

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"ZARAGOZA"**

**"Patrones de Diversidad y Distribución del género  
*Manfreda* Salisb. Agavaceae"**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**B I Ó L O G O**

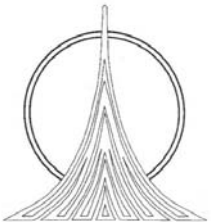
P R E S E N T A:

**María Magdalena Ayala Hernández**

DIRECTOR DE TESIS: Dr. Eloy Solano Camacho

MEXICO, D.F.

Octubre 2006



Este trabajo fue financiado por DGAPA-PAPPIT, convenio IN 211103



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# *AGRADECIMIENTOS*

Es realmente difícil mencionar a todas las personas involucradas en este resultado, por lo que anticipadamente ofrezco disculpas por cualquier omisión.

A la Dirección General de Asuntos del Personal Académico, UNAM, PAPIIT IN211103, por el apoyo brindado a este proyecto.

A nuestra máxima casa de estudios la UNAM y a la FES ZARAGOZA por ser mi casa, por compartir su grandeza, sus profesores e investigadores y por los conocimientos recibidos.

Agradezco infinitamente al M. en C. David Espinosa por haberme asesorado durante la realización de este trabajo, por la paciencia y disposición, por sus enseñanzas y sobre todo por que me hizo ver con otros enfoques la información obtenida.

Especialmente al Dr. Eloy Solano, por dirigir este trabajo de una manera exigente, por ser un gran maestro con el cual he aprendido a cada instante, además de darme la oportunidad de conocerme más, enseñarme el maravilloso mundo de la botánica y porque gracias a él he conocido gran parte de mi país,

Al M. en C. Eliseo Cantellano por su perseverancia, el tiempo dedicado, el ahinco y por tratar en todo momento que este trabajo fuera cada vez mejor.

Al M. en C. Carlos Castillejos por intentar sacar adelante este proyecto, por las horas dedicadas, la disposición, la ética, el compromiso académico, el entusiasmo, pero aún más por olvidar las diferencias personales, sin su ayuda no habría sido posible terminarlo.

A la Biól. A. Dolores Escorza por revisarlo con detenimiento y detalle.

Al Biól. Genaro Montaña por su atención y disposición al enseñarme a utilizar las herramientas y programas que hicieron posible terminar este sueño.

A la Q.F.I. María de la Luz López porque aún sin conocerme me apoyó incondicionalmente y cuando más la necesité.

Al M. en C. Ramiro Ríos por su invaluable apoyo en el campo, su tenacidad y sus conocimientos.

Al Biól. Marco Antonio Hernández por su amistad y alegría.

Al C. Doctor Armando Cervantes por impulsarme a no bajar la guardia y luchar contra corriente.

A Deisuky, Nereida, Nadia y Ana porque formamos un gran equipo y su esfuerzo esta incluido en este trabajo.

A Elena por enseñarme que la amistad es un tesoro invaluable que no conoce distancias ni prejuicios.

A Gaby, Rosa, Giova e Isra por ser mis amigos, por ayudarme a salir del bache, por los buenos y también por los malos momentos (que la verdad fueron pocos). Deseo que en algún momento volvamos a coincidir y espero que sus capacidades los lleven al éxito profesional y personal.

A Armando Berthely por darme sin condiciones ni límites su tiempo, su respeto, su comprensión, su confianza y su amor. Mil gracias.

A mi abu porque aunque ya no esta conmigo físicamente, ha sido y serás siempre una parte importante en mi vida.

**¡A TODOS MI GRATITUD!**

# DEDICATORIA

*Dedico este esfuerzo a ese ser infinito que me impulsa a seguir adelante y vencer uno a uno los obstáculos presentados.*

*A mis padres*

*Por enseñarme a pescar, por regalarme siempre lo mejor de sí, su amor, sus desvelos, su confianza y su apoyo inquebrantable. Porque tal vez no me dieron cuanto quise, pero si todo cuanto pudieron.*

*A mis hermanos*

*Porque cada uno me ha enseñado algo, por la oportunidad que ustedes no tuvieron. Porque siempre confiaron en mí y me apoyaron. Quiero que sepan que ustedes fueron mis primeros maestros.*

*A mis sobrinos*

*Montse, Sharon, Pao, Gaby, Bry, Pepo y Lalo por ser tan especiales y darle alegría a mi vida, espero que en su camino encuentren gratas sorpresas.*

## CONTENIDO

	PÁGS.
<b>RESUMEN</b>	<b>i</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>ANTECEDENTES</b>	
Breve historia taxonómica del género <i>Manfreda</i>	5
Importancia biológica y económica del género <i>Manfreda</i>	6
Características morfológicas del género <i>Manfreda</i>	7
Estudios sobre patrones de diversidad y distribución	8
<b>OBJETIVOS</b>	
General	12
Particulares	12
<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b>	
Trabajo de campo	13
Trabajo de gabinete	13
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
Especies reconocidas del género <i>Manfreda</i>	17
Distribución geográfica del género <i>Manfreda</i>	24
Patrones de distribución	30
Análisis panbiogeográfico	35
Análisis de parsimonia de endemismos (PAE) para ecorregiones	44

Análisis de parsimonia de endemismos (PAE) para Regiones hidrológicas	46
Patrones de diversidad para el género <i>Manfreda</i>	55
<b>CONCLUSIONES</b>	66
<b>LITERATURA CITADA</b>	67
<b>ANEXO I</b>	74
<b>ANEXO II</b>	76
<b>ANEXO III</b>	77
<b>ANEXO IV</b>	81
<b>ANEXO V</b>	82
<b>ANEXO VI</b>	83
<b>ANEXO VII</b>	84
<b>ANEXO VIII</b>	86

## RESUMEN

Con base en un enfoque panbiogeográfico y mediante el Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE), se establecieron los patrones de distribución geográfica del género *Manfreda* Salisb. Agavaceae. Se consideraron como unidades de estudio las Ecorregiones y Regiones Hidrológicas de América. Las ecorregiones se ajustaron mejor que las Regiones Hidrológicas a los patrones de distribución de las especies, obteniéndose tres trazos generalizados: el trazo oriente une a las ecorregiones 3, 6, 19 y 30, esta determinado por las siguientes especies: *Manfreda longiflora*, *M. maculosa*, *M. variegata* y *M. virginica*. El trazo occidente une a las ecorregiones 8, 16, 15, 21 y 7, definido por *M. elongata*, *M. jaliscana* y *M. rubescens* y el trazo sur se localiza en las ecorregiones 7, 15, 11, 27 y 5, conformado por *M. hauniensis*, *M. maculata*, *M. nanchititlensis*, *M. pringlei*, *M. pubescens*, *M. revoluta* y *M. scabra*. Estos dos últimos trazos se sobreponen en el noroeste de Jalisco y sur de Nayarit, formándose un nodo que indica un centro de diversidad, mismo que coincide con el género *Polianthes*. Para regiones hidrológicas también se obtuvo un nodo. La diferencia en la localización de ambos nodos sugiere la existencia de más de un centro de diversidad. Las diversidades alfa y beta coinciden total o parcialmente con estos nodos.

Además se encontró que las manfredas se desarrollan mejor en bosques de coníferas y *Quercus*, así como en bosques en tropicales caducifolios, con climas templados a cálidos. Los suelos predominantes en los cuales crecen estas plantas son el Feozem y el Leptosol. El intervalo altitudinal donde habitan va de 12-3050 m.

Los microendemismos son: *Manfreda planifolia*, en los límites de los estados de Chihuahua y Sonora, *M. maculata*, *M. nanchititlensis* y *M. revoluta*, en el suroeste del Estado de México; *M. angustifolia* en Guerrero y Morelos y *M. rubescens*, *M. chamelensis*, *M. guerrerensis* y *M. littoralis* en la costa de Jalisco, Nayarit, Guerrero y Oaxaca.



## INTRODUCCIÓN

A través del tiempo los seres vivos se han adaptado e interactuado para ocupar un espacio en el entorno del que forman parte. Sin embargo, no todos tuvieron éxito y por diferentes razones, entre ellas, la competencia, el desplazamiento debido a especies más agresivas, el cambio climático global, el vulcanismo, los movimientos tectónicos y recientemente la presión que ejerce el hombre; se han extinto y en el mejor de los casos, modificaron su distribución geográfica (Cain, 1944; Cabrera y Willink, 1973; Brown & Lomolino, 1998).

Las especies, géneros o familias no presentan una distribución aleatoria, puesto que en su mayoría se encuentran confinadas a un área determinada. El área de distribución de una especie es aquella habitada por la misma, y en la cual interactúa con otras especies. Dicha área puede caracterizarse con base en atributos como su forma, ubicación geográfica, continuidad, reconocimiento de sus barreras distribucionales, entre otros (Cabrera y Willink, 1973; Espinosa *et al.* 2002).

A este respecto, existen factores que influyen en la forma en que se distribuyen los organismos y pueden ser ecológicos e históricos. Uno de los factores más importantes es el clima, así como las variaciones de temperatura a lo largo del día y de las estaciones del año. En el caso de los históricos, es más complejo mencionarlos puesto que involucran múltiples acontecimientos (Brown y Gibson, 1983; Zunino y Zullini, 2003). Al comparar la distribución de dos ó más especies, es posible hallar semejanzas en cuanto a tamaño y forma de las áreas para establecer patrones de distribución (Espinosa *et al.*, 2002).

Según Halffter (1962), la distribución actual de un conjunto de especies que ocupan un área determinada y comparten una serie de características ecogeográficas, se considera un patrón de distribución.

Estos patrones, según Espinosa *et al.* (2002), se pueden analizar con diferentes metodologías, entre ellas patrones de homología espacial (panbiogeografía) y patrones de endemidad (análisis de parsimonia de endemismos). En el primer caso, los patrones de distribución de un grupo actual pueden ser representados por una serie de trazos o líneas, que conectan áreas disyuntas de distribución geográfica de un taxón determinado, estos pueden ser individuales o generalizados. Un trazo individual ubica geográficamente a un taxón por medio de sus coordenadas y el generalizado representa la distribución actual de una biota y resulta de la superposición de grafos individuales (Morrone, 2001; Zunino y Zullini, 2003). Cuando dos ó más trazos generalizados se unen, dan origen a un nodo. Éste último representa localidades ó áreas complejas de fragmentos bióticos y geológicos ancestrales, que se relacionan espacial y temporalmente en respuesta a algún cambio tectónico (Morrone, 2001).

Por otro lado un patrón de diversidad es aquel proceso que muestra el comportamiento de la riqueza y abundancia de un determinado grupo o taxón individual en espacio y tiempo, puede ser analizado con base en diversos parámetros y factores ambientales; los más utilizados son la altitud, la latitud, el clima y la temperatura, entre otros (Brown y Gibson, 1983).

Los conceptos anteriores han sido desarrollados por la biogeografía, ciencia que estudia la distribución geográfica de los seres vivos, dentro de ésta se encuentra la biogeografía histórica, cuyo enfoque principal es la panbiogeografía, que permite analizar los patrones biogeográficos mediante un método propio, desarrollado por Croizat en la década de los 50's y modificado por diversos autores (Escamilla, 2006).

La panbiogeografía establece los patrones biogeográficos de los taxones y sus cambios a través del tiempo (Espinosa y Llorente, 1993; Espinosa *et al.* 2002), además, analiza las causas de dicha distribución (Cabrera y Willink, 1973). La metodología que utiliza actualmente la panbiogeografía consiste en colocar en un mapa las localidades donde se distribuye un taxón determinado y mediante un algoritmo se obtienen cladogramas que permiten entender e interpretar los patrones y los procesos evolutivos que intervienen en ellos (Morrone, 2001).

La biogeografía se apoya en el uso de herramientas como la cartografía convencional y digitalizada, las bases de datos, programas de cómputo y diferentes algoritmos; mediante los cuales se detectan aquellos puntos ó áreas de mayor concentración y diversidad de especies, que permiten interpretar sus relaciones actuales y pasadas.

Aunque el avance tecnológico ha traído consigo innumerables herramientas, para establecer la distribución geográfica de los organismos, entre ellas, los Sistemas de Información Geográfica (GIS por sus siglas en inglés, Geographic Information Systems), han sido pocos los estudios donde se han aplicado. Por lo anterior, se sugiere emplear nuevas tecnologías para apoyar este tipo de estudios, además es posible en algunos casos incluir medidas de la diversidad. En este sentido, el presente trabajo tiene como objetivo obtener, describir y analizar los patrones de distribución y diversidad de las especies del género *Manfreda*, mediante el uso de herramientas como ACCESS, ArcView GIS y PAE (Winclada y Nona).

