3 | 2 4 | 2 5 | 2 6 | 2 7 | 2 8 | 2 4 | 2 5 | 2 6 | 2 7 | 2 8 | 2 9 | 2 5 | 2 6 | 2 7 | 2 8 | 2 9 | 2 5 | 2 6 | 2 7 | 2 8 | Tot | |
| B rigida | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| B septentrionalis | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| H campanulata | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | |
| H funifera | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | 8 | |
| H parviflora | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | 1 | | | 3 | |
| M brunnea | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | 1 | | | 5 | |
| M longiflora | 1 | 1 | | | | | 1 | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| M maculosa | | | 1 | 1 | | | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 5 | |
| M potosina | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | 4 | |
| M sileri | | | | | | | | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | |
| M variegata | | | | | | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 6 | |
| M virginica | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | |
| P sessiliflora | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| P tuberosa | | | | | | | | | | | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Y carnerosana | | | | | | | 1 | | | | 1 | 1 | | | | | 1 | | | | | | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | | | | 1 | 1 | | 11 | | |
| Y coahuilensis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| Y decipiens | | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | |
| Y elata | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 7 | |
| Y elephantipes | C | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Y endlichiana | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | |
| Y filifera | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 27 | | |
| Y linearifolia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | |
| Y reverchonii | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | |
| Y rigida | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 8 | |
| Y rostrata | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15 | |
| Y thompsoniana | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | |
| Y torreyi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10 | |
| Y treculeana | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15 | |
| Total | 4 | 6 | 4 | 4 | 5 | 7 | 15 | 4 | 8 | 6 | 21 | 19 | 6 | 7 | 4 | 8 | 13 | 21 | 9 | 7 | 6 | 4 | 20 | 18 | 12 | 7 | 3 | 8 | 9 | 10 | 13 | 11 | 10 | 8 | 10 | 10 | 335 | |

Cuadro 3. 4. Valores del Índice de Expansión Geográfica para cada especie de familia Agavaceae en el Noreste de México. Las dos columnas a la izquierda presentan los valores por género; las dos a la derecha muestran un arreglo en orden decreciente de las especies consideradas en el análisis.

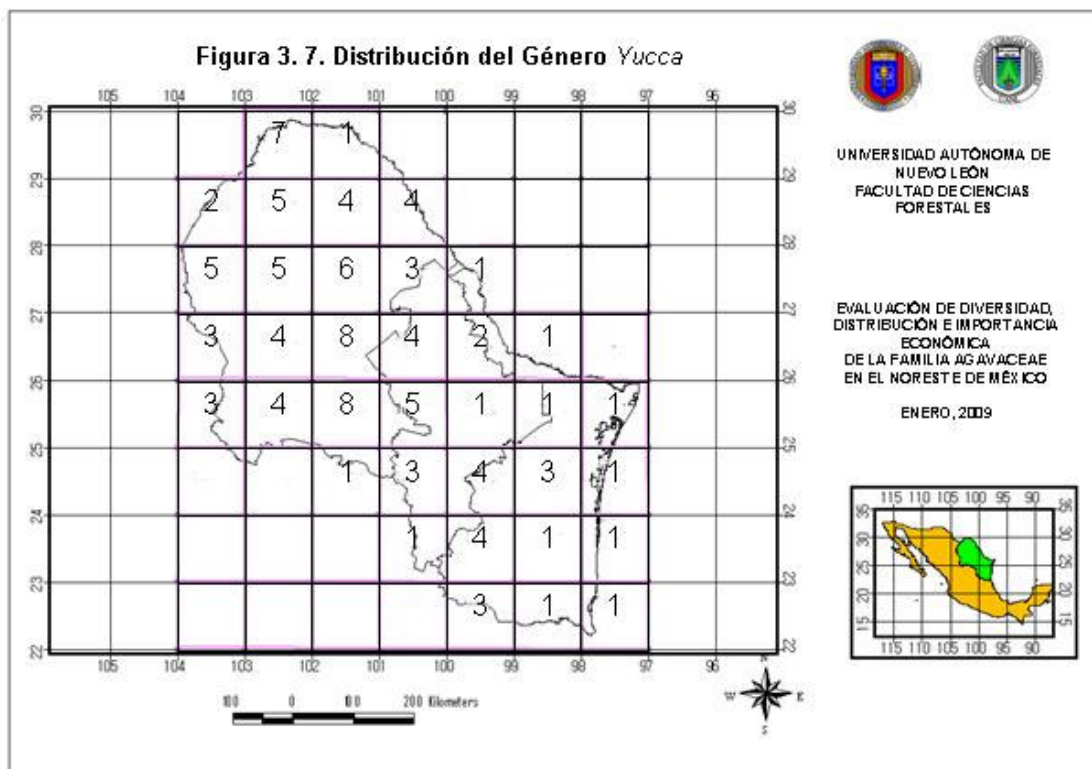
| Especie | IEG |
|------------------|------|
| A albopilosa | 0.06 |
| A americana | 0.51 |
| A angustifolia | 0.20 |
| A asperrima | 0.57 |
| A bracteosa | 0.14 |
| A celsii | 0.09 |
| A difformis | 0.11 |
| A fourcroydes | nd |
| A funkiana | 0.17 |
| A gentryi | 0.26 |
| A glomeruliflora | 0.14 |
| A havardiana | 0.09 |
| A lechuguilla | 1.00 |
| A lophantha | 0.23 |
| A m-sancticaroli | 0.03 |
| A mapisaga | 0.03 |
| A montana | 0.03 |
| A obscura | 0.06 |
| A ovatifolia | 0.03 |
| A parrasana | 0.11 |
| A parryi | 0.03 |
| A polyacantha | 0.03 |
| A potrerana | 0.09 |
| A salmiana | 0.06 |
| A striata | 0.83 |
| A tenuifolia | 0.06 |
| A tequilana | nd |
| A v-reginae | 0.09 |
| A weberi | 0.11 |
| A xylonacantha | 0.03 |
| Media Agave | 0.18 |
| Media General | 0.35 |

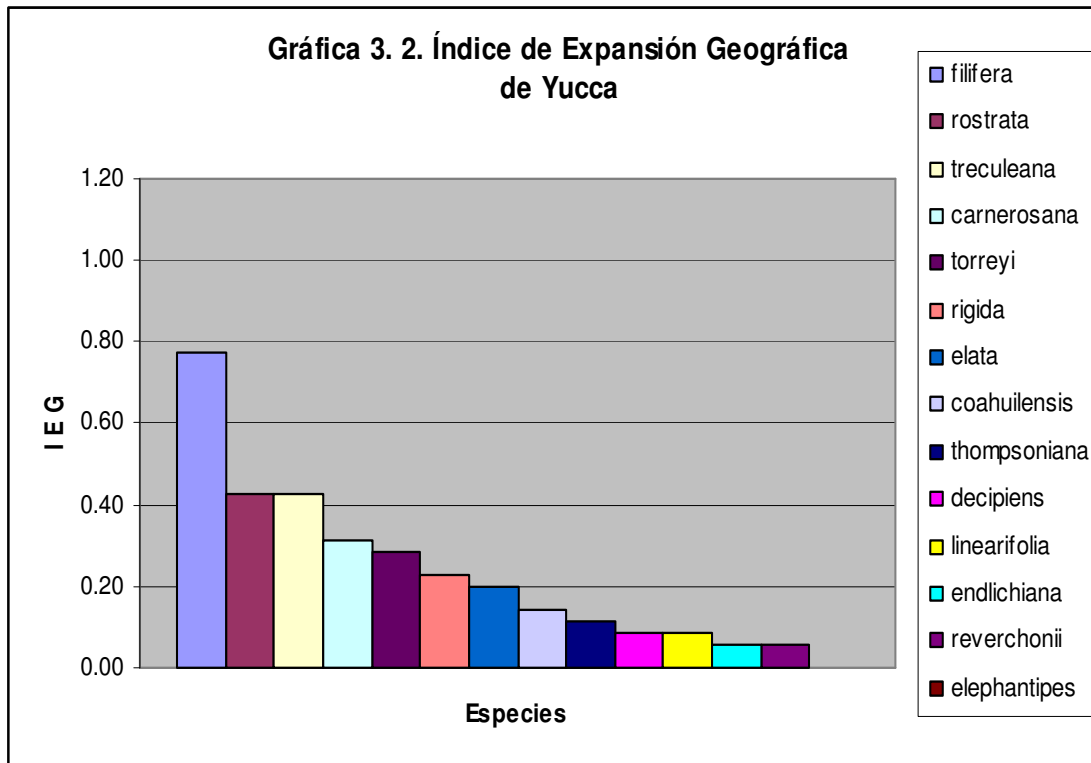
| Especie | IEG |
|--------------------|------|
| B rigida | 0.03 |
| B septentrionalis | 0.06 |
| Media Beschorneria | 0.05 |
| H campanulata | 0.06 |
| H funifera | 0.23 |
| H parviflora | 0.09 |
| Media Hesperaloe | 0.12 |
| M brunnea | 0.14 |
| M longiflora | 0.14 |
| M maculosa | 0.14 |
| M potosina | 0.11 |
| M sileri | 0.06 |
| M variegata | 0.17 |
| M virginica | 0.06 |
| Media Manfreda | 0.12 |
| P sessiliflora | 0.03 |
| P tuberosa | nd |
| Media Polianthes | 0.03 |
| Y carnerosana | 0.31 |
| Y coahuilensis | 0.14 |
| Y decipiens | 0.09 |
| Y elata | 0.20 |
| Y elephantipes | nd |
| Y endlichiana | 0.06 |
| Y filifera | 0.77 |
| Y linearifolia | 0.09 |
| Y reverchonii | 0.06 |
| Y rigida | 0.23 |
| Y rostrata | 0.43 |
| Y thompsoniana | 0.11 |
| Y torreyi | 0.29 |
| Y treculeana | 0.43 |
| Media Yucca | 0.25 |

| Especie | IEG |
|------------------|------|
| A lechuguilla | 1.00 |
| A striata | 0.83 |
| Y filifera | 0.77 |
| A asperrima | 0.57 |
| A americana | 0.51 |
| Y rostrata | 0.43 |
| Y treculeana | 0.43 |
| Y carnerosana | 0.31 |
| Y torreyi | 0.29 |
| A gentryi | 0.26 |
| A lophantha | 0.23 |
| H funifera | 0.23 |
| Y rigida | 0.23 |
| A angustifolia | 0.20 |
| Y elata | 0.20 |
| A funkiana | 0.17 |
| M variegata | 0.17 |
| A bracteosa | 0.14 |
| A glomeruliflora | 0.14 |
| M brunnea | 0.14 |
| M longiflora | 0.14 |
| M maculosa | 0.14 |
| Y coahuilensis | 0.14 |
| A difformis | 0.11 |
| A parrasana | 0.11 |
| A weberi | 0.11 |
| M potosina | 0.11 |
| Total General | 9.66 |

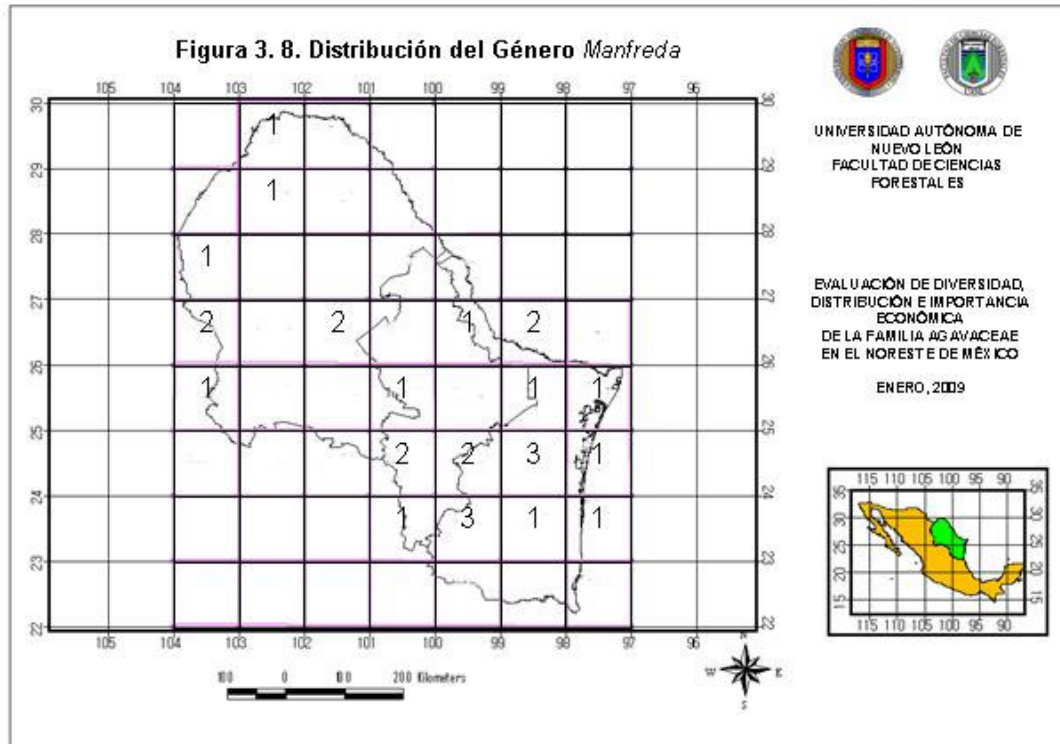
| Especie | IEG |
|---------------------|------|
| Y thompsoniana | 0.11 |
| A celsii | 0.09 |
| A havardiana | 0.09 |
| A potrerana | 0.09 |
| A victoriae-reginae | 0.09 |
| H parviflora | 0.09 |
| Y decipiens | 0.09 |
| Y linearifolia | 0.09 |
| A obscura | 0.06 |
| A salmiana | 0.06 |
| A tenuifolia | 0.06 |
| B septentrionalis | 0.06 |
| H campanulata | 0.06 |
| M sileri | 0.06 |
| M virginica | 0.06 |
| Y endlichiana | 0.06 |
| Y reverchonii | 0.06 |
| A albopilosa | 0.03 |
| A m-sancticaroli | 0.03 |
| A mapisaga | 0.03 |
| A montana | 0.03 |
| A ovatifolia | 0.03 |
| A parryi | 0.03 |
| A polyacantha | 0.03 |
| A xylonacantha | 0.03 |
| B rigida | 0.03 |
| P sessiliflora | 0.03 |
| Media General | 0.35 |

En cuanto a los resultados del IEG (Cuadro 3. 4) este género obtuvo la media más alta (0.25) de los analizados, asumiendo que sus especies tienen una representación más uniforme a través del área de estudio; al ordenar los valores en forma decreciente (Gráfica 3. 2) se observa que *Y. filifera*, con el 0.77, es la palma con mayor amplitud ecológica y la tercera en relación a todas las agaváceas (Cuadro 3. 4). Asimismo *Y. rostrata* (0.43), *Y. treculeana* (0.43) y *Y. carnerosana* con un IEG de 0.31 serían las de mayor distribución (Cuadro 3. 4; Gráfica 3. 2). El resto (10 spp.) presentan valores intermedios entre 0.29 y 0.06, sin que alguna este restringida a un cuadrante específico, por lo tanto ninguna se considerarían, en rigor, como endémica a microáreas de un grado por lado (García-Mendoza, 1995). El bajo esfuerzo de colectas, descrito para *Agave* en la sección anterior, es similar para estas palmas.