## I ANTECEDENTES

### 1.1 Breve historia taxonómica del género *Manfreda*.

La familia Agavaceae, es entre las monocotiledóneas, una de las más modificadas en cuanto a su ubicación y composición genérica (Álvarez, 1987). Esta familia fue propuesta inicialmente por Endlicher (1841), posteriormente Hutchinson (1959), Takhtajan (1980) y Cronquist (1981, la reconocieron como familia. De acuerdo con la clasificación de Dalgren *et al.* (1985) y Verhoek-Williams (1998), la familia está conformada por ocho géneros: *Agave*, *Beschorneria*, *Fourcraea*, *Hesperaloe*, *Manfreda*, *Polianthes*, *Prochnyanthes* y *Yucca*. En estos géneros se reconocen alrededor de 288 especies (García-Mendoza y Galván, 1995).

Linneo estableció el género *Agave* en 1753 e incluyó cuatro especies, una de ellas, *A. virginica* fue transferida por Salisbury (1866) al género *Manfreda*, propuesto por él mismo. Piña (1985) realizó una sinopsis sobre la historia taxonómica de la familia Agavaceae, en especial sobre el género *Manfreda*, señaló que de 1877 a 1888, Baker dividió al género *Agave* en tres subgéneros *Euagave*, *Littaea* y *Manfreda*, éste último con 12 especies. Dichas especies fueron validadas por Engelman (1875-1911), Bentham y Hooker (1883) y Jacobsen (1960). Rose (1899-1903) reconoció a *Manfreda* como género e incluyó 17 especies, mientras que, Berger (1915) lo mantuvo en el nivel de subgénero conformado por 18 especies. Posteriormente, Hutchinson (1926-1934) propuso que la familia Agavaceae se organizará en seis tribus: *Yuccaceae*, *Dracaeneae*, *Phormieae*, *Poliantheae* y *Agaveae*; y ubicó a *Manfreda* como subgénero de la tribu *Agaveae*.

Con base en lo anterior, el género *Manfreda* presenta controversia al respecto de su circunscripción taxonómica, algunos autores lo incluyen como un subgénero de *Agave* (Berger, 1915; Hutchinson, 1926-1934), otros como Rose (1903), Matuda (1960), Gentry (1972) y Verhoek-Williams (1975) lo reconocieron como género. Esta

última autora fue la primera en realizar una revisión sistemática del mismo, estableció las diferencias con géneros cercanamente relacionados y reconoció 19 especies, número que posteriormente elevó a 21, con la descripción de *Manfreda chamelensis* y *M. sileri* (Verhoek-Williams, 1978). En función de los diferentes criterios utilizados por diferentes autores para delimitar la composición específica del género, el número de especies ha venido cambiando. Por ejemplo, McVaugh (1989) reconoció poco más de 20, Espejo y López (1992) 25, García-Mendoza y Galván (1995) 26, Verhoek-Williams (1998) 26 y Galván (2001) 30 especies, respectivamente.

## **1.2 Importancia biológica y económica del género *Manfreda***

Desde el punto de vista biológico las especies del género *Manfreda* son casi endémicas de México. De las 26 especies consideradas como válidas por García-Mendoza (1995), el 75% son endémicas, únicamente cinco especies se comparten con Estados Unidos de Norteamérica: *Manfreda longiflora*, *M. maculosa*, *M. sileri*, *M. variegata* y *M. virginica*; una de ellas *M. scabra* tiene su límite de distribución sur en Honduras. Además, como ya fue indicado, este género presenta problemas taxonómicos, su reconocimiento como género y la circunscripción de sus especies ha variado en función de los criterios utilizados por diversos autores. Ante esta problemática, el grupo requiere estudios detallados sobre sus aspectos biológicos que contribuyan al esclarecimiento de su taxonomía y posteriormente proponer estrategias de aprovechamiento y conservación.

Por otro lado, las manfredas son plantas con importancia etnobotánica. Algunas de sus especies son útiles como medicinales y otras son empleadas como jabón. Este último uso se relaciona con su alta concentración de sapogeninas, en sus cormos y raíces. Las sapogeninas son sustancias esteroideas complejas, constituidas por

cuatro anillos y 17 átomos de carbono, generalmente se enlazan a un azúcar como la glucosa y entonces reciben el nombre de saponinas. Éstas últimas al combinarse con el agua forman dispersiones de fuerte poder espumante (Nobel, 1998, Font, 1979). En relación con este uso, Piña (1985) menciona que, en el México prehispánico algunas especies de los géneros *Agave*, *Manfreda*, *Polianthes* y *Prochnyanthes*, se utilizaban como jabón por su alto contenido de saponinas y eran conocidas como "amoles" o "amolís". Este último vocablo se aplica actualmente en México para designar plantas que se emplean como jabón. Otros nombres que reciben son: "nama choco" (jabón de hormiga, mixteco, Guerrero), "coyamole" (huichol, Nayarit), "azucena sabanera", (Veracruz, *Manfreda scabra*), "calpaich" (Guatemala), "cebolla de cerro" (Honduras). Por otro lado, en Estados Unidos de Norteamérica se conocen como "wild tuberosa", "soap plant", "spicy lily", entre otros nombres (Verhoek, 1975; Piña, 1985).

Según Schulz (1928), los rizomas de las manfredas se maceran en agua por varios días, el líquido obtenido se emplea como shampoo que evita la caída del cabello. Como antídoto contra la mordedura de serpientes, se prepara a manera de cataplasma en el cual se emplean hojas y raíces; y en algunos casos como veneno para peces, además, también se emplea como brebaje para controlar el dolor de estómago, entre otros usos (Verhoek-Williams, 1975).

### **1.3 Características morfológicas del género *Manfreda***

Las manfredas son hierbas perennes, policárpicas, con dos tallos hipogeos, un cormo con yemas de crecimiento y raíces carnosas, contráctiles, por encima de éste se desarrolla un bulbo. Hojas basales y caulinares, lineares, linear-lanceoladas, oblanceoladas, elípticas, ovadas u oblongas; subcoriáceas a suculentas, planas o acanaladas, glabras, raramente pubescentes y en ocasiones con papilas en las nervaduras; márgenes enteros, papilados, dentados ó hialinos.

Inflorescencia en forma de espiga, provista de brácteas y bractéolas, las brácteas deltoides a linear-lanceoladas; una flor por nudo. Flores sésiles ó muy cortamente pediceladas, angosta a ampliamente infundibuliformes, con colores que van desde el verde al verde-amarillento, verdes con manchas pardo-rojizas, rara vez blancas ó rosadas, erectas a divaricadas al madurar; tubo del perianto más corto ó más largo que el ovario, los segmentos oblongos, oblongos-elípticos u oblongo-lanceolados; estambres 6, insertos a diferentes niveles en el tubo, exertos; anteras lineares, versátiles, dorsifijas; estilo exserto, filiforme; ovario ínfero; estilo alargándose durante la antesis hasta sobrepasar los lóbulos de la corola y los estambres; estigma claviforme, trigono, 3-surcado ó 3-lobado. Cápsula globosa a elipsoide, loculicida, trilocular; semillas deltoides a semicirculares, planas y negras (McVaugh, 1989; Lott y García-Mendoza, 1994; Galván, 2001).

#### **1.4 Estudios sobre patrones de diversidad y distribución**

En la literatura especializada existen múltiples estudios que tratan sobre la diversidad ó distribución de las especies bajo diferentes enfoques. Escalante *et al.* (1998), describió los patrones de diversidad y distribución de la avifauna mexicana (especies residentes, migratorias y vagabundas), utilizaron el mapa de las 35 provincias bióticas de México propuestas por Smith en 1941, el cual modificaron, obtuvieron la riqueza de especies y localizaron los endemismos para cada región y tipo de hábitat. Del mismo modo, analizaron la similitud entre regiones y entre hábitats. Encontraron que el mayor número de especies en orden descendente se localiza en las tierras bajas del sureste de México, el Petén y los Tuxtlas. Por otro lado, Feria (2001) con datos de distribución georreferenciados y el programa ArcView GIS, estudió los patrones de distribución de las aves residentes y migratorias de la Cuenca del Balsas. Además, estableció la distribución potencial de algunas familias con el uso del GARP (Genetic Algorithm for Rule-set Prediction).

Flores-Villela (1998) dividió al país en cinco zonas geográficas naturales, para establecer los patrones de distribución de la herpetofauna mexicana en el nivel de familia. Al comparar la riqueza de especies entre Centroamérica y Norteamérica, determinó que México comparte más especies con la primera región. Asimismo, registró el mayor número de taxones endémicos en las tierras altas tropicales del centro de México.

Fa y Morales (1998) establecieron los patrones de diversidad para la mastofauna mexicana. En dicho estudio se identificaron las áreas del país con mayor riqueza y endemismos. La diversidad fue evaluada con base en la variación de parámetros como latitud, altitud y aridez. De igual modo, explicaron la diversidad de mamíferos mediante un análisis de la influencia que ejercen las barreras geográficas y la heterogeneidad de hábitats que convergen en México. El método que utilizaron consistió en ubicar espacialmente y cuantificar el número de especies sobre mapas temáticos de la República Mexicana, divididos en cuadrantes de 20 x 20 km.

Llorente y Martínez (1998) diseñaron una pantalla de captura en el programa de cómputo dBASE III plus, en la cual vaciaron datos ecológicos y geográficos de especies de Papilionidae, a partir de éstos generaron mapas de distribución y determinaron áreas de abundancia, hábitats con mayor riqueza y describieron los patrones biogeográficos de mariposas.

Ayala *et al.* (1998) analizaron los patrones biogeográficos para la apifauna mexicana, establecieron los patrones de distribución, áreas de diversidad y endemismos. Además, evaluaron la distribución geográfica y la estacionalidad, para ello construyeron una base de datos y localizaron cada una de las especies en regiones fisiográficas y provincias florísticas de México propuestas por Rzedowski (1978).



En líquenes, Martínez *et al.* (2003), analizaron los patrones de distribución del género *Peltigera* en todo el mundo, utilizaron como unidades de estudio las 230 provincias biogeográficas propuestas inicialmente por Takhtajan (1986) y modificadas posteriormente por varios autores, realizaron el análisis UPGMA con el cual obtuvieron una agrupación jerárquica de 66 especies del género bajo estudio y encontraron que la mayor riqueza de especies y endemismos se localiza en el reino Holártico. Además clasificaron las especies de *Peltigera* en cuatro elementos florísticos: Neotropical, Hemisferio sur, Holantártico y Holártico.

Delgadillo (2000-2003) al estudiar la distribución geográfica de los musgos neotropicales, señaló que para establecer hipótesis sobre las causas de la diversidad florística, regiones de alta diversidad, endemismos y las relaciones de este grupo de plantas, es necesario completar los inventarios regionales y utilizar nuevas tecnologías para el análisis sistemático y biogeográfico.

Entre los estudios realizados sobre patrones de diversidad y distribución de plantas vasculares, bajo un enfoque panbiogeográfico y con el uso de PAE (Análisis de Parsimonia de Endemismos), Martínez-Gordillo y Morrone (2005), establecieron los patrones de distribución y endemismo de la familia Euphorbiaceae. Registraron cuatro trazos generalizados, dos de ellos se superponen en la región Afrotropical y forman un nodo que indica un centro de diversidad. Para el caso de la familia Lamiaceae, Domínguez-Vázquez *et al.* (2002) hicieron una revisión de su diversidad, además definieron los patrones de distribución, para el estado de Chiapas, con base en intervalos de altitud, tipos de clima y vegetación. A su vez, Simon y Proença (2000) determinaron los patrones fitogeográficos para el género *Mimosa* en el bioma El Cerrado en Brasil, mediante el análisis UPGMA. También obtuvieron el centro de diversidad y áreas de endemismo a través de métodos aerográficos.

En la familia Agavaceae existen pocos estudios sobre patrones de distribución y diversidad. García-Mendoza y Galván (1995) con información contenida en ejemplares de herbario obtuvieron la distribución geográfica de los ocho géneros de esta familia, establecieron la diversidad por estados y provincias florísticas. Entre los estados mas ricos destacan Oaxaca, Durango y Puebla; las provincias con el mayor número de especies fueron Serranías Meridionales, Sierra Madre Occidental y Altiplanicie. Del mismo modo, García-Mendoza (1995), con el objeto de precisar las áreas geográficas con la mayor riqueza de especies y mayor número de endemismos, dividió un mapa de la República Mexicana en cuadrantes de un grado de latitud norte por un grado de longitud oeste, y con información contenida en ejemplares de herbario, ubicó en el mapa cuadrulado, las especies de cada uno de los géneros de Agavaceae. Señaló que el género *Manfreda* se distribuye desde Virginia, Florida y Texas en los Estados Unidos de Norteamérica hasta El Salvador y Honduras; de las 26 especies que reconoció como válidas, 18 son endémicas de México.

Con la misma metodología utilizada por García-Mendoza (1995), Tambutti (2002) estableció los patrones de diversidad del género *Agave* y determinó las áreas con mayor riqueza de especies y endemismos. Encontró que el valle de Tehuacán-Cuicatlán es la provincia florística con más especies endémicas. Así mismo García-Mendoza (2002) realizó un estudio sobre la distribución geográfica del género *Agave* en México y precisó las condiciones bajo las cuales habitan las especies de dicho género.

## II OBJETIVOS

### General

Determinar y describir los patrones de distribución geográfica y diversidad del género *Manfreda*.

### Particulares

- Reconocer y enlistar las especies correspondientes al género.
- Georreferenciar las localidades donde se encuentran las especies.
- Establecer la distribución espacial de cada una de las especies.
- Analizar los patrones de distribución del género *Manfreda* con base en ecorregiones y regiones hidrológicas.
- Identificar las áreas con mayor riqueza, rareza y endemismos de las especies.
- Comparar la similitud entre ecorregiones y regiones hidrológicas.
- Analizar los factores que determinan los patrones de distribución geográfica.

### III MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1 Trabajo de campo

Se realizaron salidas al campo por toda el área de distribución en México del género *Manfreda*. Durante estas salidas se herborizaron por quintuplicado ejemplares de manfredas. Cada localidad fue georreferenciada con la ayuda de un geoposicionador global (GARMIN, GPS V). Además, se realizó una caracterización ecológica donde se consideró el tipo de vegetación, especies asociadas, pendiente y tipo de suelo.

#### 3.2 Trabajo de gabinete

Se realizó una búsqueda exhaustiva de información bibliográfica relacionada con el género bajo estudio para recopilar las descripciones originales, establecer sinonimias y especies dudosas. Además, se consultaron trabajos especializados, entre ellos, tesis de pregrado y postgrado, claves y sitios Web.

Se localizaron y solicitaron en calidad de préstamo ejemplares del género *Manfreda*, incluidos los tipos nomenclaturales contenidos en herbarios nacionales y extranjeros (estadounidenses) (Anexo I). Se recibieron más de 1 000 *exsiccata*, entre ellos 14 tipos nomenclaturales (Anexo II).

Con la finalidad de unificar, sistematizar y facilitar el análisis de la información contenida en las etiquetas de herbario, se elaboró una base de datos ecológicos y de distribución geográfica, con el programa de cómputo Microsoft® ACCESS, para ello se consideraron los ejemplares recolectados y los obtenidos mediante préstamo correspondientes a 26 especies del género *Manfreda*. Cabe señalar que

estos fueron determinados hasta especie con la ayuda de literatura especializada.

Se registraron (cuando fue posible) los siguientes datos: nombre científico, país, estado, municipio, condado (para los ejemplares de especies que se distribuyen en Estados Unidos de Norteamérica) ó departamento (en el caso de Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua), localidad, altitud, latitud y longitud; coordenadas geográficas ubicadas en dos rubros, X y Y (ambos expresados en grados decimales); tipo de vegetación, especies asociadas, hábitat, suelo, estado fenológico, usos, abundancia, nombre común, nombre (s) del recolector (es), número y fecha de recolecta, herbario en el que se encuentra depositado el ejemplar; así como una breve descripción de la especie.

Del material recibido en calidad de préstamo se georeferenciaron aproximadamente el 85% de las localidades. Para asignar las coordenadas geográficas correspondientes, se emplearon mapas topográficos escala 1: 500 000 y el programa ArcView GIS Versión 3.2 (ESRI, 1999). Asimismo, en la base de datos se agregaron los registros de los especímenes recolectados en el campo durante los años 2004 y 2005, también aquellos depositados en el herbario FEZA de la FES Zaragoza, UNAM.

Posteriormente, con el mismo programa ArcView GIS se elaborará el mapa de distribución general de las especies del género, y enseguida los mapas de distribución de las 26 especies consideradas en este trabajo. Con esta información se organizaron las especies en grupos. Para establecer los patrones de distribución y diversidad, se utilizaron las Regiones Ecológicas de América del Norte propuestas inicialmente por Bailey (1976) y Omernik (1987), retomadas y modificadas en 1997 por la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), en el nivel de

agrupación II, así como las ecorregiones de Latinoamérica; ambas propuestas se conjuntaron para elaborar un mapa que cubriera toda el área de distribución del género.

De igual manera se consideraron como unidades de estudio las regiones hidrológicas de México propuestas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), para cubrir toda el área de distribución del género se delimitaron regiones más Mississippi en los Estados Unidos de Norteamérica, Guatemala y San Juan en Nicaragua. Se realizó el análisis por ecorregiones y regiones hidrológicas para determinar si los patrones de distribución y diversidad, obedecen a factores ecológicos ó históricos. En el primer caso se construyó una matriz básica de datos presencia-ausencia, con 24 ecorregiones x 26 especies (el mapa utilizado está constituido por 32 ecorregiones, se excluyeron ocho, debido a que no contenían registros de alguna especie). En el caso de las regiones hidrológicas la matriz quedó conformada por 30 cuencas y 26 especies. Cada una de las 26 especies se consideró como un carácter y las ecorregiones o cuencas representaron los taxones. En ambos análisis se incluyó una ecorregión y una región hidrológica codificada con ceros para enraizar los cladogramas. Estas matrices básicas de datos se analizaron con Win Clada 1.00.08© (Nixon, 2002) y Nona 2.0© (Goloboff, 1999). Se contruyeron los cladogramas y enseguida se realizó el Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE) para ambos enfoques.

Se obtuvieron los patrones de distribución de 26 especies del género, mediante el programa de cómputo TRAZOS© 2004 (Rojas, 2005). Con el mismo programa, únicamente se construyeron los trazos individuales de 18 especies (Anexo III). Se excluyeron *Manfreda angustifolia*, *M. chamelensis*, *M. longibracteata*, *M. planifolia*, *M. fusca*, *M. guerrerensis* y *M. sileri*, debido al escaso número de registros, o bien, a la cercanía de las localidades como es el caso de *M. maculata*.

Posteriormente y de acuerdo a la sobreposición de trazos individuales, se determinaron los trazos generalizados.

Se compararon los valores de Índice de Consistencia (IC), Índice de Retención (IR) y Longitud (L) ó número de pasos, para determinar el modelo que mejor explica los patrones de distribución obtenidos, en función de factores ecológicos o históricos.

Con base en los mapas de distribución de cada especie generados con ArcView, se determinaron los patrones de diversidad. A estos mapas de distribución se les sobrepusieron capas de tipos de suelos, climas e intervalos de altitud. Los mapas utilizados fueron desarrollados por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Excepto el mapa de cotas altitudinales que fue generado con ARCGIS 9.0, a partir de un modelo de elevación digital. La información sobre tipos de vegetación se registró a partir de las etiquetas contenidas en los ejemplares de herbario y se complementó con las observaciones registradas en campo. Se restringió este análisis a México, debido a que no se obtuvieron dichos mapas para Estados Unidos y Centroamérica. Finalmente con el programa Diva 3.4 se eobtuvieron mapas de diversidad alfa y beta, los índices utilizados fueron el de Shannon y Weaver para la primera y el de Simpson para la segunda.

## IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Especies reconocidas del género *Manfreda*

Se realizaron 20 salidas al campo y se acumularon aproximadamente 250 números de recolecta correspondientes a 16 especies. Además se recibieron en calidad de préstamo cerca de 1000 ejemplares pertenecientes a 26 especies. Todos ellos fueron revisados para corroborar su correcta determinación taxonómica, en algunos casos, se corrigió el epíteto específico o se excluyeron géneros cercanamente relacionados con *Manfreda*. A partir de esta información y con datos obtenidos de literatura especializada se reconocieron como válidas 28 especies dentro del género, la mayoría de ellas consideradas por Espejo y López (1992).

Se obtuvo una lista de especies reconocidas que incluye los sinónimos, la cita bibliográfica de la publicación original, la localidad tipo y la distribución geográfica de cada especie. Cabe mencionar que *Manfreda angustifolia* es una especie propuesta por J. N. Rose que no fue publicada, aunque nombró tipo nomenclatural que depositó en el Gray Herbarium (GH) de la Universidad de Harvard. Con base en la morfología que presenta y que la distingue de las otras especies reconocidas, se tomó la determinación de incluirla en este estudio.

De las 28 especies reconocidas en este trabajo, existen algunas que tendrán que analizarse en el futuro, debido a que su separación no es clara, entre ellas *Manfreda chamelensis*, *M. guerrerensis*, *M. fusca*, *M. longibracteata* y *M. sileri*. Las primeras cuatro podrían corresponder a *M. scabra*, pues las características morfológicas que presentan son prácticamente las mismas, además, comparten el mismo patrón de distribución y se ajustan al trazo individual de esta última. *Manfreda sileri* es similar en su morfología y distribución a *M. variegata*. Sin embargo, en este estudio se consideraron como especies diferentes, Verhoek-Williams



(1978) las distinguió con base en la longitud de los estambres y el nivel de su inserción en el tubo.

### **Especies reconocidas como válidas en este trabajo, sinónimos y distribución geográfica.**

1. *Manfreda angustifolia* Rose. Inédita.

**Localidad tipo:** Guerrero. Minas, Parotas.

**Distribución:** GRO., MOR.

2. *Manfreda brunnea* (S. Watson) Rose. Contr. U. S. Natl. Herb. **8**: 19. 1903. *Agave brunnea* S. Watson, 1891; *Polianthes brunnea* (S. Watson) Shinnars, 1966.

**Localidad tipo:** Coahuila. On the battlefield of Buena Vista.

**Distribución:** CHIH., COAH., DGO.

3. *Manfreda chamelensis* E.J. Lott & Verh.-Will. Phytologia **70**: 366-368, f. 1-3.1991.

**Localidad tipo:** Jalisco. Mpio. La Huerta, Arroyo Las Maderas, antiguo camino a Nacastillo.

**Distribución:** JAL.

4. *Manfreda elongata* Rose. Contr. U. S. Natl. Herb. **8**: 21. 1903. *Polianthes elongata* (Rose) Shinnars, 1966, *non P. elongata* Rose 1905 [1906].

*Agave gracillima* A. Berger, 1915;

*Polianthes rosei* Shinnars, 1967.

**Localidad tipo:** Durango. In a narrow valley on the best side of the E range of the Sierra Madre in southern Durango (near Huasemote).

**Distribución:** DGO., JAL., NAY.

5. *Manfreda fusca* Ravena. Herbetia **43**: 17.1987.

**Localidad tipo:** Guatemala. In sandy plains near a bridge, between Chimaltenango and Comalapa.

**Distribución:** Guatemala.

6. *Manfreda galvaniae* A. Castañeda, S. Franco & García-Mend. Acta Bot. Méx. **72**: 65-76. 2005.

**Localidad tipo:** México. Mpio. Ixtapan de la Sal, ladera S de la Barranca de Malinaltenango.

**Distribución:** EDO. MÉX.

7. *Manfreda guerrensis* Matuda. Cact. Suc. Mex. **20**: 46-48, f. 25.1975.  
*Agave guerrensis* (Matuda) G. D. Rowley, 1977.

**Localidad tipo:** Guerrero. Mpio. Guayameo, 7 km. al SW de San Rafael.

**Distribución:** GRO.

8. *Manfreda guttata* (Jacobi & Bouché) Rose. Contr. U. S. Natl. Herb. **8** : 21-22. 1903.

*Agave guttata* Jacobi & Bouché, 1865; *Polygonum guttata* (Jacobi & Bouché) Shinnars, 1966.

*Agave protuberans* Engelm. ex Baker, 1888;

*Leichtlinia protuberans* (Engelm. ex Baker) H. Ross (1893), *Leichtlinia commutate* H. Ross, 1896.

**Localidad tipo:** San Luis Potosí. Chiefly in the region of San Luis Potosí.

**Distribución:** AGS., CHIH., DGO., S. L. P., ZAC., QRO (Magallán y Hernández, 2000); GTO., JAL. y NAY (nuevas localidades registradas en este estudio).

9. *Manfreda hauniensis* (J.B. Petersen) Verh.-Will. Brittonia **30**: 165-166. 1978.

*Agave hauniensis* J.B. Petersen, 1947.