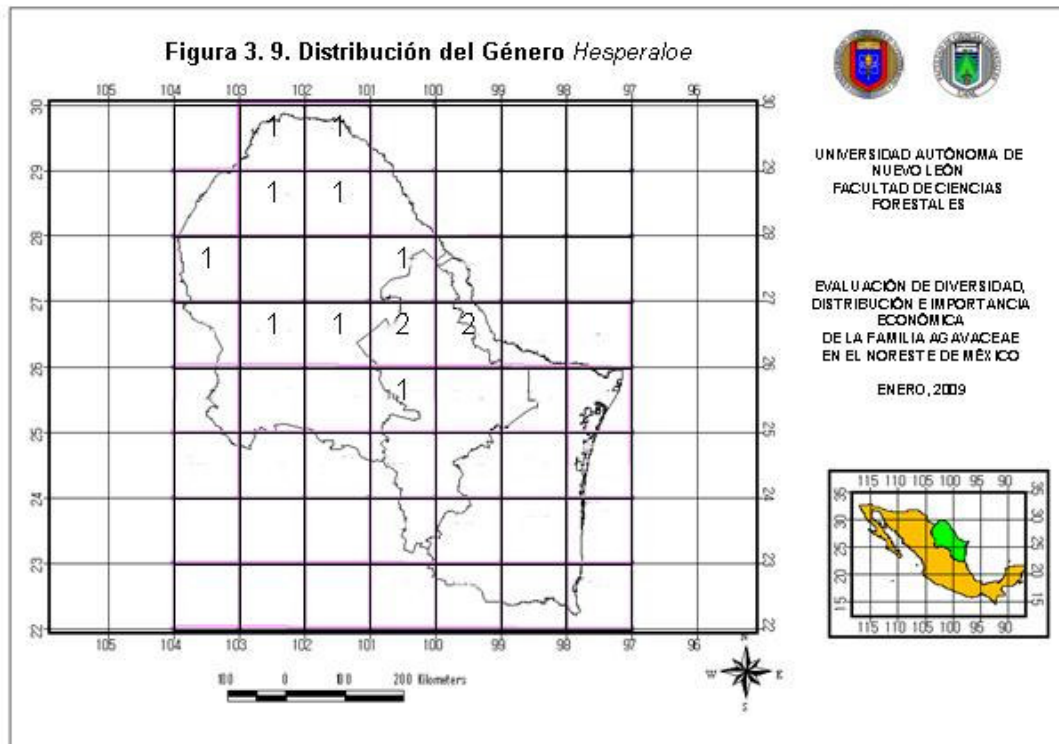




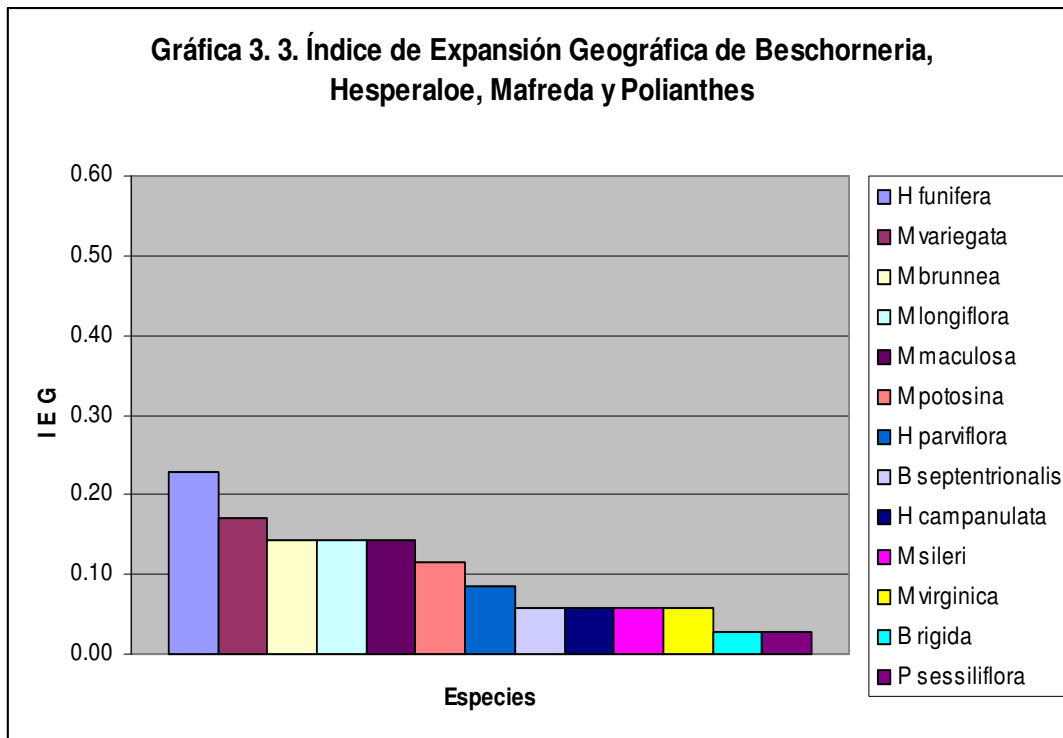
El tercer género en riqueza es *Manfreda*, con 7 especies. Muestra una distribución discontinua a través de la región NE (Fig. 3. 8) ocurriendo con mayor diversidad en UGOs del centro y sur de Tamaulipas y, en porciones del sur de Nuevo León. Sólo dos UGOs presentan 3 especies, una corresponde a las coordenadas 9824 y la segunda a la 9923. Las especies consideradas como endémicas, 3 en total, se distribuyen en Tamaulipas y se asocian a un clima cálido húmedo (Anexo 1; Fig. 2.5 y 3.8). Por otra parte, los taxones presentes en Coahuila y Nuevo León corresponden a *M. brunnea*, *M. maculosa* y *M. potosina*, consideradas de amplia distribución en el Norte de México y con afinidad a climas secos (Castillejos y Solano, 2008). La representación de ejemplares en los herbarios consultada es baja, por lo que deberá de tomarse como iniciales los resultados del estudio.



Los géneros *Hesperaloe*, *Beschorneria* y *Polianthes*, están poco representados en el NE del país, con 3 especies el primero de estos y 2 especies en el resto. *Hesperaloe* ha sido señalado como endémico para el Norte de México y suroeste de EUA (Fig. 2.3 y 3.9), pero en definitiva, es en México donde se diversifica, dada la riqueza de taxa y cantidad de endemismos encontrados (Starr, 1997). En la región NE las especies de este género se distribuyen en Coahuila y Nuevo León, sin contar con elementos que confirmen su presencia en Tamaulipas, aun cuando algunas colectas propias y referencias de especímenes se encuentran en las cercanías con la frontera de ese estado, principalmente en la que corresponde al norte donde el continuo del matorral de *Prosopis* y *Acacia* y los tipos de clima se extiende mas allá de las fronteras estatales (Fig. 2. 16).

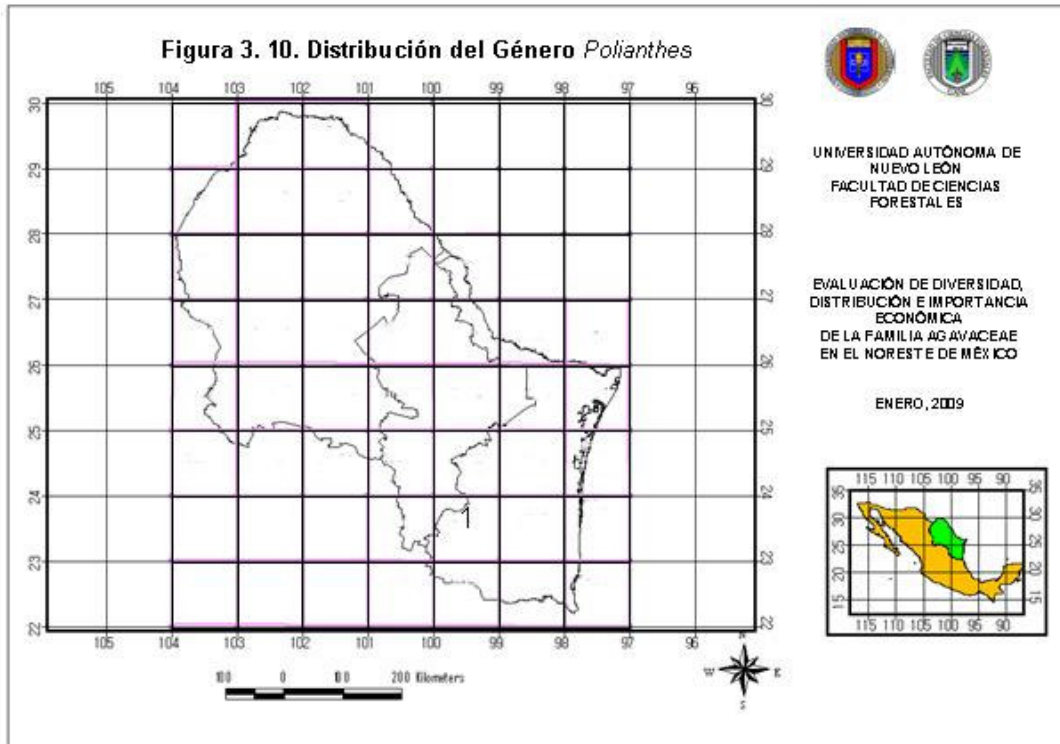


En Nuevo León es donde se presentan dos UGOs con dos especies cada una, la primera identificada como 9926 y la segunda como 10026, aun cuando ambas celdas incluyen territorios de Tamaulipas y Coahuila, respectivamente, la ubicación precisa y restringida de *H. campanulata*, una microendémica descrita de superficies muy pequeñas, la señala con ocurrencia sólo en el Norte de Nuevo León. El IEG se considera alto a nivel de géneros, al promediar un valor de 0.12 (Cuadro 3. 4; Gráfica 3. 3), lo cual asume que sus especies muestran una amplitud ecológica definida por la adaptación a las condiciones semiáridas actuantes en la región, idea sustentada por la relación encontrada con climas de tipo cálidos secos en los análisis numéricos realizados (Fig. 2. 6). También se podría suponer una relación negativa con los tipos de clima (A)C y C, ya que estos no presentan especies de *Hesperaloe*.



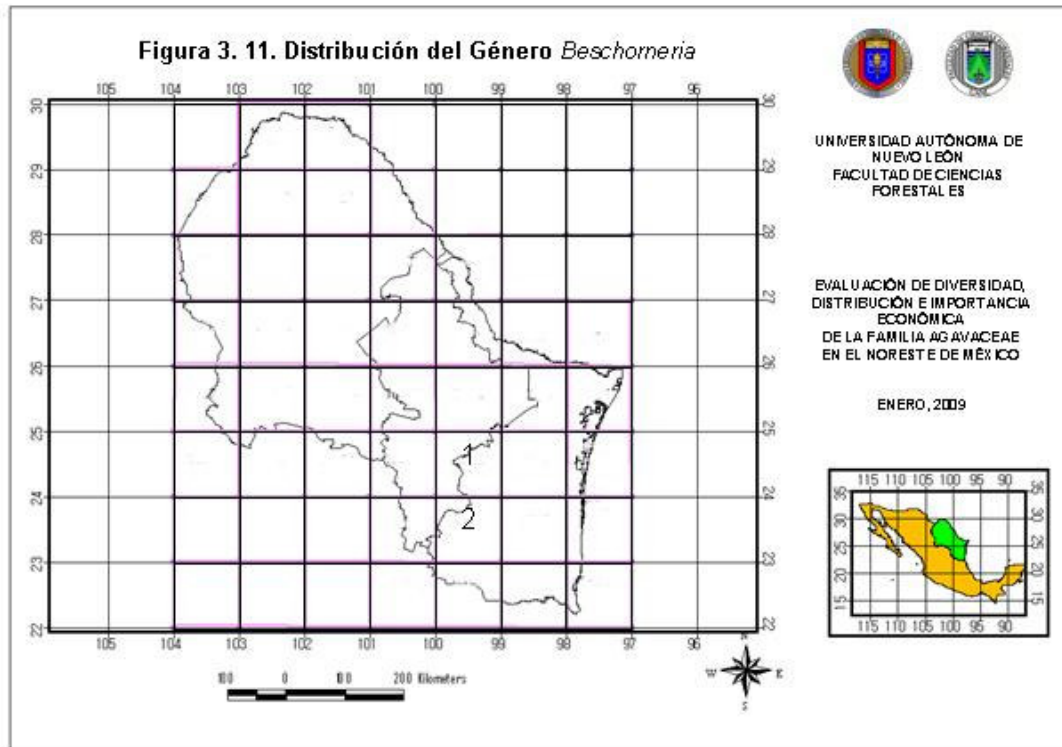
Del género *Polianthes* se mencionan dos especies para la región del Noreste, una de estas es ampliamente utilizada como ornamental y se conoce comúnmente como nardo (*P. tuberosa*), esta referida sólo bajo cultivo en los 3 estados de la región por lo tanto no se incluye en la mayoría de los análisis realizados. Se señalan algunas áreas en cultivo comercial en el municipio de Linares, NL y Arteaga, Coahuila. La otra especie, *P. sessiliflora*, se ubica en los límites de NL y Tamaulipas, en una sola UGO la 9923 (Fig. 3. 10). Esta planta se considera presente en el Noreste de México con base a dos reportes para Tamaulipas, uno en el norte (García-Mendoza y Galván, 1995) que no cuenta con información de georeferencia y otro al sur en la Sierra Madre (Solano y Feria, 2007) que se muestra en la figura respectiva. Esta presenta un valor de 0.03 de IEG (Cuadro 3.4; Gráfica 3. 3), el cual al ser muy bajo indica una distribución restringida, sin llegar a considerarse endémica dado que se

señala como una de las dos especies de *Polianthes* con mayor distribución en el país, en los estados de Durango, Jalisco, Nayarit, San Luis Potosí y Zacatecas (Solano y Feria, 2007).