*M. insignis* Matuda, 1966;

*M. tlatlayensis* Matuda inédito.

**Localidad tipo:** México. Cultivado, Botanical Garden University Copenhagen.

**Distribución:** EDO. MÉX., GRO., MOR.

10. *Manfreda involuta* McVaugh. Fl. Novo-Galliciana **15**: 231-232.1989.

**Localidad tipo:** Jalisco. Mpio. Mezquitic, near San Andrés Cohamiata.

**Distribución:** JAL.

11. *Manfreda jaliscana* Rose. Contr. U. S. Natl. Herb. **8**: 22-23. 1903.  
*Agave jaliscana* (Rose) A. Berger, 1915; *Polianthes jaliscana* (Rose) Shinnery, 1966.

**Localidad tipo:** Jalisco. Grassy slopes of the barranca near Guadalajara.  
**Distribución:** DGO., JAL., MICH., NAY., SIN., SON.

12. *Manfreda littoralis* García-Mend., A. Castañeda Rojas & S. Franco. Acta. Bot. Méx. **50**: 39. 2000.

**Localidad tipo:** Guerrero. Mpio. Acapulco, Parque Nacional El Veladero, barranca al N de la colonia Independencia.  
**Distribución:** GRO., OAX.

13. *Manfreda longibracteata* Verh.-Will. Brittonia **30**: 166-168, 1-3.1978.

**Localidad tipo:** Michoacán. Hwy. 15 between Toluca and Morelia ca. 1 km of El Poblado, at the top the first hill from which Morelia is visible.  
**Distribución:** MICH.

14. *Manfreda longiflora* (Rose) Verh.-Will. Baileyana **19**: 163. 1975.  
*Runyonia longiflora* Rose, 1922; *Polianthes runyonii* (Rose) Shinnery, 1966, non *P. longiflora* Rose, 1903.

**Localidad tipo:** Estados Unidos. Cameron Co, Brownsville.  
**Distribución:** N. L., TAMPS. Estados Unidos, TEX.

15. *Manfreda maculata* (C. Mart.) Rose. Contr. U. S. Natl. Herb. **8**: 18-19.1903.  
*Polianthes maculata* C. Martius, 1831.

**Localidad tipo:** Oaxaca. Valles calientes.  
**Distribución:** EDO. MÉX., GRO., OAX.

16. *Manfreda maculosa* (Hook.) Rose. Contr. U. S. Natl. Herb. **8**: 17. 1903.  
*Agave maculosa* Hook., 1859; *Polianthes maculosa* (Hook.) Shinnery, 1966.

*Agave maculata* Engelm. ex Torrey, 1859.

*Polianthes maculata* C. Martius, 1831.

*Agave maculosa* Hook. var. **minor** Jacobi, 1869.

*Agave maculosa* Hook. var. **brevituba** Engelm., 1896.

*Agave maculata* Torrey. var. **minor** (Engelm.), 1896.

**Localidad tipo:** Estados Unidos. Planta importada de Texas, cultivada en Kew.

**Distribución:** COAH., N. L., TAMPS. Estados Unidos, TEX.

17. *Manfreda nanchitlensis* Matuda. Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México **43**: 54-55, f.3. 1972.

**Localidad tipo:** México. Tejupilco, cañada de Nanchititla.

**Distribución:** EDO. MÉX.

18. *Manfreda planifolia* (S. Watson) Rose. Contr. U. S. Natl. Herb. **8**: 22.1903.

*Agave planifolia* S Watson, 1887; *Polianthes planifolia* (S. Watson) Shinnery, 1966.

**Localidad tipo:** Chihuahua. Mapula mountains.

**Distribución:** CHIH., SON.

19. *Manfreda potosina* (B.L. Rob. & Greenm.) Rose. Contr. U. S. Natl. Herb. **8**: 18. 1903.

*Agave potosina* B.L. Rob. & Greenm., 1894; *Polianthes potosina* (B.L. Rob. & Greenm.) Shinnery, 1966.

*Delphinoa gracillima* H. Ross, 1897.

**Localidad tipo:** San Luis Potosí. Calcareous mesas, Los Charcos.

**Distribución:** COAH, S. L. P., ZAC.

20. *Manfreda pringlei* Rose. Contr. U. S. Natl. Herb. **8**: 19. 1903.

*Agave debilis* A. Berger, 1903. *Polianthes debilis* (A. Berger) Shinnery, 1966.

**Localidad tipo:** Oaxaca. Sierra de San Felipe.

**Distribución:** D.F., EDO. MÉX., HGO., JAL., MICH., MOR., OAX., PUE.

21. *Manfreda pubescens* (Regel & Ortgies) Verh.-Will. Tesis, doctoral 1975.

*Agave pubescens* Regel & Ortgies, 1874. *Agave brachystachys* Cav. var. *pubescens* (Regel & Ortgies) A. Terracc., 1885.

**Localidad tipo:** México. Ex Horto Metropolitano.

**Distribución:** CHIS., MOR., OAX.

22. *Manfreda revoluta* (Klotzsch) Rose. Contr. U. S. Natl. Herb. **8**: 21.1903.  
*Agave revoluta* Klotzsch., 1840; *Polianthes revoluta* (Klotzsch) Shinnery, 1966.

**Localidad tipo:** México. De plantas cultivadas en Berlín, florecidas en 1840.

**Distribución:** EDO. MÉX.

23. *Manfreda rubescens* Rose. Contr. U. S. Natl. Herb. **8**: 22. 1903.  
*Polianthes rubescens* (Rose) Shinnery, 1966; *Agave pratensis* A. Berger, 1915, *non* *Agave rubescens* Salm-Dyck, 1834.

**Localidad tipo:** Nayarit, foothills between Pedro Paulo and San Blascito.

**Distribución:** JAL., NAY.

24. *Manfreda scabra* (Ortega) McVaugh. Fl. Novo-Galiciana **15**: 231-232.1989.

*Agave scabra* Ortega, 1797, *non* Salm-Dyck, 1859.

*M. brachystachya* (Cav.) Rose, 1903. *Agave brachystachya* Cav., 1802.

*Polianthes brachystachys* (Cav.) Shinnery, 1966.

*Agave spicata* DC., 1813, *non* Cav., 1802.

*Agave polyanthoides* Schldl. & Cham., 1831.

*Agave saponaria* Lindl., 1838.

*Agave humilis* M. Roem., 1847.

*Agave brachystachys* Cav. var. *strictor* Jacobi & Bouché, 1865.

*M. sessiliflora* (Hemsl.) Matuda, 1960.

*Agave langlassei* André, 1901.

*M. oliverana* Rose, 1903. *Agave oliverana* (Rose) A. Berger, 1915.

*Polianthes oliverana* (Rose) Shinnery, 1966.

**Localidad tipo:** Planta cultivada en el jardín botánico de Madrid.

**Distribución:** AGS., CHIS., D.F., DGO., EDO. MÉX., GRO., GTO., HGO., JAL., MICH., MOR., NAY., OAX., PUE.

25. ***Manfreda sileri* Verh.-Will.** Brittonia **30**: 168-170 f. 4-6.1978.  
*M. variegata* (Jacobi) Rose var. *sileri* Verh.-Will.

**Localidad tipo:** Texas, cultivated at the Cornell University, from the lower Rio Grande.

**Distribución:** TAMPS.

26. ***Manfreda singuliflora* (S. Watson) Rose.** Contr. U. S. Natl. Herb. **8**: 16-17.1903.

*Bravoa singuliflora* S. Watson, 1887; *Agave singuliflora* (S. Watson) A. Berger, 1912; *Polianthes singuliflora* (S. Watson) Shinnery, 1966.

Localidad tipo: Chihuahua, cool slopes, mountains near Chihuahua.

**Distribución:** CHIH., DGO., SIN., ZAC.

27. ***Manfreda variegata* (Jacobi) Rose.** Contr. U. S. Natl. Herb. **8**: 20-21.1903.

*Agave variegata* Jacobi, 1865; *Polianthes variegata* (Jacobi) Shinnery, 1966.

*M. tamazunchalensis* Matuda, 1966.

*M. xilitlensis* Matuda, 1966.

**Localidad tipo:** "We found this plant in the summer of 1856 in the botanical garden at Copenhagen as *A. polyanthoides*".

**Distribución:** HGO., N. L., PUE., S.L.P., TAMPS., VER.

28. ***Manfreda virginica* (L.) Salisb.** Gen. pl. 78. 1866.

*Agave virginica* L., 1753; *Polianthes virginica* (L.) Shinnery, 1966.

*Allibertia intermedia* Marion ex Baker, 1882.

*Agave alibertii* Baker, 1883.

*M. tigrina* (Engelm.) Small ex Rose, 1903; *Agave virginica* L. var. *tigrina* Engelm., 1875; *M. virginica* (L.) Rose var. *tigrina*, 1903; *Agave virginica* L. f. *tigrina* (Engelm.) Palmer & Steyer., 1935;

*Agave tigrina* (Engelm.) Cory, 1936; *Polianthes virginica* (L.) Shinnery. f. *tigrina* (Engelm.) Shinnery 1966.

*Agave lata* Shinnery, 1951; *Polianthes lata* (Shinnery) Shinnery 1966.

**Localidad tipo:** Estados Unidos, Virginia.

**Distribución:** N. L., TAMPS. Estados Unidos: AR., AL., FL., GA., IL., IN., KY., LA., MO., MS., NC., SC., TEX., TN., VA.

#### 4.2 Distribución geográfica del género *Manfreda*

La distribución geográfica de 26 especies del género *Manfreda* se presenta en la Fig. 1. De la lista de especies presentada en el cuadro 1 se excluyeron *Manfreda galvaniae* y *M. involuta*, debido a que no se obtuvieron datos suficientes para precisar su distribución. Según Piña (1985), el género *Manfreda* se distribuye exclusivamente en el continente americano, desde los 37° de latitud norte en el este y sureste de Estados Unidos, hasta los 13° en Honduras. En este trabajo se establece que el límite norte de distribución del género se localiza a los 38° de latitud norte y el sur a los 12° en el norte de Nicaragua.

Las 28 especies reconocidas dentro del género habitan en México, una se comparte con Centroamérica (*Manfreda scabra*) y cinco de ellas con Estados Unidos (*Manfreda virginica*, *M. maculosa*, *M. longiflora*, *M. variegata* y *M. sileri*). Las últimas cuatro presentan distribución muy localizada. Se considera que México es el centro de riqueza y diversidad del género, ya que el 96.4% de las especies reconocidas actualmente se desarrollan en el país, muchas de ellas, consideradas como microendemismos debido a que ocupan menos del 1.5% del territorio nacional, situación que ya había sido señalada por García-Mendoza (1995).

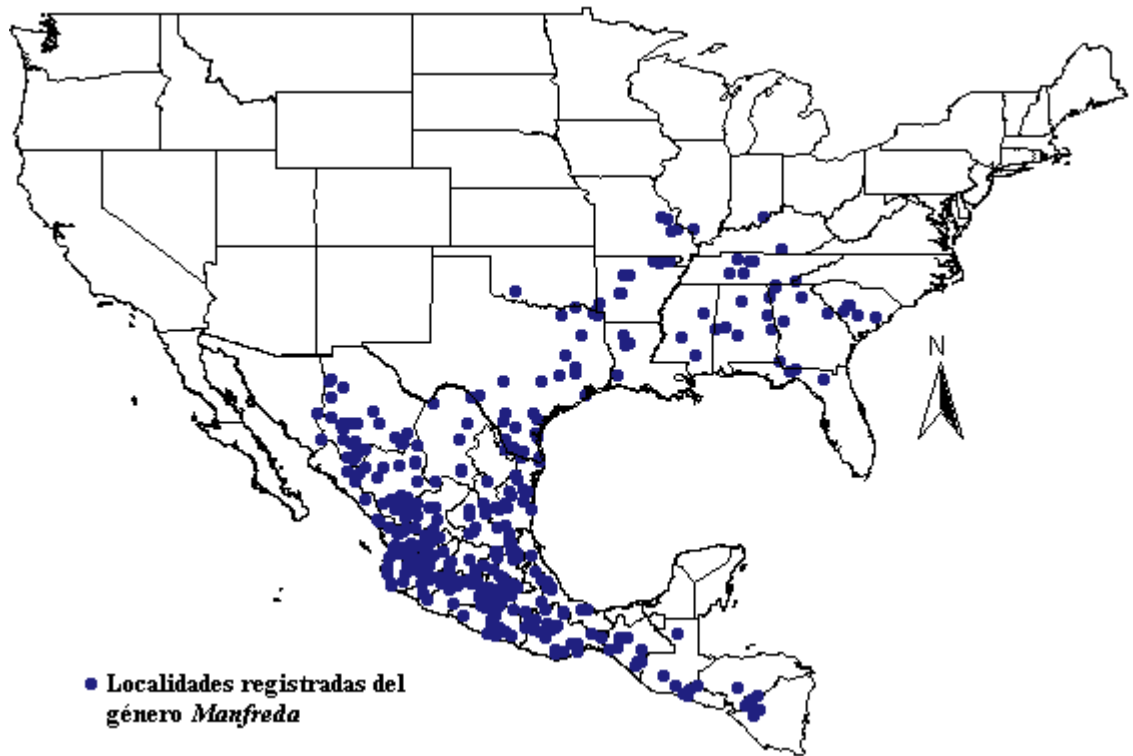


Fig. 1. Distribución geográfica de 26 especies del género *Manfreda*.