El género *Beschorneria* es señalado como endémico de México, pero también como uno de los menos conocidos y colectados de la familia, por lo que su distribución a nivel nacional muestra carencias (García-Mendoza, 1988). En el NE crecen dos especies, *B. septentrionalis* y *B. rigida*, restringidas a las partes altas de la Sierra Madre Oriental de Tamaulipas y Nuevo León (Fig. 2. 12 y 3. 11). La especie, *B. septentrionalis*, tiene una ubicación precisa en forma silvestre, pero se encuentra ampliamente distribuida como ornamental por su llamativa floración. Se localiza en los límites de NL y Tamaulipas, en dos UGOs la 9923 y la 9924 (Fig. 3. 11), en un

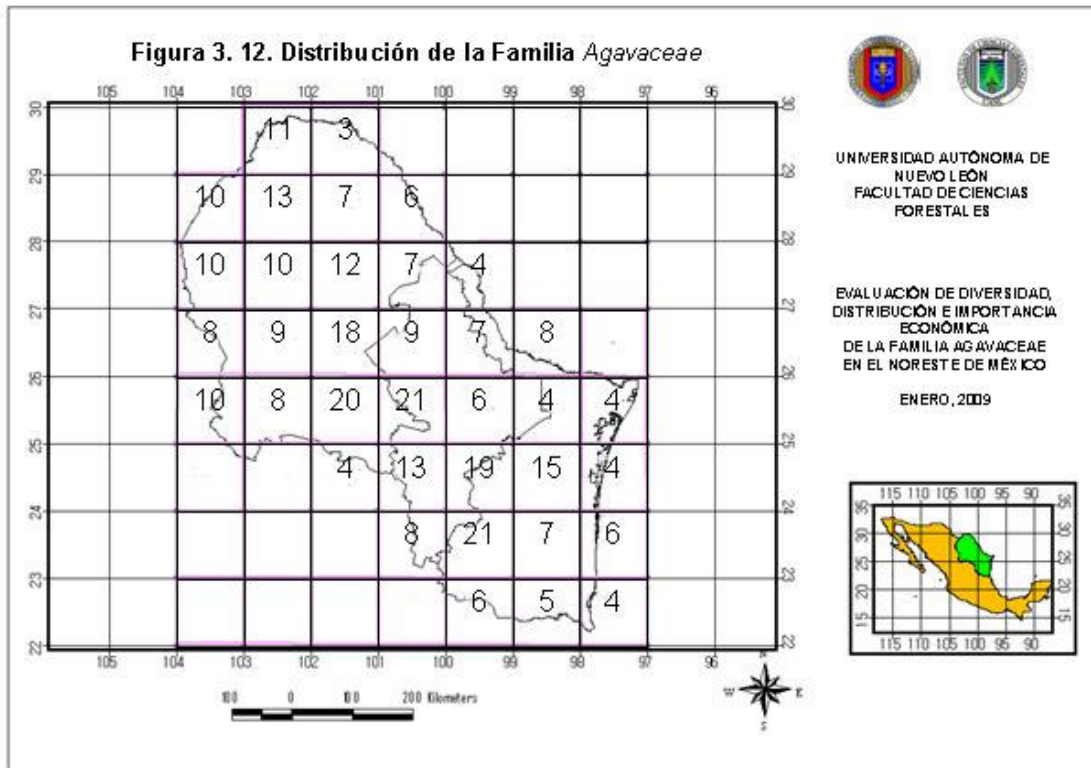
bosque mesófilo de montaña o de encino, a más de 1,000 m de altitud, en sitios protegidos en roca caliza y un suelo rico en materia orgánica. Es la especie con distribución más norteña del género (García-Mendoza, 1988).



En el análisis a nivel familia (Cuadro 3. 3; Fig. 3. 12) al menos 3 taxones diferentes ocurren en cada una de las unidades geográficas operativas (UGOs) consideradas. *A. lechuguilla* es la especie con mayor extensión geográfica o amplitud ecológica, al aparecer en el 97% (35) de las UGOs analizadas. En orden decreciente de magnitud del índice *A. striata* presenta el 0.83 (29 UGOs), *Y. filifera* el 0.77 (27), *A. asperrima* el 0.57 (20) y *A. americana* el 0.51 (18) del total analizado (Cuadro 3. 3 y 3. 4).

Dos UGOs muestran la mayor diversidad de especies de la familia, con 21 cada una (Cuadro 3. 3), la primera se ubica en las coordenadas 100W y 25N que corresponde a los límites entre el centro-oeste de Nuevo León y sureste de Coahuila; la segunda se localiza, casi en su totalidad, al suroeste de Tamaulipas en las coordenadas 23N y 99W. En ambos casos, por lo menos, una UGO contigua también presenta altos valores de diversidad, en una panorámica general se observa que las UGOs de mayor diversidad forman un continuo desde el centro de Coahuila (UGOs 10126 y 10125) hasta el suroeste de Tamaulipas (9924), en gran medida esta distribución coincide con la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental (Fig. 2. 8 a 2. 12 y 3. 12), donde confluyen la mayoría de los tipos de clima considerados (Fig. 2. 13 a 2. 17 y 3. 12), sin poder establecerse con claridad un vínculo entre algún tipo de clima específico y la alta diversidad presente.

Las UGOs señalados con la mayor diversidad (21 spp.) comparten cerca del 60% de las especies (12 spp.) de *Agavaceae*, donde la diferencia en el caso de la UGO 10025 se debe a especies de los géneros *Agave*, *Yucca* y *Hesperaloe*, mientras la UGO 9923 se enriquece por el aporte de taxa de afinidad tropical (García-Mendoza, 2004) de *Beschorneria*, *Manfreda* y *Polianthes* (Cuadro 3.3; Fig. 3.6 a 3.12), aun cuando la distancia geográfica entre ambas no es considerable. Las UGOs con menor riqueza de agaváceas se localizan, principalmente, a la periferia del área de estudio o alejadas de centros de población importantes (Fig. 3. 12), posible síntoma del bajo esfuerzo de colecta o a una atención menor por parte de especialistas o personas interesadas en ciencias naturales, dado lo complejo de la colecta y las características de floración en estas plantas (García-Mendoza, 1995).



Conclusiones

Resultados de los análisis cuantitativos sobre la localización geográfica de la familia *Agavaceae* en los estados del Noreste de México, confirman que la distribución generalizada de *Agave lechuguilla*, *Agave striata*, *Yucca filifera* y *Agave asperrima*, entre las principales, conforman una matriz que sustenta una alta diversidad de taxa de esta familia en el área de estudio.

También fue posible identificar que en la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental se localizan las unidades de expansión geográfica con más alta diversidad de especies y la mayor cantidad de agaváceas con distribución restringida, de un total de 58 especies y 6 géneros registrados en la matriz generada, lo cual concuerda con

lo mencionado por otros autores para diferentes familias como Asteraceae (Villarreal et al., 1996), Poaceae (Valdés y Cabral, 1998), Fagaceae (Valencia, 2004; Villarreal y Encina, 2005) y Pinaceae (Farjon, 1996).

Los tipos de clima empleados en el análisis no muestran una clara tendencia en cuanto a representar una asociación con unidades de alta riqueza a nivel familia, solo es factible establecer que los géneros *Yucca* (Clary, 2001) y *Hesperaloe* (Starr, 1997) están supeditados, en gran medida, al grupo de climas cálidos secos, mientras los géneros *Beschorneria*, *Manfreda* y *Polianthes* muestran afinidad por los tipo climático de mayor humedad presentes en esta región.

El género *Agave* fue determinado con la mayor riqueza de taxones, por más del doble que el resto de los géneros encontrados en el Noreste del país, lo mismo que sucede en el ámbito nacional (García-Mendoza, 1995). También es el que contribuye con el mayor número de especies restringidas y endémicas en los estados de esta región.

Es muy probable que aun existan deficiencias en el inventario detallado de los taxa de la familia, en especial en sitios de difícil acceso en zonas de montaña y aquéllos más distantes de centros de investigación y de mayor población. Ejemplo de esto es que en la realización del presente estudio se describió una especie nueva de *Agave*, que crece en taludes protegidos de la Sierra Madre Oriental.

Literatura citada

Bogler, D. & B. B. Simpson. 1995. A chloroplast *DNA* study of the *Agavaceae*. *Systematic Botany* 20(2):191-205. USA.

Cabral C., I., J. A. Villarreal Q. y A. E. Estrada C. 2007. *Agave albopilosa* (Agavaceae, subgénero *Littaea*, grupo *Striatae*), una especie nueva de la Sierra Madre Oriental en el Noreste de México. *Act. Bot. Mex.* 70:51-57. México.

Clary, K. H. 2001. The genus *Hesperoyucca* (Agavaceae) in the western United States and Mexico: new nomenclatural combinations. *Sida Vol.* 19(4):845-850.

Carrillo R., P., R. Vega A. & R. Ramírez D. 2003. *Agave rzedowskiana*, a new species in subgenus *Littaea* (Agavaceae) from western Mexico. *Brittonia* 55(3):240–244.

Castillejos C., C. y E. Solano. 2008. *Manfreda bulbulifera* (Agavaceae), especie nueva de México. *Acta Bot. Mex.* 82:67-73. México.

Colunga G., P., A. Larqué S., L. Eguiarte y D. Zizumbo V. (eds.). 2007. En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves. CICY – CONACYT – CONABIO – INE, SEMARNAT. México.

Eguiarte, L., V. Souza y A. Silva-Montellano. 2000. Evolución de la familia *Agavaceae*: filogenia, biología reproductiva y genética de poblaciones. *Bol. Soc. Bot. México.* 66: 131-150.

Farjon, A. 1996. Biodiversity of *Pinus* (*Pinaceae*) in Mexico: speciation and paleoendemism. *Bot. J. Linnean Soc.* 121:365-384. London.

García-Mendoza, A. 1988. Una nueva especie de *Berschorneria* del Noreste de México. *Cact. y Suc. Mex.* 33(1):3-5.

García-Mendoza, A. 1995. Riqueza y endemismos de la familia *Agavaceae* en México. Pp. 51-75. En: Linares, E., P. Dávila, F. Chiang, R. Bye, y T. Elias (eds.), *Conservación de plantas en peligro de extinción: diferentes enfoques*. UNAM-Instituto de Biología. México.

García-Mendoza, A. 2002. Distribution of *Agave* (Agavaceae) in Mexico. *Cactus & Succulent Journal of America* 74(4):177-187. USA.

García-Mendoza, A. 2004. *Agaváceas*. Pp. 159-169. En: A. García-Mendoza, M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.). *Biodiversidad de Oaxaca*. Inst. Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-WWF. México.

García-Mendoza, A. y R. Galván V. 1995. Riqueza de las familias *Agavaceae* y *Nolinaceae* en Mexico. *Bol. Soc. Bot. México* 56:7-24.

García-Mendoza, A. y E. Martínez. 1998a. Una nueva especie de *Agave*, subgénero *Littaea* (*Agavaceae*) de Guerrero y Oaxaca, México. *Sida* 18(1): 227-230. USA.

García-Mendoza, A. y E. Martínez S. 1998b. *Agave petrophila* García-Mend. & E. Martínez, nom. nov. (*Agavaceae*). *Sida* 18(2): 627. USA.

García-Mendoza, A. y E. Solano. 2007. *Polianthes oaxacana* y *P. geminiflora* var. *pueblensis* (*Agavaceae*), taxa nuevos de México. *Acta Bot. Mex.* 78: 111-123.

Gentry, H. S. 1982. *Agaves of Continental North America*. Univ. Arizona Press, Tucson, Arizona. 670 p.

Golubov, J., M. C. Mandujano & F. Mandujano. 2005. Diversidad alfa y beta en *Opuntia* y *Agave*. Capítulo 17. Pp. 221-228. En: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff & A. Melic (eds.). *Sobre Diversidad Biológica: El significado de la diversidad Alfa, Beta y Gamma*. M3m-Monografías Tercer Milenio, Vol. 4. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSITAS & CONACYT. España.

Gómez H., C. y H. M. Hernández. 2000. Diversity, geographical distribution, and conservation of *Cactaceae* in the Mier y Noriega region, Mexico. *Biodiversity & Conservation* 9: 403–418.

Granados S., D. 1999. *Los Agaves en México*. Ed. Univ. Aut. Chapingo. 252 p.

Hernández, H. M. y R. T. Bárcenas. 1995. Endangered cacti in the Chihuahuan Desert: I. Distribution patterns. *Conservation Biol.* 9(5): 1176–1188.

Hernández S., L., C. González R. y F. González M. 1991. Plantas útiles de Tamaulipas, México. *Inst. Biol. UNAM Ser. Bot.* 62(1):1-38. México.

Hernández-Vera, G., M. Cházaro B. y E. Flores-Berrios. 2007. Inventory and distribution of *Agave* (*Agavaceae*) species in Jalisco, Mexico. *Journal Botanical Research Inst. Texas* 1(1):499-509.

Hinton, J. y G. S. Hinton. 1995. Checklist of Hinton's collections of the flora of south-central Nuevo Leon and adjacent Coahuila. *Acta Bot. Mex.* 30: 41-112.

INEGI. 2005. *Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Fisiográfica 1:1' 000,000*. SPP– Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.

Magallán H., F. y L. Hernández S. 2000. La Familia *Agavaceae* en el estado de Querétaro, México. *Bol. Soc. Bot. México* 66:103-112.

Martínez A., J. G. & E. Jurado. 2005. Geographic distribution and conservation of *Cactaceae* from Tamaulipas Mexico. *Biodiversity & Conservation* 14:2483-2506.

McLaughlin, S. P. 1995. Organizando la búsqueda de especies vegetales raras y en peligro: recopilación y análisis de floras locales. Pp. 11-23. En: Linares, E., P. Dávila, F. Chiang, R. Bye, y T. Elias (eds.), Conservación de plantas en peligro de extinción: diferentes enfoques. UNAM- Instituto de Biología. México.

Neyra, L. y L. Durand. 1998. Biodiversidad. Cap. 3. Pp. 61-102. En: CONABIO. La diversidad biológica de México: Estudio de País. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 293 p. México.

Ramírez, L. A. 1936. Distribución de los Agaves de México. UNAM - Anales Inst. Biol. 7(1):17-45. México.

Rojas-Mendoza, P. 1965. Generalidades sobre la vegetación del estado de Nuevo León y datos acerca de su flora. Tesis Doctoral. Fac. Ciencias - UNAM. 124 pp.

Rzedowski, J. 1993. Diversity and origins of the phanerogamic flora of Mexico. Chapter 3, Pp. 129-144. In: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot, y J. Fa (eds). Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution. Ed. Oxford Univ. Press.

Solano C., E. 2000. Sistemática del género *Polianthes* L. (Agavaceae). Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Solano, E. & T. P. Feria. 2007. Ecological niche modeling and geographic distribution of the genus *Polianthes* L. (Agavaceae) in Mexico: using niche modeling to improve assessments of risk status. Biodiversity Conservation 16:1885–1900.

Starr, G. 1997. A revision of the genus *Hesperaloe* (Agavaceae). Madroño 44(3):282–296.

Starr, G. y J. A. Villarreal Q. 2002. *Agave ovatifolia* (Agavaceae), una nueva especie de maguey del Noreste de México. Sida 20(2):495-499.

Synnott, T. J. 1989. Informe sobre los Agaves de Nuevo León. Cact. Suc. Mex. 34(3): 64-72.

Tello B., J. J. y E. García M. 1988. El maguey (*Agave*, subgénero *Agave*) en el altiplano potosino-zacatecano. Bol. Soc. Bot. México 48:119-134.

Valdés R., J. & I. Cabral C. 1998. Corología de las gramíneas mexicanas. Cap. 15. Pp. 427-434. En: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot, y J. Fa (eds.). Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución. Instituto de Biología-UNAM. México.

Valencia-A., S. 2004. Diversidad del Género *Quercus* (Fagaceae) en México. Bol. Soc. Bot. Méx. No. 75:33-53. México.

Vázquez-García, J. A., M. J. Cházaro B., G. Hernández V., E. P. Flores B., y Y. L. Vargas R. 2007. Agaves del Occidente de México. Serie Fronteras de Biodiversidad, Vol. 3. Pp. 221. U de G., CIATEJ, Consejo Reg. Tequila, Louisiana State Univ., Conafor. México.

Vidal Z., R. 2005. Las Regiones Climáticas de México I.2.2. Ed. Instituto de Geografía – UNAM. 210 pp. México.

Villarreal Q., J. A. 2001. XXIII. Flora de Coahuila. Serie Listados Florísticos de México. Ed. Instituto de Biología – UNAM. 138 pp. México.

Villarreal Q., J. A., J. Valdés R. y J. L. Villaseñor R. 1996. Corología de las Asteraceas de Coahuila, México. Acta Bot. Mex. 36:29-42. México.

Villarreal Q., J. A. y J. A. Encina D. 2005. Plantas vasculares endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes, México. Acta Bot. Mex. 70:1-46. México.

Villaseñor, J. L. 2004. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. Bol. Soc. Bot. Méx. No. 75:105-135. México.

Zamudio R., S. y E. Sánchez M. 1995. Una nueva especie de *Agave* del subgénero *Littaea* (Agavaceae) de la Sierra Madre Oriental, México. Acta Bot. Mex. 32:47-52.

Capítulo IV.

EVALUACIÓN DE LA IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA FAMILIA AGAVACEAE EN EL NORESTE DE MÉXICO



EVALUACIÓN DE LA IMPORTANCIA ECONÓMICA DE USOS Y PRODUCTOS DE LAS AGAVÁCEAS EN EL NORESTE DE MÉXICO

Resumen

La familia Agavaceae se distribuye sólo en América; en México se encuentran 251 especies (76% del total) de las cuales 177 son endémicas al país, este potencial recurso natural hoy se aprovecha en gran parte del territorio, bajo actividades productivas de gran importancia en la economía doméstica e industrial a partir del uso tradicional, que se remonta a miles de años de conocimiento por el hombre. El género *Agave* es el más conocido e importante, de los 9 que conforman esta familia. Oaxaca es el estado con mayor diversidad de magueyes (58 spp.) y Coahuila se coloca en el 6° lugar de diversidad (33 spp.) pero Nuevo León y Tamaulipas, aun con ambientes similares a Coahuila, no figuran en este rubro pues sólo se reconocían entre 17 y 21 especies de la familia antes del año 2005. El henequén, el tequila, el mezcal, la lechuguilla, y cerca de 100 usos más son obtenidos de esta planta multipropósito, principalmente, al sur de México. La estimación económica y de usos de las agaváceas reveló el manejo de gran variedad de materiales y productos como satisfactor de necesidades diarias, de bajo costo y alta disponibilidad regional; en este estudio se comprobó son pocos los procesos industriales en el aprovechamiento de estas plantas, abriéndose un área de oportunidad muy amplia para incorporar al sector productivo y económico, con mejores opciones de empleo y bienestar, a los habitantes de comunidades rurales del Noreste de México, donde los estados de la región noreste aportan pocos avances en la información generada sobre la familia Agavaceae.

Abstract

The Agavaceae is an American plant family, in Mexico are found 251 species , i.e. 76% of the total, of these 177 are endemic. This potential natural resource is actually being managed in all of the country, under important productive activities for the benefit of the domestic and industrial economy through traditional uses, whose origin proceed from ancient cultures since thousands years ago. The *Agave* genus is the better known and the most important in this family. Oaxaca State, shows the greatest diversity for maguey plants (58 spp.) and the state of Coahuila is ranked number 6 (with 33 spp.) however Nuevo Leon and Tamaulipas only have between 18 to 21 species. Henequen, tequila, mescal and lechuguilla agaves and over 103 other uses are obtained from this multipurpose plant in south of Mexico. The economic assessment reveals a high range of uses in the variety of goods and products satisfying basic daily necessities, at a low cost and readily available on a regional level; on the another hand, industrial based processes for this plant family are less than few, this is a broad opportunity to incorporate the participation of the productive and economic sectors. Well being of rural communities in the counties of Northeastern Mexico, by creating jobs and improving their lifestyles could be benefiting. It is the Northern region that provides an incipient participation on the updated advances mentioned, due to the lack of knowledge and information on the Agavaceae family.

Introducción

Existe una gran oportunidad de cuantificar y revalorar de manera económica las formas de uso, el aprovechamiento y los productos obtenidos de agaváceas en la región noreste de México, considerando que en la zona centro y sur del país existen antecedentes de uso no comercial, a nivel familiar, mencionadas incluso mucho antes de la época precolombina, tan antigua como hace 9,000 años (Gentry, 1982) al identificarse restos de agaves entre el 25 y 60% de los coprolitos humanos analizados en el centro - sur de México.

En este sentido, en la región sur de Arizona, donde habitaba la etnia Hohokam antes del año 1,000 de nuestra era, se descubrieron construcciones con rocas apiladas de tipo terrazas y represas, calculando una superficie aproximada de 120 mil metros cuadrados para el cultivo de maguey como alimento, también sugieren cifras del total de plantas potenciales a producir (102 mil) que bajo un ciclo anual podría proporcionar el requerimiento calórico suficiente (347 calorías y 4.5 gramos de proteínas por cada 100 gramos) para 155 personas y el proteínico para 110 (Fish et al., 1985) que vivían en esta comunidad.

A nivel regional, Valadez (2002) hace un revelador recuento sobre evidencias arqueológicas de grupos indígenas nómadas de la prehistoria del noreste de México, según el fechado de los restos de carbón descubiertos muestran un antigüedad hasta de 8 mil años. Se describe la forma como estos grupos elaboraban objetos utilitarios ligeros y fáciles de portar a base de fibras vegetales y utilizaban fogones, donde procesaban plantas y animales para su consumo;

entre los utilitarios se mencionan cordeles, sandalias, redes, bolsas, faldas, petates, cestos hasta pelucas para engalanar a los muertos; los fogones, también conocidos como mezcaderos, serían hornos subterráneos para cocinar, donde se colocaban los alimentos, probablemente, envueltos en pencas de agave; la forma de preparar una comida muy común fue a través de cocción “en barbacoa” de carne de venado y el corazón de un tipo de agave, que requería 48 horas de horneado en el fogón, para obtener un néctar que llamaban mezcale, el cual era consumido a través del masticado y succión del líquido de fragmentos de la pulpa, fue tan popular esta práctica en grupos del noreste del país y sur de Texas que los colonizadores llamaban a estos grupos Mezcaderos (Valadez, 2002).

Actualmente los pueblos indígenas y la población rural, principalmente, utilizan estas plantas multipropósito como abastecimiento de materia prima para elaborar 103 productos o usos diferentes, que han sido divididos en 10 categorías a lo ancho del país (Granados, 1999). Entre los usos más generalizados se menciona que, de las pencas obtenían fibras para tejer costales, tapetes, morrales, ceñidores, redes de pesca y cordeles; las pencas enteras se usaban en el techado de construcciones y el escapo floral (quiote) se colocaban como viga después de secado o como cerco (lindero) de terrenos; la piña, o tallo basal de diferentes agaváceas, una vez cosido y aún “verde” se preparaba como tortilla; las púas o espinas se utilizaban como clavos o como agujas; de las raíces se extraían los chinicuiles (gusanos rojos), se elaboraban cepillos, escobas y jabón; del jugo del maguey además del aguamiel, se obtenían bebidas rituales por excelencia: el pulque, el mezcal y el tequila, pero también vinagre y atoles; de sus flores hacían

el guiso de gualumbo o una vez secas eran puestas en los nacimientos; con sus frutos y semillas fabricaban adornos corporales; la planta completa se utilizaba como protección contra la erosión o para mantener los animales y otros bichos fuera de la propiedad (Gentry, 1982; Granados, 1985 y 1999; Hernández *et al.*, 1991; Rechy, 2000; Sheldom, 1980; Tello y García, 1988).

La lechuguilla, fuente principal de fibras duras en el norte de México (Marroquín *et al.*, 1981; Tello y García, 1988), era comercializada en Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y Zacatecas por la empresa Forestal FCL, que agrupaba más de 600 cooperativas. Los materiales procesados se exportan a Brasil, Argentina, Chile, Uruguay, principalmente. Según estadísticas de SARH, en 1993 el total de lechuguilla aprovechada fue de 762 toneladas en 490 mil ha (Granados, 1999).

Mientras los estudios sobre la importancia económica de agaváceas se enfocaba al auge de la producción de fibras, básicamente de lechuguilla, antes de los años ochentas (Marroquín *et al.*, 1981), al inicio de los noventa la industria de fibras duras declina ante las ventajas competitivas, preliminares, de las fibras plásticas (Mayorga *et al.*, 2004). Actualmente el mercado se revaluó y la fibra de lechuguilla se exporta a Europa, Asia, Norte y Sudamérica, como material industrial en la elaboración de cepillos para pulir metales; relleno de muebles, asientos, alfombras, filtros automotrices; al mezclarse con resinas se usa para fabricar puertas, techos y mobiliario (Mayorga *et al.*, 2004), además de estar a prueba como refuerzo en mezclas de concreto en el sector construcción (Meza, 2006).

El henequén es otro ejemplo de cultivo de agaváceas con fines industriales, éste fue en los años treinta la fuente principal de ingreso en la península de Yucatán hasta que empezó a decaer la demanda norteamericana de fibra, debido al inicio del cultivo en Cuba, Jamaica, las Bahamas y Hawai. Entre 1937 y 1955, en México se realizaron varios intentos oficiales para reorganizar el sistema productivo del henequén, sin resultados alentadores. Desde 1990 la producción ha decaído a tal punto que, el país importa fibra de sisal de Brasil, la baja en la producción nacional fue cercana al 50%, al pasar de 56,510 toneladas en 1984 a 27 mil en 1993 y 35 mil en 1994, sin lograr satisfacer la demanda nacional para fabricar cordeles y costales, entre otros productos (Colunga *et al.*, 1999).

Sin embargo, el henequén aún ofrece posibilidades, al señalarse que "el henequén sigue siendo una de las fibras largas duras naturales de mayor calidad en el mundo, es un cultivo altamente productivo en áreas ecológicas con limitaciones de agua y suelo, y además tiene alto potencial como fuente de sapogeninas para la producción de esteroides, detergentes y celulosa" (Colunga *et al.*, 1999), la intención de reactivar el cultivo e impulsar la pequeña industria, redundaría en beneficio de 37 mil campesinos que dependen de esta actividad en Yucatán.

Otro producto industrial derivado de este recurso renovable es el tequila, para dimensionar su valor socioeconómico es suficiente mencionar que se exporta a 60 países (Colunga *et al.*, 2007). Según estadísticas del Banco de Comercio Exterior, el principal comprador es EUA, que en 1993 adquirió 40 millones de litros, de una

producción total de 70 millones. Esta industria ocupa a más de 25 mil personas, en 30 mil ha cultivadas con maguey (Cházaro *et al.*, 2005).

El mezcal empezó a incursionar, en la última década, a nivel internacional en Francia, España, Singapur y Taiwán. Entre 1994 y 2000, la Asociación de Magueyeros de Oaxaca, con 25 socios comunitarios, logró exportar un promedio anual de 700 mil litros de mezcal 100% de agave. La producción anual en Oaxaca son 5 millones de litros, beneficiando alrededor de 5 mil familias que lo cultivan en una área de 5 a 7 mil has (Espinosa-Paz *et al.*, 2005). La producción de mezcal aporta cifras significantes pero poco conocidas, como las siguientes: de *A. angustifolia* y *A. americana*, como materia prima, se destila la bebida “nacional” de calidad mundial, en los estados de Guerrero, Oaxaca, Zacatecas, Durango, San Luis Potosí, 11 municipios de Tamaulipas y uno de Guanajuato (únicos con denominación de origen). Oaxaca es el principal productor de mezcal, su industria sustenta un promedio anual de 3.5 millones de litros (40% de exportación y el resto para el mercado nacional y local), para ello se cultivan poco mas de 12 mil hectáreas, dependiendo directamente de su cultivo 6,500 productores, donde un 7.4% continúan la cadena productiva del mezcal (Espinosa-Paz *et al.*, 2005).

Estudios químicos muestran al aguamiel y al pulque como bebidas ricas en proteínas, vitaminas y calcio, pero el consumo está prácticamente estancado. Sin embargo se considera que además del pulque natural, se pueden obtener una producción más variada del recurso lo que representaría mayor rentabilidad y se rescataría su cultivo (Colunga *et al.*, 2007).

Otras agaváceas son valiosas por su atractivo ornamental como plantas de jardín o paisajismo xérico que utiliza, por lo general, variedades o cultivares modificados por horticultores profesionales; *Polianthes tuberosa*, el nardo, es extensivamente producido como flor y se tiene como planta de ornato en hogares, también es señalado el uso industrial de sus fragancias (García-Mendoza y Solano, 2007).

El objetivo general del presente estudio fue estimar el valor económico de los diferentes usos y productos obtenidos de especies de Agaváceas en comunidades rurales de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Materiales y métodos

La metodología para la determinación taxonómica y la ubicación geográfica de las especies mencionadas de las Agavaceae en el Noreste de México que se reportan en el presente escrito, se explican a detalle en el capítulo 2: Diversidad y biogeografía, y capítulo 3: Distribución geográfica, respectivamente. En este caso sólo se describen los resultados de 32 encuestas aplicadas en Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas realizadas en entre los años 2005 – 2007.

Valoración económica de Agaváceas como recurso forestal no maderable.

Se utilizó un cuestionario o encuesta para la obtención de datos de uso e importancia socioeconómica de especies de agaváceas, el cual se transcribe al final del escrito como apéndice, este contiene 20 preguntas, la mayoría de estas abiertas. Se programó su aplicación para un tiempo estimado de 30 a 50 minutos, según la disponibilidad de la persona encuestada. La información solicitada en

primera instancia es sobre la identificación de la persona, de su localidad específica y de las actividades socioeconómicas que realiza. En segundo término, la encuesta está enfocada a profundizar sobre el conocimiento de las agaváceas que crecen en su entorno, sobre el uso principal y los secundarios que obtienen de éstas, así como sobre la elaboración de productos, cuando aplica el caso, y el valor monetario que representa en su economía.

Se aplicaron 32 encuestas aleatoriamente a personas que realizan actividades cotidianas de campo, en zonas con evidente diversidad de agaváceas, ubicadas en el trayecto de los recorridos para la evaluación y registro de datos del presente estudio; la entrevista se desarrolló después de un reconocimiento previo de los alrededores. La meta por alcanzar con la encuesta fue obtener información adicional de la diversidad en la región; los tipos de uso y de productos elaborados, así como del lugar de procedencia de las agaváceas señaladas con algún uso o aprovechamiento (Granados, 1999).

Por otra parte, se elaboró un catálogo con fotografías de las especies registradas, para facilitar la identificación de plantas referidas en las entrevistas para determinar la valoración económica con los usuarios y público en general.

Resultados

Importancia económica de agaváceas como recurso forestal no maderable.