*Manfreda virginica* y *M. scabra*, son especies con amplia distribución. La primera esta presente desde Illinois, Kentucky, Missouri, Oklahoma y Texas en Estados Unidos de Norteamérica hasta Nuevo León y Tamaulipas en México. Mientras que, *Manfreda scabra* se extiende desde Durango hasta el norte de Nicaragua, anteriormente sólo se citaba hasta Honduras (Fig. 2). Sus áreas de distribución, no se traslapan, presentan morfologías que las distinguen y separan como especies diferentes.

*Manfreda scabra* se encuentra en ambientes muy diversos, desde bosque de coníferas y encinos, orillas de caminos, campos de cultivo, pastizales, hasta bosques tropicales perennifolios y subperennifolios; en climas cálidos, semicálidos y templados subhúmedos. Esta diversidad de hábitats, les confiere una gran variabilidad morfológica, sobre todo, en los caracteres vegetativos. Esta variación debe ser analizada



estadísticamente para corroborar si se trata de una sola especie o se puede separar en variedades o especies diferentes.

*Manfreda virginica*, tiene una menor variación morfológica en comparación con *M. scabra*, que se manifiesta principalmente en la longitud de las hojas y el eje de la inflorescencia, debido probablemente a que se localiza en hábitats menos variables, como bosques de coníferas y en algunos casos pastizales, estos hábitats comparados con los de *M. scabra* son menos diversos.

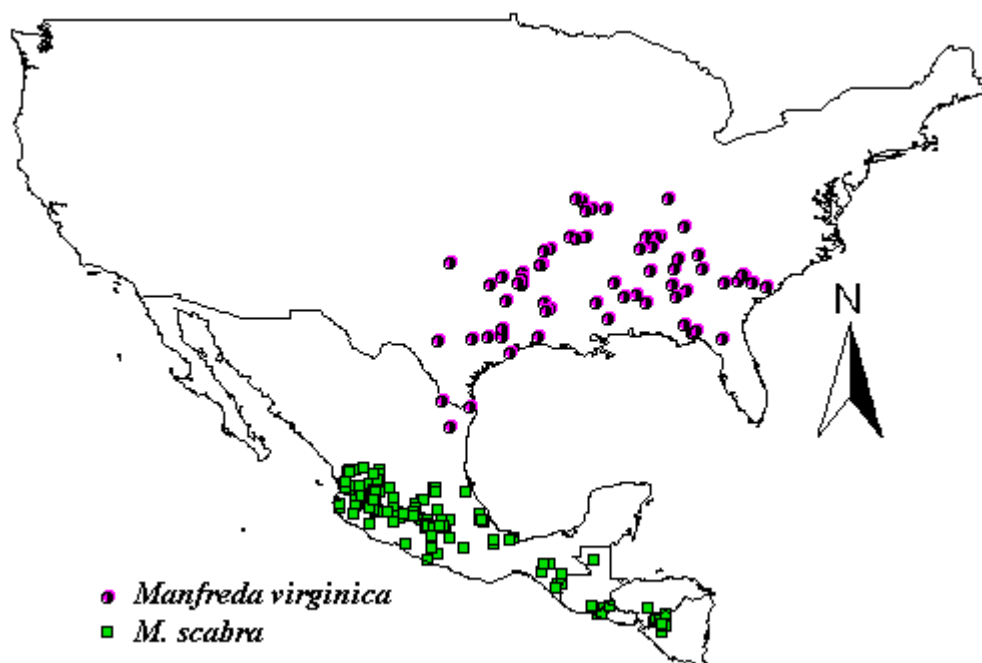


Fig. 2. Distribución geográfica de especies con amplia distribución.

*Manfreda virginica* y *M. scabra*.

*Manfreda guttata* y *M. pringlei* son especies con amplia distribución en México. La primera se distribuye principalmente de la Faja Volcánica Transmexicana hacia el norte, hasta los 26° en el sur de Chihuahua, su límite de distribución sur se localiza a los 20° en el norte de Michoacán. *Manfreda pringlei* se encuentra en la Faja Volcánica Transmexicana, con límite de distribución austral en el suroeste de Oaxaca a los 16°. En esta provincia fisiográfica se traslapan ambas

especies, aunque *Manfreda pringlei*, se desarrolla en climas menos secos y más fríos, principalmente en bosques de coníferas, *Quercus*, bosques tropicales perennifolios y subperennifolios; mientras que, *M. guttata* prefiere hábitats más secos y climas más cálidos, en pastizales, bosques de coníferas y bosques tropicales caducifolios. Ambas especies son muy parecidas morfológicamente y con frecuencia pueden confundirse en las zonas donde se traslapa su distribución. En el cuadro 1 se establecen las diferencias morfológicas de acuerdo con McVaugh (1989) y Galván (2001).

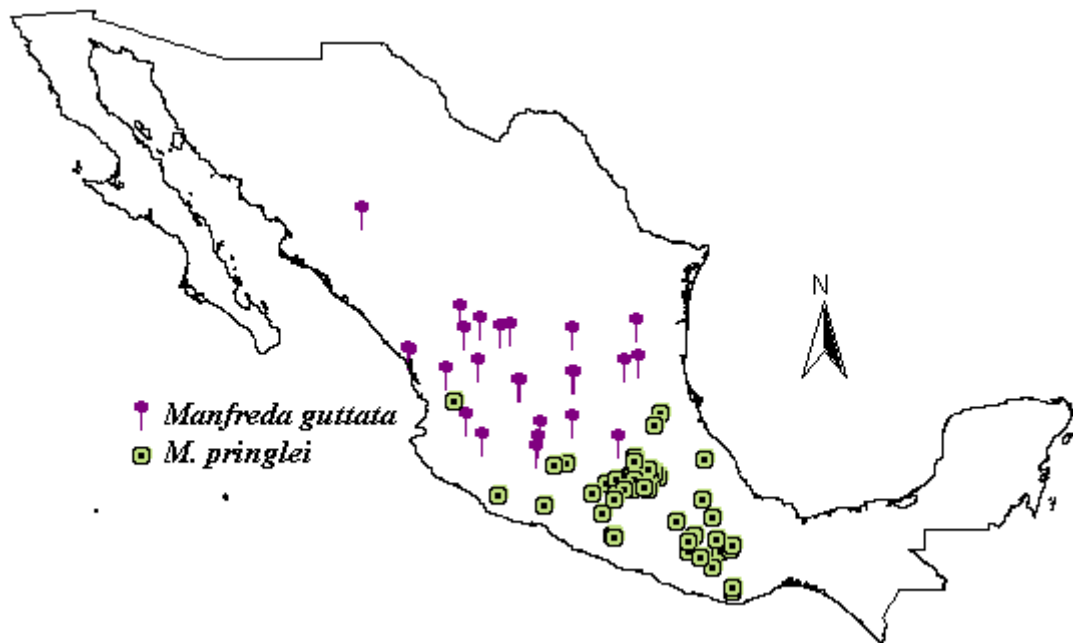


Fig. 3. Distribución geográfica de *Manfreda guttata* y *M. pringlei*.

**Cuadro 1. Características comparativas entre *Manfreda guttata* y *M. pringlei* según McVaugh (1989) y Galván (2001).**

<b>CARÁCTER</b>	<i>Manfreda guttata</i>	<i>Manfreda pringlei</i>
<b>Altura de la planta</b>	1.0-1.5 m.	1.0-1.5(-2.5) m.
<b>Número de hojas</b>	2-5	2-8
<b>Forma de las hojas</b>	lanceoladas-elípticas	linear-lanceoladas
<b>Hojas angostándose hacia la base</b>	Frecuentemente angostándose	Sin angostarse o angostándose ocasionalmente
<b>Longitud de las hojas</b>	15-40 cm.	(12-)14-75 cm.
<b>Ancho de las hojas</b>	1.0-4.0 cm.	(0.5-)1.0-4.5 cm.
<b>Margen de las hojas</b>	eroso-denticulado, papiloso	hialino, papiloso
<b>Longitud de la inflorescencia</b>	15-25 cm.	(3-)10-25 cm.
<b>Número de flores</b>	25-33	3-18(-22)
<b>Lóbulos</b>	más largos que el tubo del perianto	más largos o más cortos que el tubo del perianto
<b>Forma del fruto</b>	elipsoide	subgloboso, globoso u ocasionalmente oblongo-ovoide
<b>Longitud del fruto</b>	1.6-2.4 cm.	1.7-2.0(-3.0) cm.
<b>Ancho del fruto</b>	1.0-1.9 cm.	1.0-1.6 cm.

Las especies con distribución restringida se presentan en la figura 4., algunas de ellas fueron descritas recientemente, como *Manfreda chamelensis*, *M. fusca* y *M. littoralis*, una más se encuentra inédita *M. angustifolia*, razón por la cual, se tienen pocas localidades registradas, probablemente su área de distribución sea más amplia y se requiera de una mayor exploración botánica. *Manfreda planifolia*, *M. revoluta* y *M. rubescens* fueron descritas por Rose (1903) y *Manfreda guerrerensis* fue propuesta por Matuda (1975), estas especies están escasamente recolectadas.

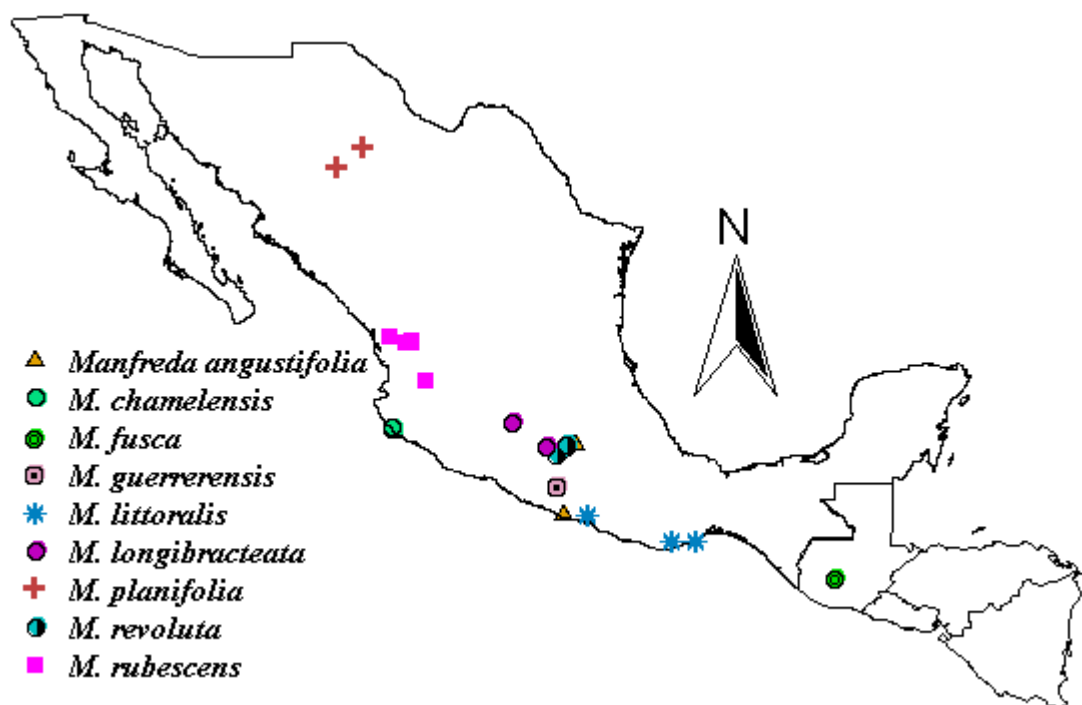


Fig. 4. Especies del género *Manfreda* con distribución restringida

### 4.3 Patrones de distribución

Con el propósito de detectar algún patrón de distribución previo al Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE), se identificaron conjuntos de especies de acuerdo con su distribución geográfica. Las especies se organizaron en cinco grupos, algunos coincidieron con las provincias fisiográficas de Rzedowski (1978). Los grupos obtenidos fueron los siguientes:

Grupo 1. Costas del Golfo de México y este de Estados Unidos de América, conformado por *Manfreda virginica*, *M. longiflora*, *M. maculosa*, *M. sileri* y *M. variegata*. Son especies que se distribuyen en la costa este de Estados Unidos y el Golfo de México. *Manfreda virginica* determina el límite norte de distribución de este grupo a los 38° de latitud norte en Indiana y Missouri, mientras que, *Manfreda variegata* marca el límite sur entre Veracruz y Puebla a los 20°, en la Faja Volcánica Transmexicana (Fig. 5).