En las zonas rurales de México, principalmente en el centro-sur del país, a sido ampliamente señalada la importancia económica de agaváceas, tanto en el

aspecto cultural como en el industrial, (Gentry, 1982; Granados, 1999; García-Mendoza, 2007), en la región norte básicamente se enfatiza una importancia económica marginal en cuanto al uso como materia prima de fibras y, en segundo término, como alimento y bebida, sin existir una valuación específica sobre la magnitud correspondiente a componentes de esta familia, aun cuando predomina en la región la condición semiárida que se asocia a estrategias ecofisiológicas de estas suculentas (Nobel, 1988), asumiendo que es necesaria investigación técnica sobre el tema, debido a la escasez o referencia colateral sobre el particular.

En la región noreste se emplean con un fin práctico o comercial 27 especies de las 58 reportadas en este estudio. En casos donde no hubo identificación plena de especies particulares del lugar, no fue considerada la información proporcionada en la entrevista, esto aplicó cuando fue notoria una confusión generada por la similitud entre las fotografías del catálogo de agaváceas, así como al no tener la identificación plena entre las especies mencionadas. En esta fase del estudio fueron consideradas tanto las especies nativas como las no nativas.

El género *Agave* reporta la mayor cantidad de especies (14) utilizadas, lo cual coincide con resultados de otros estudios (García-Mendoza, 2006; Granados, 1985), en segundo lugar se ubica, siguiendo un orden descendente en número, el género *Yucca* con 6 especies y *Manfreda* en tercero con 4; *Hesperaloe* con dos y *Polianthes* con una especie; cabe señalar que las especies de *Beschorneria* son poco conocidas en el noreste de México, al no ser identificadas en ninguna de las entrevistas como agaváceas o con algún uso o producto obtenido de sus

poblaciones (Tabla 4.1). Cabe señalar que todas las especies referidas de *Hesperaloe* corresponden totalmente a plantas de origen silvestres, en el resto de los géneros, al menos una especie, corresponde a ejemplares no silvestres, en el caso particular de *Polianthes*, la única especie mencionada proviene de cultivo.

Un resultado interesante a destacar es que la mayoría de las agaváceas juegan un marcado papel en la vida diaria de las personas entrevistadas, al obtenerse derivados de forma artesanal y algunos de tipo industrial, de bajo costo y alta disponibilidad, para cubrir una gran diversidad de necesidades y satisfactores, a los cuales se hace referencia en la Tabla 4.1.

El uso general reportado con mayor número de especies de agaváceas (Tabla 4.1) fue como ornamental (22 especies mencionadas), donde se pudo apreciar que el 95% de jardines o traspatios cuenta con ejemplares utilizados para embellecerlos o como tipo barrera o cerco; resalta que las especies de *Manfreda* son referidas en pocas ocasiones bajo el único uso descrito como ornamental. Otros manifestaron cuidar a las agaváceas porque con la floración son atraídos diversos animales, los menos mencionaron que las flores del nardo o azucena (*Polianthes*) le son atractivas y, ocasionalmente, las ponen en venta a nivel local.

En este mismo sentido, el siguiente uso general fue para producción de fibra, donde se mencionan 18 especies, siendo la hoja la estructura de uso principal, sin embargo, quienes tenían otras especies de magueyes como opción, comentaron

sobre la diferencia de calidad de la fibra, la facilidad para extraerla y el largo de estas, lo cual implica un producto y precio diferenciado (Tabla 4.1).

Fue considerable la frecuencia al mencionar a la planta usada para fibra como “lechuguilla”, cuando en realidad se trató de homónimos de otras especies. De igual forma se nota una preferencia marcada por elementos de *Yucca* para fibra. De *Manfreda* y *Polianthes* no se citan ninguna especie para fin de extraer fibra.

El tercer uso en la lista fue como material de construcción, ya sea para hacer empalizada como pared o techo temporal con escapos delgados pero perdurables y largos como el de lechuguilla, de espadín (*A. striata*), de lechuguilla brava (*A. lophantha*) o la noha (*A. victoriae-reginae*), pero también en caso de estructuras permanentes se utilizan fustes de *Yucca* como pilotes de soporte o para levantar paredes; los largueros de techos son escapos largos y de mayor diámetro de magueyes como *A. americana* y *A. salmiana* (Tabla 4.1).

El cuarto uso más común, identifica a 10 especies como fuente de alimento (Tabla 4. 1). La flor fue la estructura preferentemente utilizada, pero se mencionaron diferentes recetas y otras partes utilizadas; en este rubro se incluye a la hoja como forraje. En la descripción recavada se indica que la “piña” completa se puede cocinar en pozo y llega a tener el valor alimenticio de la carne. Como golosina fue mencionado el uso del quiote, el cual es cocido y en rodajas se conserva por meses. También la hoja se utiliza para suavizar el cocido de carne magra, de animales silvestres, y aminorar su fuerte sabor.

Tabla 4. 1. Usos y productos obtenidos de especies de la familia Agavaceae en el Noreste de México.

| Nombre científico | F | A | B | O | M | C | Otros | Total |
|---|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| <i>Agave americana</i> | X | X | X | X | | X | X | 6 |
| <i>Agave angustifolia</i> | | X | X | X | | X | | 4 |
| <i>Agave asperrima</i> | X | X | | X | | X | | 4 |
| <i>Agave bracteosa</i> | | | | X | | | X | 2 |
| <i>Agave fourcroydes</i> | X | | X | X | | X | | 4 |
| <i>Agave funkiana</i> | X | | X | | | | | 2 |
| <i>Agave gentryi</i> | | X | | X | | X | | 3 |
| <i>Agave lechuguilla</i> | X | | X | X | X | X | XX | 7 |
| <i>A. lechuguilla</i> x <i>A. asperrima</i> | X | | | | | X | XX | 4 |
| <i>Agave lophantha</i> | X | | | X | | X | X | 4 |
| <i>Agave montium-sancticaroli</i> | | | X | | | | | 1 |
| <i>Agave salmiana</i> | X | X | X | X | XX | X | | 7 |
| <i>Agave striata</i> | X | | | X | | X | XX | 5 |
| <i>Agave tequilana</i> | X | X | X | | | | | 3 |
| <i>Agave victoriae-reginae</i> | | | | X | | X | | 2 |
| <i>Hesperaloe funifera</i> | X | | | X | | | X | 3 |
| <i>Hesperaloe parviflora</i> | X | | | X | | | X | 3 |
| <i>Manfreda brunnea</i> | | | | X | | | | 1 |
| <i>Manfreda potosina</i> | | | | X | | | | 1 |
| <i>Manfreda sileri</i> | | | | X | | | | 1 |
| <i>Manfreda variegata</i> | | | | X | | | | 1 |
| <i>Polianthes tuberosa</i> | | | | X | X | | | 2 |
| <i>Yucca carnerosana</i> | X | X | | X | | X | | 4 |
| <i>Yucca elata</i> | X | | | | | | | 1 |
| <i>Yucca elephantipes</i> | X | X | | X | | | | 3 |
| <i>Yucca filifera</i> | X | X | | X | | X | | 4 |
| <i>Yucca linearifolia</i> | X | | | | | | | 1 |
| <i>Yucca treculeana</i> | X | X | | X | | X | | 4 |
| Total | 18 | 10 | 8 | 22 | 4 | 14 | 11 | 87 |

Abreviaturas utilizadas: F = Fibra, A = Alimento, B = Bebida, O = Ornamental, M = Medicinal, C = Material de construcción. La X significa la mención de tipos de usos.

Se refieren 5 usos más provenientes de las agaváceas (Tabla 4. 1), entre estos la extracción de compuestos químicos para elaborar destilados, principalmente, de tipo mezcal, donde se emplean 8 especies diferentes, además se procesa aguardiente, aguamiel y pulque. De las 8 especies mencionadas con este uso se hizo una diferenciación (Tabla 4.1) en cuanto al sabor y calidad de la bebida, el ejemplo más claro es en la Sierra de San Carlos con *A. montium-sancticaroli* (localmente llamada “vino-mezcal” o “jarcia”), donde resalta el uso del maguey verde (*A. americana*), “lechuguilla” (*A. lophantha*) y maguey amole (*A. funkiana*), que debido a su alto contenido de azúcares se agregan como saborizantes (García-Mendoza *et al.*, 2007; Jacques *et al.*, 2007).

El resto de los usos detectados, de una o dos especies involucradas, se refieren a medicamentos o remedios derivados, como el caso de ayuda para control de diabetes, así como para sanar erupciones en la piel y obtención de alcohol para limpiar heridas (Tabla 4.1). También se utiliza en rituales de tipo limpia y refieren a la flor de nardo como preferida para acompañar fiestas religiosas. Finalmente, los usos no generalizados serían la creación de juguetes con frutos secos, sandalias y como fuate para arriar animales, este último con las hojas de *Hesperaloe*. Los resultados de esta parte del estudio deberán considerarse como preliminares dada la cantidad total de entrevistas aplicadas en el área de estudio.

En el tema industrial, es positiva la presencia de al menos 5 casos donde se procesa materia prima para ofrecer producto con valor agregado, además de

contar con áreas de oportunidad para incorporar a otras cadenas productivas que realizan el proceso de manera artesanal tradicional (Jacques *et al.*, 2007).

A partir del análisis de la estructura de dónde y cómo se obtienen los diferentes usos y productos de estas plantas se observaron dos procesos que pueden llegar a afectar la estructura poblacional: en sentido positivo, mediante estrategias de conservación *in situ*. En sentido negativo, al utilizar la planta completa y causar su muerte. En el primer proceso, como se señala en la Tabla 4.1, los usos o productos con un fin ornamental emplea la planta completa, lo cual es una estrategia de conservación de la diversidad a nivel genético y poblacional en cierta medida, en este caso, significaría que 24 especies de los 5 géneros mencionados tienen un resguardo informal en las localidades analizadas (Tabla 4.1). Pero se deberá poner especial atención dado que muy pocas especies endémicas y de distribución restringida fueron identificadas dentro de este listado.

El segundo proceso involucra tres usos o productos que fueron identificados como bebidas, material para construcción y, en parte, el de fibra (Tabla 4.1); en el caso de bebidas y construcción el manejo requiere del uso de la planta completa, siendo éste, un uso destructivo. Este afecta de forma específica a las poblaciones del género *Agave*, sin tener información adicional que el mismo proceso afecte al resto de los géneros estudiados. En lo referido bajo el rubro de materiales empleados para construcción, desde pequeñas casas hasta cercos o linderos, por lo general se estableció el uso, en el caso de especies de *Agave*, de estructuras como el qurote o escapo floral y pocas veces las hojas, asumiendo no ocasiona

mayor afectación a sus poblaciones; donde se presentaría una incidencia mortal es en el caso de ejemplares de *Yucca*, al utilizar los troncos completos de las tres especies mencionadas. Dos de las especies mencionadas muestran una amplia distribución y disponibilidad en los tres estados del noreste de México, situación diferente de *Y. thompsoniana* que es una palma distribuida principalmente en el matorral tamaulipeco y, en parte, explicaría la baja cantidad y densidad poblacional observada en los recorridos de campo. La tercera, identificada como uso para extracción de fibra, aún cuando el proceso indica que se utiliza la hoja para tal fin, en la práctica, regularmente, se cosechan éstas junto con el ápice de crecimiento, tanto de ejemplares de *Agave* (4 especies) como de *Yucca* (3 especies), y en situaciones drásticas se toma la planta completa, ésta debería ser una buena oportunidad para establecer prácticas y capacitación sobre el manejo adecuado, así como incentivar plantaciones alrededor de las comunidades, ya sea en parcelas de baja productividad abandonadas o en zonas con erosión para apoyar su remediación.

Finalmente, habiendo sido descrito el efecto de dos procesos sobre las poblaciones de agaváceas, solo resta hacer énfasis en la identificación de una especie endémica con distribución restringida, que es utilizada como materia prima para destilar una bebida tradicional de fama regional, el *A. montium-sancticaroli*, cuyas poblaciones de continuar sometidas a este uso no planificado, sin tomar en cuenta las estrategias mínimas de manejo y protección, podrían estar en riesgo de desaparecer (García-Mendoza *et al.*, 2007).

Conclusiones

Los múltiples usos y productos derivados de agaváceas en el noreste de México, reportados en este estudio, revelan que 22 especies son utilizadas como ornamental, siendo éste el uso más generalizado, que a su vez representa, al menos, una forma empírica de manejo y conservación del germoplasma; esto es síntoma de un marcado interés en el área rural por estas plantas, al proporcionar insumos necesarios en la economía diaria de los habitantes de esta región; al mismo tiempo que les facilitan la materia prima para satisfacer necesidades básicas. Al documentar en primera instancia la importancia socioeconómica, a fin de tener una idea general, surge la perspectiva de profundizar en un tratado multidisciplinario riguroso de la forma de empleo de las especies de esta familia en el noreste de México que deberá ser parte de un reto que involucre sentar bases técnicas para planes de manejo de largo alcance.

Bajo las condiciones ambientales de las áreas naturales del noreste del país, donde se ha definido un total de 58 especies englobadas en 6 géneros de la familia Agavaceae, el uso de 27 especies citadas, en el presente estudio, con al menos un uso o producto obtenido de ellas, evoca una forma generalizada de aprovechamiento ancestral que es popular en el sur del país, así como de las fuertes raíces de grupos étnicos que poblaron esta región con ese origen.

Los usos comunes corroboran este eslabón, en particular sobre las plantas del género *Agave* y *Yucca*, que han sido anteriormente entendidas como arraigadas y adaptadas a las condiciones climáticas, principalmente, de las zonas semiáridas

de esta región; al tener una visión integral de las formas de usos y productos por la población rural junto al de la diversidad y distribución de las agaváceas en el noreste de México, es posible determinar que el *A. montium-sancticaroli*, especie microendémica bajo aprovechamiento para elaborar una bebida tradicional, se puede acercar a la extinción, al no haber planes de manejo que sustenten su propagación y conservación.

“A pesar de los múltiples usos de estas plantas, sólo algunos prevalecen y otros se han transformado, a lo largo de la historia de las Agaváceas en México” (Ramírez, 1936), a cuyo planteamiento faltaría agregar - antes que también desaparezcan las plantas con sus organismos acompañantes y el conocimiento tradicional de los usos que los humanos han desarrollado por miles de años.

Literatura citada

Cházaro B., M. J., O. M. Valencia P. y J. A. Vázquez G. 2005. Avances en el estudio de los Agaves del centro de México. *Suculentas* 31:9-15.

Colunga-García, P., J. Coello-Coello, L. E. Eguiarte, & D. Piñero. 1999. Isozymatic variation and phylogenetic relationships between henequen (*Agave fourcroydes*) and its wild ancestor *A. angustifolia* (Agavaceae). *American Journal of Botany* 86(1):115–123.

Colunga G., P., A. Larqué S., L. Eguiarte y D. Zizumbo V. (eds.). 2007. En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves. CICY – CONACYT – CONABIO – INE, SEMARNAT. 402 p + Anexos. México.

Espinosa-Paz, H., E. Bravo-Mosqueda, P. López-López y C. Arredondo-Velásquez. 2005. El agave mezcalero de Oaxaca: Avances de investigación. INIFAP. Libro Técnico No. 3. 180 p. México.

Fish, S. K., P. R. Fish, C. Miksicek & J. Madsen. 1985. Prehistoric Agave cultivation in southern Arizona. Symposium on the Genus *Agave*, Special Issue, *Desert Plants* 7(2):107-14.1. USA.

García-Mendoza, A. 2006. Diversidad, distribución e importancia económica de las *Agavaceae* de Guatemala. Cap. 10, pp. 159-170. En: E. Cano (ed). *Biodiversidad de Guatemala*, Vol. 1. Ed. Universidad Valle de Guatemala. Guatemala.

García-Mendoza, A. 2007. Los *Agaves* de México. *Ciencias (UNAM)* 87(3):15-23.

García-Mendoza, A., C. Jacques-Hernández y A. Salazar B. 2007. Una nueva especie de *Agave*, subgénero *Littaea* (Agavaceae) de Tamaulipas, México. *J. Bot. Res. Inst. Texas* 1(1):79-84. USA.

García-Mendoza, A. y E. Solano. 2007. *Polianthes oaxacana* y *P. geminiflora* var. *pueblensis* (Agavaceae), taxa nuevos de México. *Acta Bot. Mex.* 78: 111-123.

Gentry, H. S. 1982. *Agaves of Continental North America*. Univ. Arizona Press, Tucson, Arizona. 670 p.

Granados, D. 1985. Etnobotánica de los Agaves de las zonas áridas y semiáridas. En: Cruz, C., L. Del Castillo, M. Robert y R. N. Ondarza (eds.). *Biología y Aprovechamiento Integral del Henequén y Otros Agaves*. Ed. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. pp. 127 - 135. México.

Granados S., D. 1999. *Los Agaves en México*. Ed. Univ. Aut. Chapingo. 252 p.

Hernández S., L., C. González R. y F. González M. 1991. Plantas útiles de Tamaulipas, México. *Inst. Biol. UNAM Ser. Bot.* 62(1):1-38. México.

Jacques H., C., O. Herrera P. y J. A. Ramírez L. 2007. El maguey mezcalero y la agroindustria del mezcal en Tamaulipas. En: Colunga G., P., A. Larqué S., L. Eguiarte y D. Zizumbo V. (eds.). En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves. CICY – CONACYT – CONABIO – INE, SEMARNAT. Pp 287-317. México.

Marroquín, J. S., G. Borja L., R. Velázquez y J. A. de la Cruz C. 1981. Estudio ecológico dasonómico de las zonas áridas del norte de México. SARH – Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Pub. Esp. No. 2. 166 p. México.

Mayorga H., E., D. Rössel K., H. Ortiz L. A. R. Quero C. y A. Amante O. 2004. Análisis comparativo en la calidad de fibra de *Agave lechuguilla* Torr., procesada manual y mecánicamente. *Agrociencia* 38(2):219-225. México.

Meza P., J. 2006. Innovación y Tecnología. Usos de las fibras naturales de la lechuguilla como refuerzo en el concreto. *Ciencia UANL* 9(1):73-75. México.

Nobel, P. S. 1988. Environmental biology of agaves and cacti. Cambridge University Press. 270 pp. UK.

Ramírez, L. A. 1936. Distribución de los Agaves de México. UNAM - Anales Inst. Biol. 7(1):17-45. México.

Rechy, M. A. 2000. Estudio integral tecnológico de cinco especies del género *Yucca* para uso industrial. Fac. Ciencias Forestales – UANL. 91 p. México.
Sheldom, S. 1980. Ethnobotany of *Agave lechuguilla* y *Yucca carnerosana* in Mexico's zona ixtlera. *Econ. Bot.* 34(4):376-390.

Tello B., J. J. y E. García M. 1988. El maguey (*Agave*, subgénero *Agave*) en el altiplano potosino-zacatecano. *Bol. Soc. Bot. México* 48:119-134.

Valadez M., M. 2002. Vinateros y talladores. Dos pervivencias indígenas de Nuevo León. *Rev. Humanidades – ITESM* 12: 249-258. México.

APÉNDICE

Formato de la encuesta para el análisis socioeconómico de usos y productos de las agaváceas en el noreste de México.

Esta forma de encuesta se elaboró para su aplicación a personas de áreas rurales donde se realizó el trabajo de campo del presente estudio. Con este instrumento se obtuvo información sobre actividades socioeconómicas y de aprovechamiento de las especies de agaváceas que crecen en Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, así como observaciones sobre el impacto en las poblaciones de estas plantas. El número de aplicaciones fue variable, según disposición y total de habitantes en los sitios visitados; se realizó una verificación preliminar en campo de la abundancia de suculentas en la zona aledaña.

Los resultados obtenidos fueron capturados y analizados mediante una matriz, donde se codificó la respuesta de los participantes para el análisis de información. De esta información se obtuvo la percepción actual que representa esta familia en la economía de la comunidad; la diversificación de usos y productos derivados; el grado de conocimiento, los usos y costumbres tradicionales y actuales sobre las suculentas regionales. La información de las encuestas se analizó para identificar áreas de oportunidad, de forma preliminar según la opinión vertida por los propios habitantes.

La encuesta constó de 20 preguntas con dos temas principales: socioeconómicos y ecológicos. Esta se aplicó principalmente a personas adultos de sexo masculino, por lo menos en un 50%, y en lo posible se busca considerar a mujeres y jóvenes de ambos sexos. La aplicación fue mediante una plática informal en sus comunidades durante la estancia para la colecta de información del estudio.

Nombre de la persona _____ Edad _____ Sexo _____

Localidad _____

Ubicación _____ Fecha _____ Entrevistador _____

1. ¿A qué se dedica? 1 _____ 2 _____

3 _____

2. ¿Cuántos magueyes diferentes hay en esta zona? _____

3. ¿Dónde están? _____

4. ¿Cuántos sotoles diferentes hay en esta zona? _____

5. ¿Dónde están? _____

6. ¿Cuántas palmas diferentes hay en esta zona? _____

7. ¿Dónde están? _____

8. ¿Cuáles de éstas usa usted? _____

Agave _____
Sotol _____
Palma _____
Otros _____

9. ¿Cómo los usa? bebida _____ forraje _____ postes _____
construcción _____ alimento _____ fibra _____
otros _____

10. ¿Qué producto hace? bebida _____ forraje _____ postes _____
construcción _____ alimento _____ fibra _____
otros _____

11. ¿En cuánto los venden? bebida _____ forraje _____ postes _____
construcción _____ alimento _____ fibra _____
otros _____

12. ¿La planta que mas usa es para _____ es? _____ suficiente
_____ escaso _____ depende

13. ¿Cuándo tienen flores en esta zona? _____

14. ¿En su patio tiene estas plantas, cuales? _____

15. ¿Qué tan lejos están las que usa? _____

16. ¿Cuáles son las plantas más importantes para usted? _____

17. ¿Ha visto animales que visiten estas plantas? _____

18. ¿Cuánto tiempo tienen viviendo aquí? _____

19. ¿De dónde es usted? _____

20. Observaciones generales

Describir los rubros:

Localización poblado _____

Localización agaváceas _____

Ubicar en carta topográfica _____

Vegetación, fisiografía, paisaje _____

ANEXO 1

Lista de especies en categorías taxonómicas actualizadas de la familia Agavaceae en el Noreste de México.

La actualización y validación nomenclatural de taxones de la Familia Agavaceae se cotejó en las siguientes fuentes de información:

International Plant Names Index (producto de la colaboración entre el Jardín Botánico Royal, Kew; El Herbario de la Universidad de Harvard; y el Herbario Nacional Australiano). Sitio en internet:

http://www.ipni.org/ipni/advPlantNameSearch.do?find_family=Agavaceae&find_genus=&find_species=&find_infrafamily=&findinfragenus=&find_infraspecies=&find_authorAbbrev=&find_includePublicationAuthors. Consulta de 2006 a 2008.

Bisby FA, Roskov YR, Orrell TM, Nicolson D, Paglinawan LE, Bailly N, Kirk PM, Bourgoin T, van Hertum J, eds (2008). Species 2000 & ITIS Catalogue of Life: 2008 Annual Checklist. Sitio en Internet:

www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2008/. Species 2000: Reading, U.K.

Govaerts, R. 2007. Agavaceae, World Checklist of Selected Plant Families. Last taxonomic scrutiny 09-Jul-2004. Sitio en internet:

urn:catalogueoflife.org:taxon:dd12711a-29c1-102b-9a4a-00304854f820:ac2008, Consulta de 2006 a 2008. Reading, UK.

| Nombre Científico | Autor / Año | Sinónimos | var/ ssp/ f | Autor / Año |
|---------------------------------|----------------------|-----------|------------------|------------------------------------|
| Subgenus LITTAEA Sección | | | | |
| Marginatae | | | | |
| A. difformis | Berger, 1915 | A. | haynaldii | Todaro, 1876 |
| A. funkiana | Koch & Bouche, 1860 | | | |
| A. glomeruliflora | Berger, 1915 | A. | chisosensis | Muller, 1939 |
| | | A. | heteracantha | var glomeruliflora Engelmann, 1883 |
| | | A. | lechuguilla | f glomeruliflora Trelease, 1920 |
| A. lechuguilla | Torrey, 1859 | A. | heteracantha | Origen Hortícola |
| | | A. | lophatha | var poselgeri Berger, 1915 |
| | | A. | multilineata | Baker, 1888 |
| | | A. | poselgeri | Salm Dyck, 1859 |
| A. lophantha | Gentry, 1982 | A. | heteracantha | Zuccarrini, 1833 |
| | | A. | mezortillo | Origen Hortícola |
| | | A. | univittata | Haworth, 1831 |
| | | A. | vittata | Regel., 1858 |
| A. montium-sancticaroli | García-Mendoza, 2007 | | | |
| A. obscura | Schiede, 1830 | A. | polyacantha | var xalapensis Gentry, 1982 |
| | | A. | xalapensis | Roezl ex Jacobi, 1865 |
| A. potrerana | Trelease, 1920 | | | |
| A. victoriae-reginae | Moore, 1875 | A. | consideranti | Carr., 1875 |
| | | A. | ferdinandi-regis | Berger, 1915 |
| | | A. | nickelsii | Gosselin, 1895 |
| A. xylonacantha | Salm Dyck, 1859 | A. | carchariodonta | Pampanini, 1907 |
| | | A. | kochii | Jacobi, 1866 |
| Polycephalae | | | | |
| A. celsii var. celsii | Hooker, 1856 | A. | botteri | Baker, 1876 |
| | | A. | bouchei | Jacobi, 1865 |
| | | A. | haseloffii | Jacobi, 1866 |
| | | A. | micracantha | Salm Dyck, 1855 |
| | | A. | mitis | Martius, 1859 |
| | | A. | oblongata | Jacobi, 1869 |
| | | A. | polyacantha | Haworth, 1821 |

| Nombre Científico | Autor / Año | Sinónimos | var/ ssp/ f | Autor / Año |
|---|--|-------------------|-----------------|------------------|
| A. polyacantha | Haworth, 1821 | A. chloracantha | | Salm Dyck, 1859 |
| | | A. densiflora | | Hooker, 1857 |
| | | A. engelmannii | | Trelease, 1892 |
| | | A. flaccifolia | | Berger, 1907 |
| | | A. maximowicziana | | Regel., 1890 |
| | | A. micrantha | | Baker, 1878 |
| | | A. uncinata | | Jacobi, 1865 |
| Serrulatae | | | | |
| A. bracteosa | Watson, 1882 | | | |
| Striatae | | | | |
| A. albopilosa | I. Cabral, Villarreal y E. Estrada, 2007 | | | |
| A. striata ssp. falcata | Gentry, 1982 | A. falcata | | Engelmann, 1875 |
| | | A. pauciflora | | Todaro, 1877 |
| A. striata ssp. striata | Zuccarrini, 1833 | A. recurva | | Zuccarrini, 1845 |
| A. tenuifolia | Zamudio & E. Sánchez, 1995 | | | |
| Subgenus AGAVE Sección | | | | |
| Americanae | | | | |
| A. americana var. americana | Linnaeus, 1753 | A. complicata | | Trelease, 1913 |
| | | A. felina | | Trelease, 1920 |
| | | A. gracillispina | | Engelmann, 1914 |
| | | A. ingens | | Berger, 1915 |
| | | A. mediomixta | | Trelease, 1913 |
| | | A. melliflua | | Trelease, 1914 |
| | | A. rasconensis | | Trelease, 1914 |
| | | A. subzonata | | Trelease, 1920 |
| | | A. zonata | | Trelease, 1914 |
| A. americana ssp. protoamericana | Gentry, 1982 | | | |
| A. asperrima ssp. asperrima | Ullrich, 1992 | A. asperrima | | Jacobi, 1864 |
| | | A. caeciliana | | Berger, 1915 |
| | | A. scabra | | Salm Dyck, 1859 |
| | | A. scabra | ssp scabra | Gentry, 1982 |
| A. asperrima ssp. madrensis | Ullrich, 1992 | A. scabra | ssp maderensis | Gentry, 1982 |
| A. asperrima ssp. potosiensis | Ullrich, 1992 | A. scabra | ssp potosiensis | Gentry, 1982 |

| Nombre Científico | Autor / Año | Sinónimos | var/ ssp/ f | Autor / Año |
|--------------------------------------|---|--|--------------------------------------|--|
| Parryanae | | | | |
| A. havardiana | Trelease, 1912 | | | |
| A. ovatifolia | Starr & Villarreal, 2002 | A. noah | | Nickels 1894, (rechazado) |
| A. parrasana | Berger, 1906 | A. wislizeni | ssp parrasana | Engelmann, 1875 (A. Berger) Gentry, 1975 |
| A. parryi spp. neomexicana | Ullrich, 1992 | A. neomexicana | | Wootton & Standley, 1913 |
| Rigidae | | | | |
| A. angustifolia | Haworth, 1821 (A. vivipara L., 1753) | A. aboriginum A. bergeri A. donnell-smithii A. elongata A. endlichiana A. exselsa A. ixtlii A. ixtlioides A. jacquiniana A. kirschneriana A. lespinassei A. owenii A. pacifica A. prainiana A. sicaefolia A. spectabilis A. wrightii A. yaquiana A. zazupe | | Trelease, 1907 Trelease, 1915 Trelease, 1915 Jacobi, 1865 Trelease, 1907 Baker, 1877 Karwinsky, 1837 Hooker, 1871 Schultes, 1829 Berger, 1915 Trelease, 1907 Johnston, 1924 Trelease, 1920 Berger, 1915 Trelease, 1915 Todaro, 1878 Drummond, 1909 Trelease, 1920 Trelease, 1907 |
| A. angustifolia var. deweyana | Gentry, 1982 | A. deweyana | | Trelease, 1909 |
| A. fourcroydes | Lemaire, 1864 | A. elongata A. ixtli A. ixtlioides A. rigida A. sullivani | var elongata var elongata | Berger, 1915 Baker, ND Lemaire ex. Jacobi, ND Baker, ND Trelease, 1920 |
| A. tequilana | Weber, 1902 | A. palmaris A. pedrosana A. pes-mulae A. pseudotequilana A. subtilis | | Trelease, 1920 Trelease, 1920 Trelease, 1920 Trelease, 1920 Trelease, 1920 |