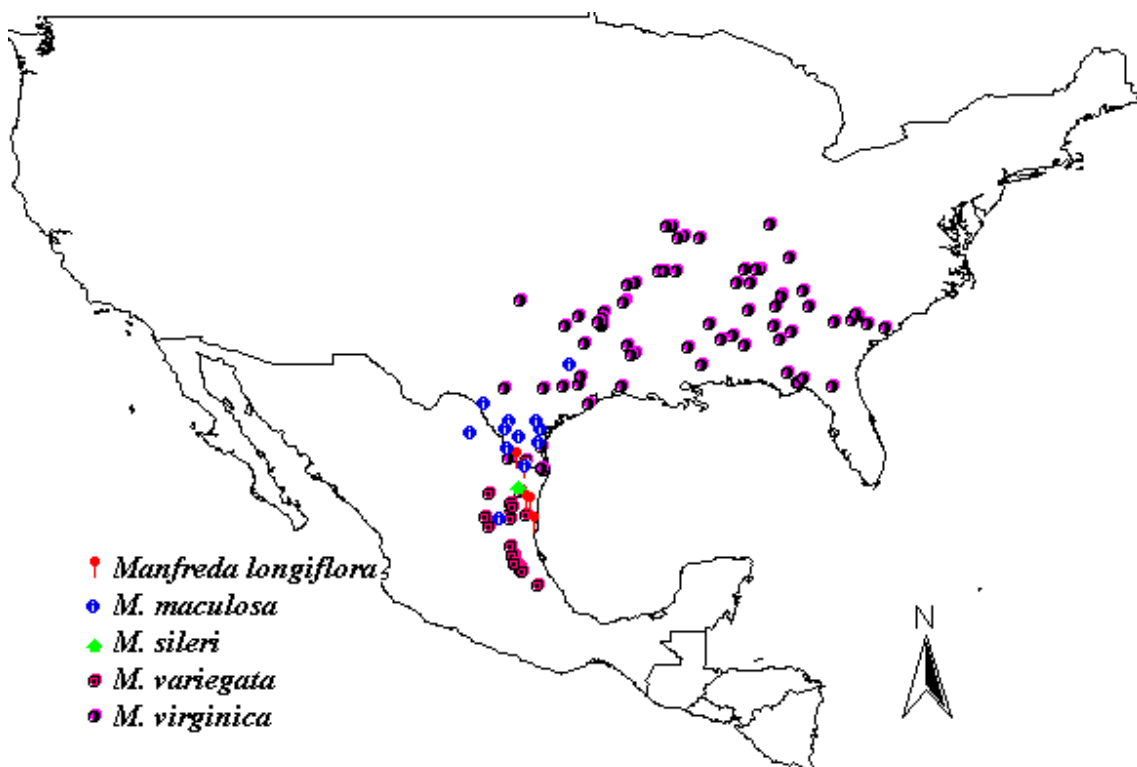
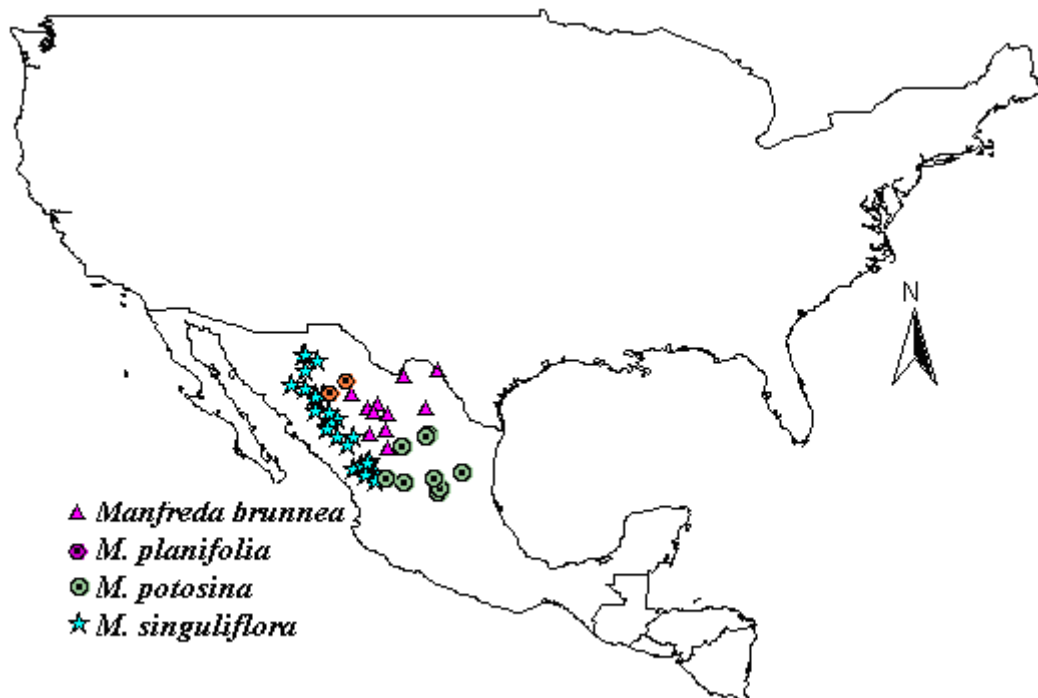


Fig. 5. Distribución geográfica, especies del género *Manfreda*, grupo 1.

Grupo 2. Altiplano Mexicano y Sierra Madre Occidental, constituido por *Manfreda brunnea*, *M. planifolia*, *M. potosina* y *M. singuliflora*. Esta última establece el límite norte de distribución de este grupo a los 30° y *Manfreda potosina* el límite sur a los 22°. *Manfreda brunnea* y *M. potosina* se distribuyen principalmente en el Altiplano Mexicano. *M. potosina* presenta una distribución localizada a la porción centro-noreste de México, mientras que, *M. planifolia* presenta distribución restringida a Chihuahua, no obstante, Espejo y López (1992) la registran también en Sonora. *Manfreda singuliflora* abarca pequeñas partes del altiplano, pero se localiza principalmente a lo largo de la Sierra Madre Occidental (Fig. 6).



**Fig. 6. Distribución geográfica, especies del género *Manfreda*, grupo 2.**

Grupo 3. Occidente de México, determinado por *Manfreda elongata*, *M. jaliscana* y *M. rubescens*. La mayoría de especies de este grupo se encuentra principalmente en la costa del Pacífico mexicano y el noroeste del altiplano. *Manfreda jaliscana* tiene una distribución más amplia que las otras dos, marca el límite de distribución norte y sur del

grupo, a los 27° de latitud norte en Sonora y a los 18° en el sureste de Michoacán, respectivamente. Por otro lado, *Manfreda elongata* y *M. rubescens* presentan una distribución geográfica muy localizada. La primera se ubica principalmente en el estado de Nayarit Jalisco y Durango, mientras que, la segunda se distribuye en Nayarit y Jalisco Fig. 7).

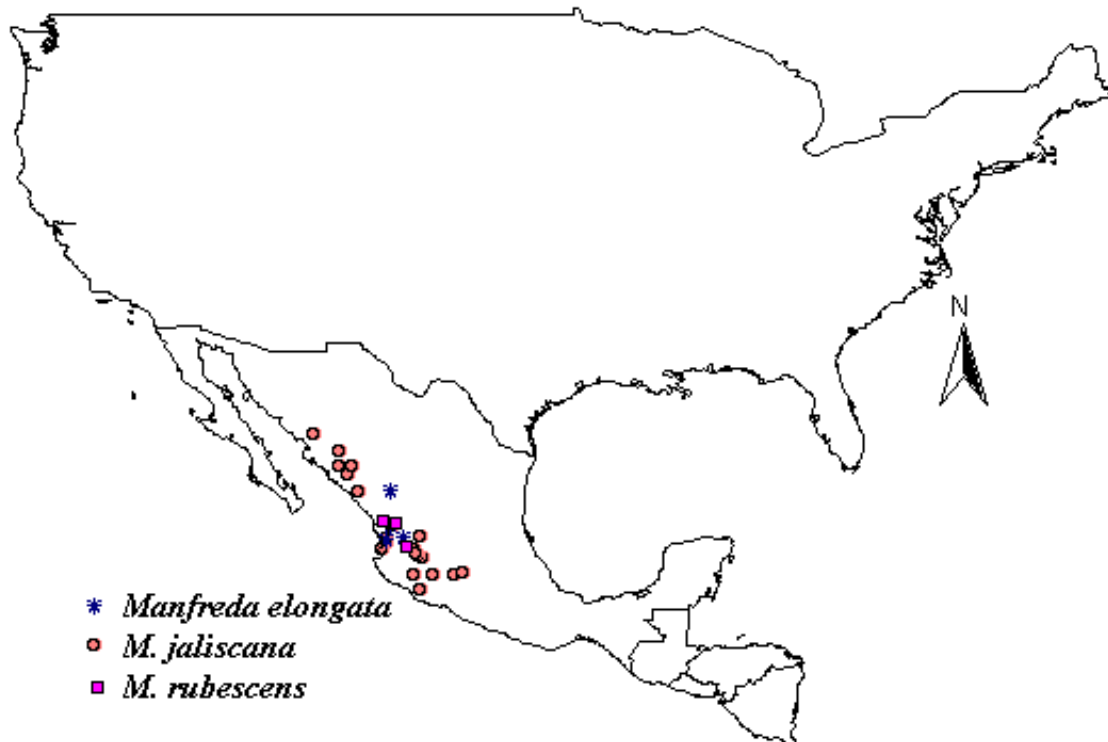


Fig. 7. Distribución geográfica, especies el género *Manfreda*, grupo 3.

Grupo 4. Faja Volcánica Transmexicana, Depresión del Balsas y Sierra Madre del Sur, representado por *Manfreda angustifolia*, *M. chamelensis*, *M. guerrerensis*, *M. hauniensis*, *M. littoralis*, *M. longibracteata*, *M. maculata*, *M. nanchititlensis*, *M. pubescens* y *M. revoluta*. La primera se encuentra en Guerrero y Morelos, *M. chamelensis* se localiza en el oeste de Jalisco, *M. guerrerensis* únicamente se conoce de la parte central de Guerrero, *M. hauniensis* se ubica en el oeste del Estado de México, principalmente en el centro de Guerrero, noroeste y sur de Oaxaca; *M. maculata* se localiza en el sur del Estado de México,

norte de Guerrero y noroeste de Oaxaca. Por otro lado, *Manfreda littoralis* se encuentra en las costas de Guerrero y Oaxaca, *M. longibracteata* se ubica al noreste de Michoacán y suroeste del Estado de México. *Manfreda revoluta* en el sur del Estado de México, *M. nanchitlensis* habita en el suroeste del Estado de México. Finalmente, *M. pubescens* ocurre en el sur del Estado de México, norte de Guerrero, Morelos, sureste de Oaxaca y norte de Chiapas (Figs. 8, 9).