| Nombre Científico | Autor / Año | Sinónimos | var/ ssp/ f | Autor / Año |
|--|-------------|---------------------|-------------------|-------------------------------|
| Salmianae | | | | |
| A. gentryi Ullrich, 1990 | | A. macroculmis | | Tódaro, 1878 |
| A. mapisaga var. mapisaga Trelease, 1920 | | | | |
| A. montana Villarreal, 1996 | | | | |
| A. salmiana ssp. crassispina Gentry, 1982 | | A. crassispina | | Trelease, 1914 |
| A. salmiana var. salmiana Salm Dyck, 1859 | | A. atrovirens | var sigmatophylla | Berger, 1915 |
| | | A. coarctata | | Jacobi, 1868 |
| | | A. cochlearis | | Jacobi, 1870 |
| | | A. compluviata | | Trelease, 1914 |
| | | A. jacobiana | | Salm Dyck, 1859 |
| | | A. lehmannii | | Jacobi, 1868 |
| | | A. mitriformis | | Jacobi, 1868 |
| | | A. quotifera | | Trelease ex Ochoterena, 1913 |
| | | A. tehuacanensis | | Karwinsky ex. Salm Dyck, 1859 |
| Sisalanae | | | | |
| A. weberi Cels ex Poisson 1901 | | A. franceschiana | | Trelease, 1912 |
| BESCHORNERIA | | | | |
| B. rigida Rose, 1909 | | B. roseana | | Ploem, 1923 |
| B. septentrionalis García-Mend., 1988 | | | | |
| HESPERALOE | | | | |
| H. campanulata G. D. Starr, 1998 | | | | |
| H. funifera (K. Koch) Trel., 1902 | | A. funifera | | (K. Koch) Lem., 1864 |
| | | H. davyi | | Baker f., 1898 |
| | | Y. funifera | | K. Koch, 1862 |
| H. parviflora (Torr.) J. M. Coult., 1894 | | Aloe yuccifolia | | A. Gray, 1868 |
| SW. Texas to Mexico (NW. Coahuila) | | H. yuccifolia | | (A. Gray) Engelm., 1871 |
| | | Y. parviflora | | Torr., 1858 |
| MANFREDA | | | | |
| M. brunnea (S. Watson) Rose, 1903 | | A. brunnea | | S. Watson, 1891 |
| | | P. brunnea | | (S. Watson) Shinnars, 1966 |
| M. longiflora (Rose) Verh.- Will., 1975 | | A. longiflora | | (Rose) G. D. Rowley, 1977 |
| | | P. runyonii | | Shinnars, 1966 |
| | | Runyonia longiflora | | Rose, 1922 |
| M. maculosa (Hooker) Rose, 1903 | | A. maculosa | | Hooker, 1859 |
| | | A. maculata | | Engelm. ex Torr., 1856 |
| | | A. maculata | var brevituba | (Engelm.) Mulford, 1859 |

| Nombre Científico | Autor / Año | Sinónimos | var/ ssp/ f | Autor / Año |
|---|-------------|----------------------|------------------|--|
| M. potosina (Rob. et Greenm.) Rose, 1903 | | A. maculosa | | Engelm., 1875 |
| | | A. maculosa | var minor | Jacobi, 1869 |
| M. sileri Verh.- Will., 1978 | | P. maculosa | | (Hook.) Shinnery, 1966 |
| | | A. potosina | | Rob. et Greenm., 1884 |
| | | Delpinoa gracillima | | H. Ross, 1898 |
| M. variegata (Jacobi) Rose, 1903 | | P. potosina | | (Rob. et Greenm.) Shinnery, 1966 |
| | | A. sileri | var sileri | (Verh.-Will.) Thiede & Eggl, 1999 |
| M. virginica (L.) Salisbury ex Rose (1903) | | M. variegata | | Verhoek, 1975 |
| | | A. variegata | | Jacobi, 1865 |
| | | M. tamazunchalensis | | Matuda, 1966 |
| | | M. xilitlensis | | Matuda, 1966 |
| | | P. variegata | | (Jacobi) Shinnery, 1966 |
| | | A. aliberti | | Baker, 1883 |
| | | A. conduplicata | | Jacobi & C.D.Bouché, 1865 |
| | | A. lata | | Shinnery, 1951 |
| | | A. pallida | | Salisb., 1796 |
| | | A. tigrina | | (Engelm.) Cory, 1936 |
| POLIANTHES | | A. virginica | | Baker, 1883 |
| | | A. virginica | | L., 1753 |
| | | A. virginica | var conduplicata | (Jacobi & Bouché) A. Terracc., 1885 |
| | | A. virginica | ssp lata | (Shinnery) Thiede & Eggl, 2001 |
| | | A. virginica | var polyanthus | Engelm., 1875 |
| | | A. virginica | f tigrina | (Engelm.) Palmer & Steyerm., 1935 |
| | | A. virginica | var tigrina | Engelm., 1875 |
| | | Alibertia intermedia | | Marion ex Baker, 1883 |
| | | Aloe caroliniana | | Hill, 1768 |
| | | Aloe virginica | | (L.) Crantz, 1766 |
| | | M. aliberti | | (Baker) Rose, 1903 |
| | | M. conduplicata | | Rose, 1903 |
| P. sessiliflora (Hemsley) Rose, 1903 | | M. tigrina | | (Engelm.) Small, 1903 |
| | | M. virginica | ssp lata | (Shinnery) O'Kenn., Dig. & Lips., 1999 |
| | | M. virginica | var tigrina | (Engelm.) Rose, 1903 |
| | | P. lata | | (Shinnery) Shinnery, 1966 |
| | | P. virginica | f tigrina | (Engelm.) Shinnery, 1966 |
| | | Bravoa sessiliflora | | Hemsl., 1880 |

| Nombre Científico | Autor / Año | Sinónimos | var/ ssp/ f | Autor / Año |
|---|-------------|---|---------------------------------|---|
| P. tuberosa L., 1753 | | A. polianthes A. tuberosa Crinum angustifolium P. gracilis P. tuberosa P. tuberosa Tuberosa amica | var gracilis f plena | Thiede & Eggl, 2001 (L.) Thiede & Eggl, 1999 Houtt., 1780 Link, 1821 (Link) Baker, 1888 Moldenke, 1948 Medik., 1790 |
| YUCCA | | | | |
| Section Chaenocarpa (fruto seco) | | | | |
| Series Rupicolae | | | | |
| Y. thompsoniana Trelease, 1911 | | Y. rupicola Scheele Y. rostrata | var rigida | Engelmann, 1873 (a) Engelmann ex Trelease, 1902 (a) |
| Y. rostrata (Engelmann) Trelease, 1902 | | | | |
| Y. reverchonii Trelease, 1911 | | Y. rupicola Y. rupicola | | Scheele 1850 Trelease, 1902 (a) |
| Y. rigida (Engelmann) Trelease, 1902 | | Y. rupicola Scheele | var rigida | Engelmann, 1873 (a) |
| Series Elatae | | | | |
| Y. coahuilensis Matuda et Piña 1980 | | | | |
| Y. elata Engelmann var. elata , 1882 | | Y. angustifolia Y. angustifolia Y. radiosa Y. radiosa | var elata var radiosa | Engelmann, 1873. Engelmann, 1871 (Engelmann) Trelease, 1892 (Engelmann) Trelease, 1902 |
| Section Yucca (Sarcocarpa) (fruto carnoso) | | | | |
| Series Faxonianae | | | | |
| Y. carnerosana (Trelease) McKelvey, 1938 (5) | | Y. australis Samuela carnerosana Y. faxoniana | | Trelease, 1893 Trelease, 1902 (Trelease) Sarg., ND |
| Series Baccatae | | | | |
| Y. endlichiana Trelease, 1907 | | | | |
| Series Treculianae | | | | |
| Y. linearifolia Clary, 1995 | | | | |
| Y. elephantipes Regel, 1859 | | Y. guatemalensis | | Baker, 1892 |
| Y. decipiens Trelease, 1907 | | | | |
| Y. torreyi Shafer var. torreyi , 1908 | | Y. baccata Torr. Y. baccata Torr. Y. crassifolia | var macrocarpa var australis | Torrey, 1859 Engelmann, 1873 Engelmann, 1873 |

| Nombre Científico | Autor / Año | Sinónimos | var/ ssp/ f | Autor / Año |
|---|-------------|-----------------------|------------------|----------------------------|
| | | Y. macrocarpa | | (Torrey) Merriam, 1893 |
| | | Y. torreyi Shafer | f parviflora | McKelvey, 1938 |
| Y. filifera Chabaud, 1876 | | Y. baccata Torr. | var australis | Engelmann, 1902 |
| | | Y. canaliculata Hook. | var filifera | Fenzl, ND |
| | | Y. australis | | (Engelmann) Trelease, 1892 |
| | | Y. potosina | | Rzedowski, 1954 |
| Y. treculeana Carriere, 1859 (6) | | Y. argospatha | | Verlot, 1868 |
| | | Y. aspera | | Engelmann, 1873 |
| | | Y. canaliculata | | Hooker, 1860 |
| | | Y. longiflora | | Buckley, 1862 |
| | | Y. treculeana | var canaliculata | (Hooker) Trelease, 1902 |
| | | Y. treculeana | var succulenta | McKelvey, 1938 |

(1) Esta especie resulto en el análisis genético con un linaje diferente al resto de la sección *Yucca*, con base a Pellmyr et al. (2007).

(2) Con base a los datos de Pellmyr et al. (2007), esta especie muestra un genoma afín a las especies de la serie *Baccateae*.

(a) Se refiere que solo se considera en parte como determinación de la especie.

var/ ssp/ f.- Las abreviaciones corresponden a las categorías infraespecíficas de variedad, subespecie y forma, respectivamente.

Lista de las especies de Agavaceae con distribución en los estados del Noreste de México y los taxa endémicos.

Abreviatura empleadas: Gen., Género de la familia; Cat. Infraespecífica, Categoría Infraespecífica; Coah., Coahuila; NL, Nuevo León; Tam., Tamaulipas; A., Agave; B., Beschorneria; H., Hesperaloe; M., Manfreda; P., Polianthes; Y., Yucca; Cult., se refiere a que solo fue localizada bajo cultivo.

El nombre científico de cada especie se inscribe completo, con la autoridad y la sinonimia respectiva, en la lista actualizada en este mismo anexo.

La presencia de una especie se señala con el número uno, y la presencia de una categoría infraespecífica se señala con la abreviatura del estado que corresponde.

Los nombres que aparecen en negrillas corresponden a una especie o categoría infraespecífica considerada endémicas a la entidad indicada.

| Gen | Especie | Cat. Infraespecifico | Coah | NL | Tam |
|--------------|----------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| A | albopilosa | | | 1 | |
| A | americana | americana | 1 | NL | TAM |
| A | americana | protoamericana | | 1 | 1 |
| A | angustifolia | angustifolia | | 1 | TAM |
| A | angustifolia | deweyana | | | 1 |
| A | asperrima | asperrima | COAH | NL | TAM |
| A | asperrima | madrensis | 1 | | 1 |
| A | asperrima | potosiensis | | 1 | |
| A | bracteosa | | 1 | 1 | |
| A | celsii | celsii | Cult. | 1 | 1 |
| A | difformis | | | | 1 |
| A | fourcroydes | | | Cult. | Cult. |
| A | funkiana | | | 1 | 1 |
| A | gentryi | | 1 | 1 | 1 |
| A | glomeruliflora | | 1 | | |
| A | havardiana | | 1 | | |
| A | lechuguilla | | 1 | 1 | 1 |
| A | lophantha | | 1 | 1 | 1 |
| A | mapisaga | | | | 1 |
| A | montana | | 1 | 1 | |
| A | montium-sacticaroli | | | | 1 |
| A | obscura | | 1 | | 1 |
| A | ovatifolia | | | 1 | |
| A | parrasana | | 1 | | |
| A | parryi | neomexicana | 1 | 1 | |
| A | polyacantha | | | | 1 |
| A | potrerana | | 1 | | |
| A | salmiana | crassispina | 1 | | |
| A | salmiana | salmiana | COAH | 1 | |
| A | striata | falcata | 1 | 1 | 1 |
| A | striata | striata | COAH | NL | TAM |
| A | tenuifolia | | | | 1 |
| A | tequilana | | | Cult. | Cult. |
| A | victoriae-reginae | | 1 | 1 | |
| A | weberi | | Cult. | Cult. | 1 |
| A | xylonacantha | | | | 1 |
| Total | | | 16 | 16 | 17 |

| Gen | Especie | Cat. Infraespecifico | Coah | NL | Tam |
|-------------------|------------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|
| B | rigida | | | | 1 |
| B | septentrionalis | | | 1 | 1 |
| Total | | | 0 | 1 | 2 |
| H | campanulata | | | 1 | |
| H | funifera | | 1 | 1 | |
| H | parviflora | | 1 | 1 | |
| Total | | | 2 | 3 | 0 |
| M | brunnea | | 1 | | |
| M | longiflora | | | | 1 |
| M | maculosa | | 1 | | 1 |
| M | potosina | | 1 | 1 | 0 |
| M | sileri | | | 1 | 1 |
| M | variegata | | | 1 | 1 |
| M | virginica | | | | 1 |
| Total | | | 3 | 3 | 5 |
| P. | sessiliflora | | | 1 | 1 |
| P. | tuberosa | | Cult. | Cult. | Cult. |
| Total | | | 0 | 1 | 1 |
| Y | carnerosana | | 1 | 1 | 1 |
| Y | coahuilensis | | 1 | | |
| Y | decipiens | | | 1 | |
| Y | elata | | 1 | | |
| Y | elephantipes | | Cult. | Cult. | Cult. |
| Y | endlichiana | | 1 | | |
| Y | filifera | | 1 | 1 | 1 |
| Y | linearifolia | | 1 | 1 | |
| Y | reverchonii | | 1 | | |
| Y | rigida | | 1 | 1 | |
| Y | rostrata | | 1 | 1 | |
| Y | thompsoniana | | 1 | 1 | |
| Y | torreyi | | 1 | 1 | 1 |
| Y | treculeana | | 1 | 1 | 1 |
| Total | | | 12 | 9 | 4 |
| Gran Total | | | 36 | 37 | 33 |

Acta Botánica Mexicana
Instituto de Ecología A.C.
murillom@ecologia.edu.mx
ISSN (Versión impresa): 0187-7151
MÉXICO

2007

Ismael Cabral Cordero / José Ángel Villarreal Quintanilla / Eduardo A. Estrada Castillón
AGAVE ALBOPILOSA (AGAVACEAE, SUBGÉNERO LITAEAE, GRUPO STRIATAE),
UNA ESPECIE NUEVA DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL EN EL NORESTE DE
MÉXICO

Acta Botánica Mexicana, julio, número 080
Instituto de Ecología A.C.
Pátzcuaro, México
pp. 51-57

AGAVE ALBOPILOSA (AGAVACEAE, SUBGÉNERO LITTAEAE, GRUPO STRIATAE), UNA ESPECIE NUEVA DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL EN EL NORESTE DE MÉXICO

ISMAEL CABRAL CORDERO¹, JOSÉ ÁNGEL VILLARREAL QUINTANILLA², EDUARDO A. ESTRADA CASTILLÓN¹

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales
Apdo. postal 41, 67700 Linares, Nuevo León, México.
icabralc@gmail.com - icabralc@prodigy.net.mx

²Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Botánica
25315 Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

RESUMEN

Se propone como especie nueva a *Agave albopilosa*, un maguey pequeño rupícola del grupo *Striatae*, de la Sierra Madre Oriental. Su característica más sobresaliente es un mechón circular de pelos blancos en la porción distal de las hojas, justo debajo de la espina terminal. Las flores son ligeramente campanuladas, similares a las de *A. stricta*, pero con lóbulos más cortos y también los frutos son más pequeños. Se incluye una ilustración de la planta y una clave para la separación de las especies del grupo.

Palabras clave: Agavaceae, *Agave albopilosa*, México, Sierra Madre Oriental.

ABSTRACT

Agave albopilosa is described as a new species. It is a small plant, among the agaves of the *Striatae* group, growing in the Sierra Madre Oriental. Its most notorious feature is a ring of hairs near the end of the leaves, just below the terminal thorn. The flowers are characteristic of the group, more similar to the ones in *A. stricta*, slightly campanulate but with shorter lobes, and also a shorter fruit. An illustration and a key to separate the species of the group are provided.

Key words: Agavaceae, *Agave albopilosa*, Mexico, Sierra Madre Oriental.

INTRODUCCIÓN

El grupo *Striatae* del género *Agave* fue propuesto originalmente por Baker en 1888 (Gentry, 1982). Sus características distintivas son las hojas estriadas, lineares y aserradas en el margen, las flores con tubos largos, lóbulos pequeños y el ovario sin prolongarse en un cuello, proyectado hacia el interior del tubo. Las especies (taxa) que conforman este conjunto en el tratado de agaves de Norteamérica de Gentry (1982) son: *Agave striata* Zucc. ssp. *striata*, *A. striata* Zucc. ssp. *falcata* (Engelm.) Gentry, *A. dasylirioides* Jacobi & Bouché y *A. stricta* Salm-Dyck, todas ellas dadas a conocer en el siglo antepasado.

Recientemente se han descrito de la misma afinidad a *A. tenuifolia* Zamudio & E. Sánchez (1995), *A. petrophila* García-Mend. & E. Martínez (1998a y b) y *A. rzedowskiana* P. Carrillo et al. (2003). La novedad aquí propuesta adiciona una especie a este grupo.

Agave albopilosa I. Cabral, Villarreal & A. E. Estrada, sp nov. (Figs. 1-3)

Agave strictae similis sed differt foliis 14-23 cm longis 8-14 mm latis, parum incurvatis, apicibus caespite trichomatum albidorum ante spinam terminalem; floribus breviter campanulatis, tubis 8-10 mm longis lobis 4-5 mm longis erectis parum incurvatis; capsulis oblongis 10-12 mm longis 8-10 mm latis.

Planta perenne, cespitosa; tallos decumbentes; raíz leñosa, de hasta 20 cm de largo y de 2 a 2.5 cm de diámetro en la parte inicial, que se ancla en la roca; roseta simétrica, hemisférica, de 20 a 40 cm de diámetro y 15 a 36 cm de alto, hojas 100 a 180 por planta, arregladas en 15 a 25 hileras, linear-trianguulares, de 14 a 23 cm de largo y 8 a 14 mm de ancho en la parte media, adelgazándose en el ápice, base ensanchada, envainante, ápice terminado en un mechón anular, oblicuo, con pelos blancos de 4 a 7 mm de largo, localizado 4 a 6 mm debajo de la espina, espina recta a sigmoidea, negruzca, de 3-6 mm de largo y 0.7 a 0.9 mm de ancho en la base, subcónica, segmento entre la espina y el mechón de pelos con margen entero y cubierto por pelos aplicados, margen aserrado, rígido, ligeramente curvadas, ligeramente cóncavas en forma de “v” abierta, con costilla dorsal, estriadas en ambas superficies, glabras, verde amarillentas a ligeramente glaucas; inflorescencia en escapo floral espigado, pedúnculo de 30 a 50 cm de largo y 6 a 9 mm de diámetro, recto a inclinado, con brácteas esparcidas linear-trianguulares, de 3 a 5 cm de largo y 3 a 5 mm de ancho, ápice acuminado, de color amarillento, espiga cilíndrica, de 15 a 30 cm de largo y

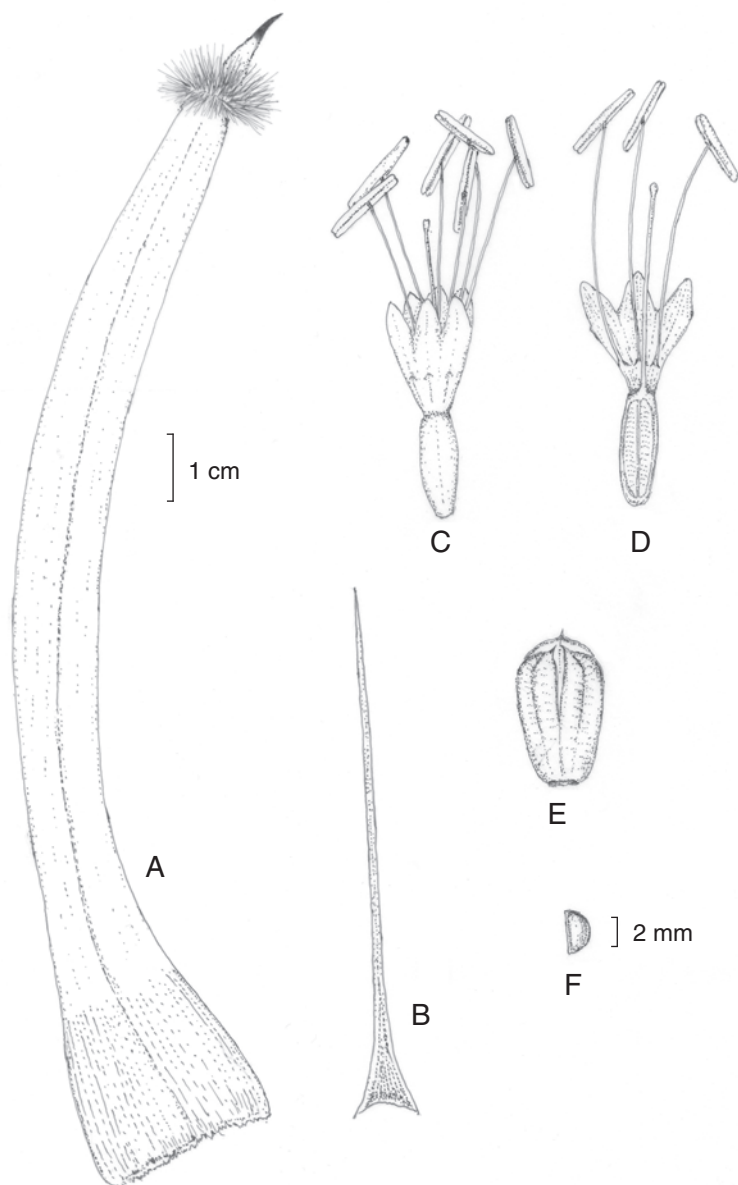


Fig. 1. *Agave albopilosa* I. Cabral, Villarreal & A. E. Estrada. A. hoja; B. bráctea; C. flor; D. disección de la flor que muestra la parte interna; E. fruto; F. semilla. La escala de 1 cm es válida para las figuras A-E.



Fig. 2. *Agave albopilosa* I. Cabral, Villarreal & A. E. Estrada. Planta con hojas mostrando el mechón de pelos.



Fig. 3. Inflorescencia de *Agave albopilosa* I. Cabral, Villarreal & A. E. Estrada.

4 a 8 cm de diámetro, densa; botones florales verde purpúreos, flores 70 a 120 por inflorescencia, usualmente pareadas, ligeramente campanuladas, verdosas, con tintes purpúreos, brácteas iguales a las del escapo, pero más cortas; ovario cortamente oblongo, de 8 a 10 mm de largo, verde, perianto de 14 a 16 mm de largo, tubo de 8 a 10 mm de largo, lóbulos de 4 a 5 mm de largo, erectos, ligeramente incurvados, estambres insertos en la parte media del tubo, exertos, filamentos aplanados, de 25 a 30 mm de largo, verde amarillentos, anteras de 8 a 10 mm de largo, amarillas; estilo cilíndrico, de 26 a 32 mm de largo, verdoso, estigma ligeramente trilobulado; cápsulas oblongas, de 10 a 12 mm de largo, de 8 a 10 mm de ancho, con estrías transversales, glabras, cafés oscuras; semillas semicirculares, aplanadas, engrosadas en el lado curvo, de 3 a 3.5 mm de largo y 1.5 a 2 mm de ancho, lisas, de color negro.

Tipo: México. Sierra Madre Oriental, 8.VII.2004, *I. Cabral 1612* (Holotipo: MEXU, isotipos: ANSM, CFNL, ENCB, UNL).

Material adicional consultado: Sierra Madre Oriental. 24.VI.1998. *J. Verduzco 324* (ANSM).

La especie es conocida de un área restringida de la Sierra Madre Oriental, crece sobre taludes rocosos en poblaciones dispersas formadas por individuos solitarios o pequeñas colonias en altitudes de 1000 a 1500 m. Comparte el habitat con especies como *Agave bracteosa* S. Watson, *A. lechuguilla* Torr., *A. striata* Zucc., *A. victoriae-reginae* Moore, *Hechtia texensis* S. Watson, *Dasylyrion berlandieri* S. Watson, *Acacia berlandieri* Benth., *Mortonia greggii* A. Gray, *Abelia coriacea* Hemsl., *Purshia plicata* (D. Don) Henr. y *Fraxinus greggii* A. Gray, entre otras. Dada su distribución restringida y escasa abundancia, es una especie amenazada que deberá protegerse y propagarse en jardines botánicos y viveros para asegurar su existencia. Para evitar la colecta ilegal, la localidad precisa se mantiene oculta.

Taxonómicamente la especie se ubica en la sección *Striatae* y en su morfología se relaciona con *A. stricta*. El hábito y las hojas son semejantes, aunque éstas son menos numerosas y llevan un mechón de pelos blancos en la porción terminal. Las flores son más pequeñas (20-25 mm vs. 24-35 mm) con los lóbulos del perianto más cortos (4-5 mm vs. 8-10 mm), y cápsulas más cortas (10-12 mm vs. 12-14 mm). Difieren también en el hábitat (rupícola vs. terrestre) y la distribución (noreste de México vs. Puebla). Otra especie con la que presenta similitud morfológica es *A. rzedowskiana*, en la que los lóbulos del perianto son más grandes (7-8 mm vs. 4-5 mm en *A. albopilosa*) y falta la pubescencia en las hojas.

El epíteto específico describe el círculo de pelos blancos que rodean la espina terminal de las hojas, característica distintiva del nuevo taxon. Localmente conocida como mechudo.

Clave para la separación de las especies del grupo *Striatae*

1. Flores cilíndricas; lóbulos del perianto de 1/3 a 1/4 de largo del tubo.
 2. Inflorescencia laxa; filamentos de los estambres de 20 a 25 mm de largo, cortamente exertos; hojas aprox. 50, de hasta 130 cm de largo *A. tenuifolia*
 2. Inflorescencia densa; filamentos de los estambres de 20 a 50 mm de largo; largamente exertos; hojas aprox. 100, de 25 a 60 cm de largo *A. striata*
1. Flores campanuladas; lóbulos del perianto de la mitad del largo del tubo.
 3. Hojas de 40 a 100 cm de largo; rosetas laxas; flores amarillo-verdosas.
 4. Flores de 20 a 25 cm de largo; filamentos insertos en el ápice del tubo floral; hojas 40 a 70 cm de largo *A. petrophila*
 4. Flores de 25 a 40 cm de largo; filamentos insertos en la parte media del tubo floral; hojas de 40 a 100 cm de largo *A. dasylirioides*
 3. Hojas de 20 a 35(-50) cm de largo; rosetas densas; flores rojas a rojizas.
 5. Flores de 24 a 35 mm de largo; cápsulas de 12 a 14 mm largo; sur de Puebla *A. stricta*
 5. Flores de 20 a 25 mm de largo; cápsulas de 10 a 12 mm de largo.
 6. Hojas con un mechón de pelos en la parte distal; lóbulos del perianto de 4 a 5 mm de largo; Sierra Madre Oriental *A. albopilosa*
 6. Hojas sin mechón de pelos; lóbulos del perianto de 7 a 8 mm de largo; Sierra Madre Occidental (Jal., Sin.) *A. rzedowskiana*

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la revisión del escrito a Abisaf García Mendoza, la descripción en latín a Guy Nesom. La ilustración se debe a la colaboración de Miguel A. Carranza Pérez. El grupo Taller de Tecnología Prehistórica del Noreste de México, en especial Héctor Lazcano Fernández y Raúl Femat Lozano, así como Mario Mansilla Terán, Martín Bremer Bremer, Mario Chapa y Ulises Treviño Treviño, integrantes de la Red Desarrollo ConCiencia, apoyaron al primer autor en las excursiones de campo. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología otorgó una beca a Ismael Cabral para realizar los estudios de posgrado en la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

LITERATURA CITADA

- Carrillo, P., R. Vega y R. Ramírez. 2003. *Agave rzedowskiana*, a new species in subgenus *Littaea* (Agavaceae) from western Mexico. *Brittonia* 55(3): 240-244.
- Gentry, H. S. 1982. *Agaves of continental North America*. University of Arizona Press. Tucson, Arizona. 670 pp.
- García, A. y E. Martínez. 1998a. Una nueva especie de *Agave*, subgénero *Littaea* (Agavaceae) de Guerrero y Oaxaca, México. *Sida* 18(1): 227-230.
- García, A. y E. Martínez. 1998b. *Agave petrophila* García-Mend. & E. Martínez, nom. nov. (Agavaceae). *Sida* 18(2): 627.
- Zamudio, S. y E. Sánchez. 1995. Una nueva especie de *Agave* del subgénero *Littaea* (Agavaceae) de la Sierra Madre Oriental, México. *Acta Bot. Mex.* 32: 47-52.

Recibido en octubre de 2006.

Aceptado en marzo de 2007.

ANEXO II

Agave albopilosa (Agavaceae, subgénero Littaea, grupo Striatae), una especie nueva de la Sierra Madre Oriental en el Noreste de México.

Autores:

Ismael Cabral Cordero 1, José Ángel Villarreal Quintanilla 2 y A. Eduardo Estrada Castellón 1.

1.- Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Apdo. Postal 41, CP. 67700 Linares, Nuevo León, México.

Correspondencia autor: icabralc@gmail.com

2.- Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Botánica, Herbario, CP. 25315 Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Artículo publicado: Acta Botánica Mexicana, Vol. 80 (Octubre, 2007): 51-57.