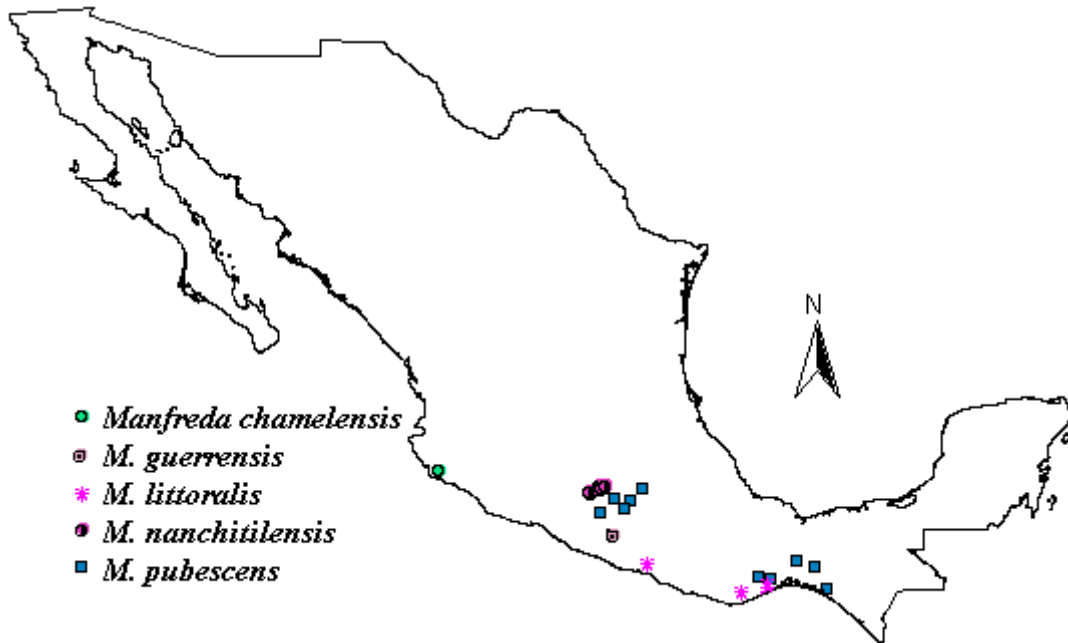


Fig. 8. Distribución geográfica, especies del género *Manfreda*, grupo 4.

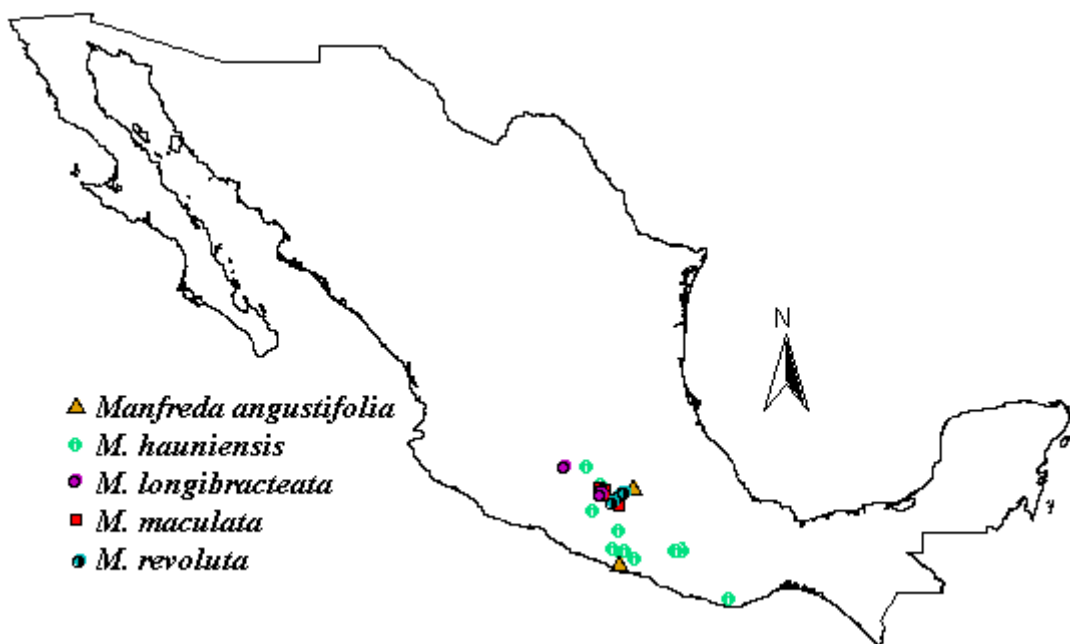


Fig. 9. Distribución geográfica, especies del género *Manfreda*, grupo 4.



Grupo 5. Multifisiográfico, constituido por *Manfreda pringlei*, *M. guttata*, *M. scabra* y *M. fusca*. En este grupo *Manfreda guttata*, se encuentra desde el sur de Chihuahua a los 26°, hasta los 20° en el norte de Michoacán. *Manfreda scabra* abarca desde los 22° en el norte de Jalisco, hasta los 12° en el norte de Nicaragua. *Manfreda fusca*, se localiza en centro de Guatemala a los 14° (Figs. 10, 11).

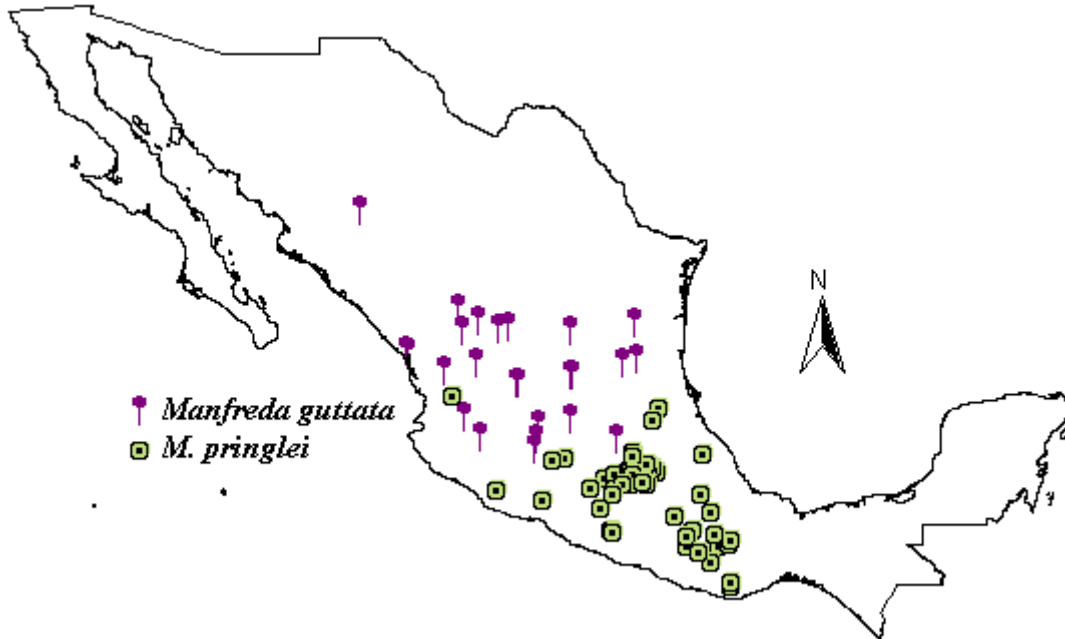


Fig. 10. Distribución geográfica, especies del género *Manfreda*, grupo 5.

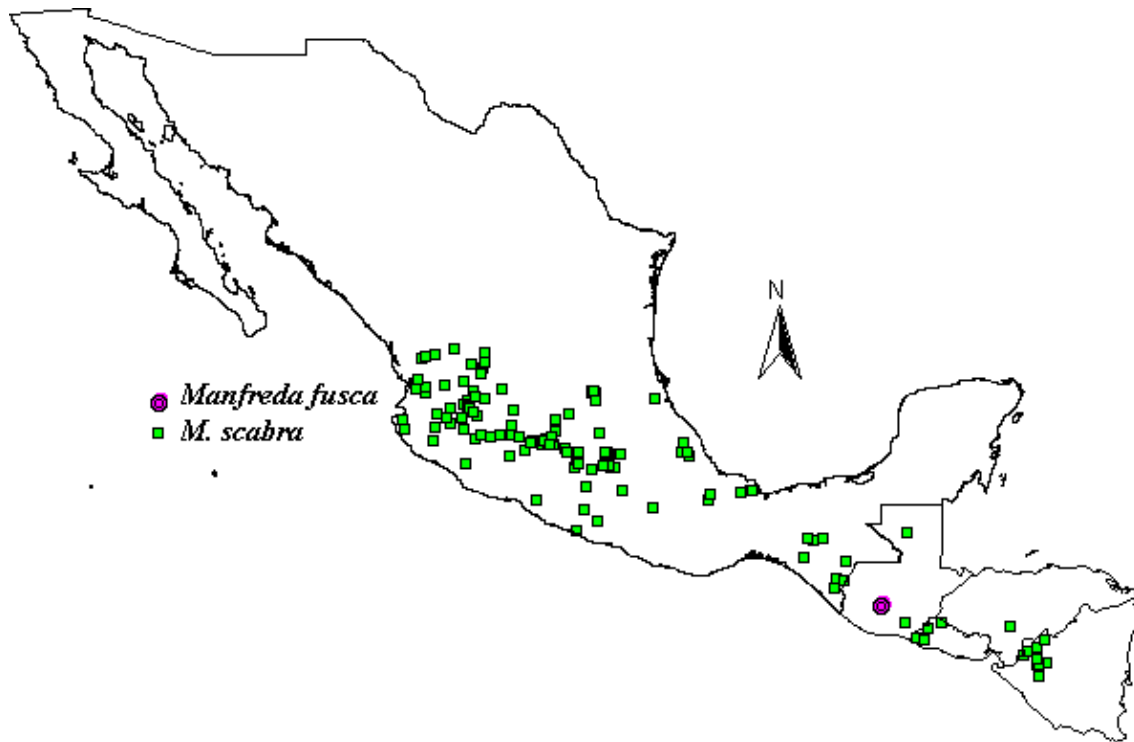
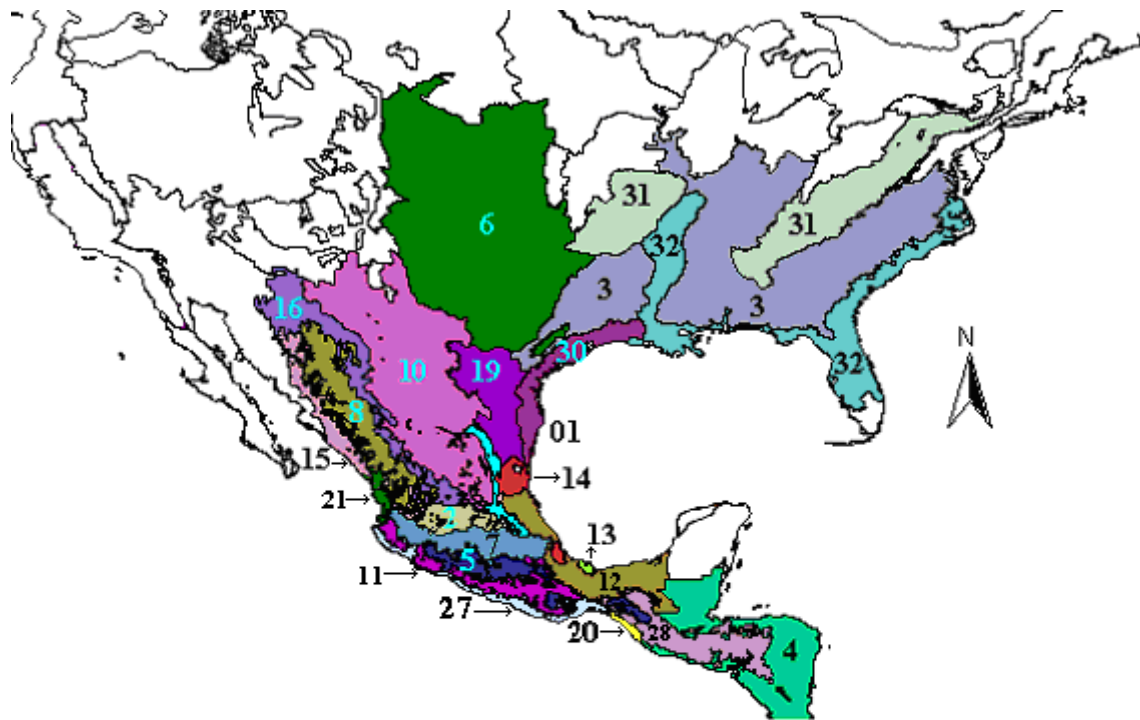


Fig. 11. Distribución geográfica, especies del género *Manfreda*, grupo 5.

#### 4.4 Análisis panbiogeográfico

Una vez establecidos los grupos anteriores se realizaron los trazos individuales de cada una de las especies (Anexo III). De este análisis se excluyeron *Manfreda angustifolia*, *M. chamelensis*, *M. planifolia*, *M. sileri*, *M. longibracteata*, *M. guerrerensis* y *M. maculata* por estar escasamente recolectadas. Posteriormente se obtuvieron tres trazos generalizados que fueron analizados con base en el mapa de ecorregiones.

Dicho mapa está conformado por 32 regiones ecológicas, únicamente 23 de ellas presentaron registros de alguna especie del género estudiado. Estas áreas se caracterizan por presentar condiciones ecológicas similares. Las ecorregiones donde existían registros de alguna especie del género fueron reconocidas con un número (Fig. 12, cuadro 2).


























 Eco 01	 Eco 10	 Eco 20
 Eco 02	 Eco 11	 Eco 21
 Eco 03	 Eco 12	 Eco 27
 Eco 04	 Eco 13	 Eco 28
 Eco 05	 Eco 14	 Eco 30
 Eco 06	 Eco 15	 Eco 31
 Eco 07	 Eco 16	 Eco 32
 Eco 08	 Eco 19	

Fig. 12. Ecorregiones donde se distribuyen especies del género *Manfreda*. Las que aparecen en blanco, no registraron ninguna especie. Eco = ecorregiones.

**Cuadro 2. Estados de la República Mexicana y Estados Unidos de Norteamérica, así como departamentos de Centroamérica correspondientes a las ecorregiones donde se registraron especies del género *Manfreda*.**

ECORREGIÓN	ESTADOS QUE ABARCA
1	Norte de Puebla, Querétaro, centro de Hidalgo, San Luís Potosí, sur de N. L y Coahuila, norte de Zacatecas.
2	Noreste de Jalisco, centro de Guanajuato, Querétaro e Hidalgo.
3	Noroeste de Texas y Louisiana; sur de Arkansas, Noreste de Missouri, sur de Illinois; Kentucky, Mississippi, Alabama, Tennessee, Georgia, norte de florida, centro y norte de Carolina del Sur, centro de Carolina del Norte y Virginia.
4	Sur y Noroeste de Guatemala; Belice, sur de El Salvador, norte y sur de Honduras y Nicaragua.
5	Sur de Jalisco, suroeste de Michoacán, Guerrero y Oaxaca.
6	Texas, Oklahoma, este de Colorado, norte de Nebraska y Kansas.
7	Sur de Nayarit, centro de Jalisco; Michoacán, México, sureste de Guanajuato, sur de Hidalgo; Puebla y Veracruz.
8	Oeste de Chihuahua y Durango, pequeñas porciones en Sonora, Sinaloa y Zacatecas.
10	Sur de Nuevo México, oeste de Texas, este de Chihuahua; Coahuila, noroeste de Nuevo León, norte de Zacatecas, San Luís Potosí, y centro de Querétaro.
11	Suroeste de Jalisco, Michoacán, Estado de México, norte de Guerrero, sur de Puebla y Oaxaca.
12	Este de San Luís Potosí, Veracruz, noreste de Oaxaca, Tabasco, Campeche y norte de Chiapas.
13	Veracruz.
14	Sur de Tamaulipas y centro de Veracruz.
15	Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco y Durango.
16	Norte de Sonora, este de Chihuahua, centro de Durango y Zacatecas, Aguascalientes, norte de Jalisco y oeste de San Luis Potosí.
19	Sur de Texas, noreste de Coahuila y Nuevo León.

### Continúa cuadro 2.

ECORREGIÓN	ESTADOS QUE ABARCA
20	Oeste de Chiapas.
21	Sur de Sinaloa, Nayarit, noroeste de Jalisco.
27	Costa de Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas.
28	Chiapas, Centro de Guatemala y Honduras, El Salvador y norte de Nicaragua.
30	Suroeste de Louisiana, costa de Texas y norte de Tamaulipas.
31	Norte de Alabama, este de Tennessee, oeste de Carolina del Norte, oeste de Virginia y Centro de Pensylvania.

Se obtuvieron tres trazos generalizados (Fig. 13): oriente, occidente y sur. El primero unió a las ecorregiones 3, 6, 19 y 30; las especies que determinaron este trazo son *Manfreda longiflora*, *M. maculosa*, *M. variegata* y *M. virginia*. El occidente conectó a las regiones ecológicas 8, 16, 15, 21 y 7; definido por *Manfreda elongata*, *M. jaliscana* y *M. rubescens*. El trazo sur enlazó a las ecorregiones 7, 15, 11, 27 y 5 respectivamente; caracterizado por *Manfreda hauniensis*, *M. maculata*, *M. nanchititlensi*, *M. pringlei*, *M. pubescens*, *M. revoluta* y *M. scabra* (Fig. 13).

Los trazos occidente y sur coinciden con uno de los grafos generalizados obtenidos por Morrone y Márquez (2003), quienes realizaron una aproximación para elaborar un atlas biogeográfico de México con base en la distribución de 800 especies de insectos, aves y plantas, su trazo une a las siguientes provincias biogeográficas: Sierra Madre Occidental, Eje Volcánico Transmexicano, Cuenca del Balsas y Sierra Madre del Sur.

Los trazos occidente y sur obtenidos en este trabajo, se superponen para formar un nodo, localizado en la transición de las ecorregiones 15 y 7. Esta área se ubica justamente donde convergen la

Sierra Madre Occidental y la Faja Volcánica Transmexicana (Fig. 13). En esta zona hipotéticamente tuvieron lugar procesos bióticos y geológicos ancestrales relacionados en tiempo y espacio, que originaron una elevada radiación adaptativa y especiación, misma que en la actualidad se manifiesta con una gran riqueza de especies del género *Manfreda*. Dicha situación coincide con Solano (2000) quien aerográficamente determinó que esta región es el centro de riqueza del género *Pollanthes*.

El análisis panbiogeográfico permitió identificar centros de riqueza y también ayudaría en la propuesta de nuevas áreas de conservación o ampliar las existentes, sobretodo, áreas donde se localizan especies microendémicas. En el cuadro 3 se presentan las especies correspondientes a cada ecorregión.

A continuación se discuten las ecorregiones con mayor riqueza de especies y endemismos. Estas ecorregiones generalmente coinciden de manera parcial con las provincias florísticas de Rzedowski (1978). La ecorregión 7 (Serranías Meridionales) presenta la mayor riqueza de especies (11, 42%), en esta zona de acuerdo con el mismo autor, se localizan las montañas más elevadas de México, así como regiones montañosas aisladas, fisiografía que ha permitido el desarrollo de una gran heterogeneidad espacial y por ende biótica. Las ecorregiones 11 (Depresión del Balsas), 16 (Zona de transición entre Sierra Madre Occidental y Altiplanicie) y 19 (Planicie costera del noreste); contienen cada una siete especies (27%) (Fig. 14) Cabe mencionar que algunas especies se comparten con varias ecorregiones.

Las especies endémicas para las ecorregiones 5, 7, 16, 27 y 28; son *Manfreda guerrerensis*, *M. revoluta*, *M. planifolia*, *M. chamelensis* y *M. fusca* respectivamente, las cuales se pueden considerar por la pequeña área que cubren como microendemismos. Existen especies que se distribuyen en zonas localizadas en dos ecorregiones, éstas son: *Manfreda littoralis* (5, 27), *M. maculata* y *M. nanchititlensis* (7, 11) y *M. singuliflora* (8, 16) (Fig. 15). *Manfreda littoralis* podría corresponder a un endemismo edáfico, pues se desarrolla en suelos cuyo material parental es de origen calcáreo.

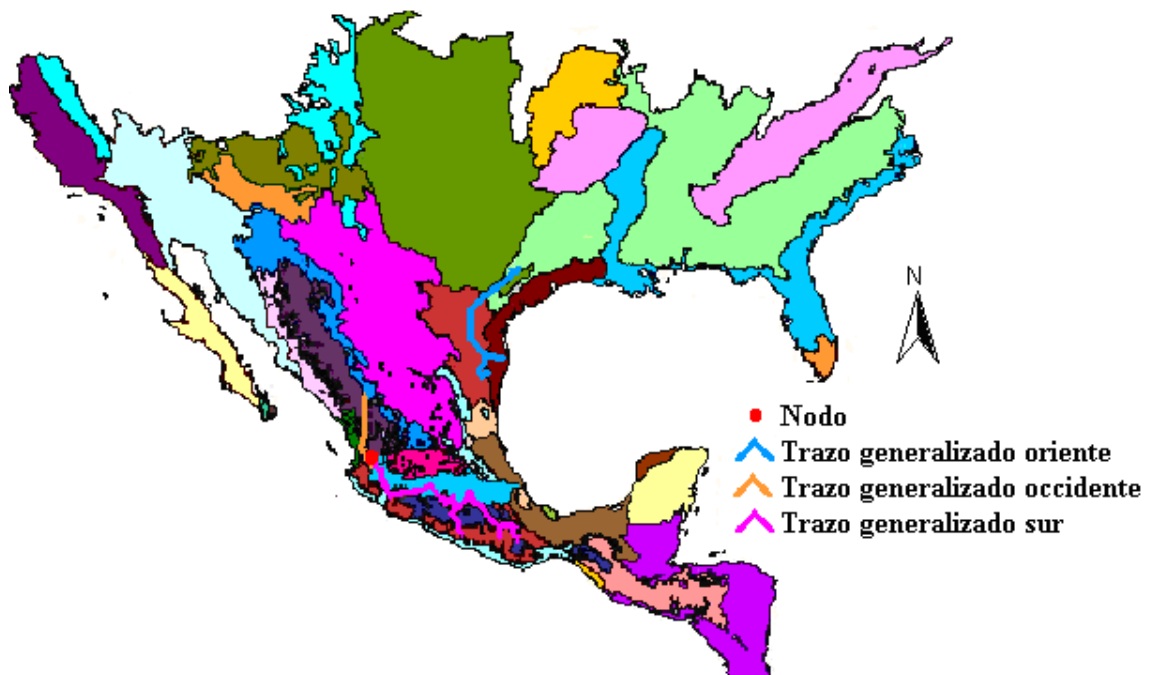


Fig. 13. Regiones ecológicas con los trazos generalizados y nodo, obtenidos a partir de la distribución de 19 especies del género *Manfreda*.

**Cuadro 3. Riqueza y porcentaje de especies del género *Manfreda* por ecorregión.**

ECORREGIÓN	NÚMERO DE REGISTROS	NÚMERO DE ESPECIES	% DE ESPECIES	ESPECIES
1	14	6	23	<i>Manfreda guttata</i> , <i>M. maculosa</i> , <i>M. pringlei</i> , <i>M. scabra</i> y <i>M. variegata</i> .
2	19	3	11	<i>Manfreda guttata</i> , <i>M. jaliscana</i> y <i>M. scabra</i> .
3	42	1	3.8	<i>Manfreda virginica</i> .
4	4	1	3.8	<i>Manfreda scabra</i> .
5	32	6	23	<i>Manfreda guerrerensis</i> , <i>M. hauniensis</i> , <i>M. littoralis</i> , <i>M. pringlei</i> , <i>M. pubescens</i> y <i>M. scabra</i> .
6	5	1	3.8	<i>Manfreda virginica</i> .
7	134	11	42	<i>Manfreda angustifolia</i> , <i>M. guttata</i> , <i>M. hauniensis</i> , <i>M. jaliscana</i> , <i>M. longibracteata</i> , <i>M. maculata</i> , <i>M. nanchitlensis</i> , <i>M. pringlei</i> , <i>M. pubescens</i> , <i>M. revoluta</i> y <i>M. scabra</i> .
8	48	6	23	<i>Manfreda elongata</i> , <i>M. guttata</i> , <i>M. jaliscana</i> , <i>M. rubescens</i> , <i>M. potosina</i> y <i>M. singuliflora</i> .
10	25	4	15	<i>Manfreda brunnea</i> , <i>M. guttata</i> , <i>M. potosina</i> y <i>M. variegata</i> .
11	27	7	27	<i>Manfreda hauniensis</i> , <i>M. jaliscana</i> , <i>M. maculata</i> , <i>M. nanchitlensis</i> , <i>M. pringlei</i> , <i>M. pubescens</i> y <i>M. scabra</i> .
12	21	5	19	<i>Manfreda longiflora</i> , <i>M. pringlei</i> , <i>M. pubescens</i> , <i>M. scabra</i> y <i>M. variegata</i> .



Continúa cuadro 3

ECORREGIÓN	NÚMERO DE REGISTROS	NÚMERO DE ESPECIES	% DE ESPECIES	ESPECIES
13	2	1	3.8	<i>Manfreda scabra</i> .
14	4	3	11	<i>Manfreda guttata</i> , <i>M. scabra</i> y <i>M. variegata</i> .
15	20	6	23	<i>Manfreda elongata</i> , <i>M. guttata</i> , <i>M. jaliscana</i> , <i>M. pringlei</i> , <i>M. rubescens</i> y <i>M. scabra</i> .
16	18	7	27	<i>Manfreda brunnea</i> , <i>M. elongata</i> , <i>M. guttata</i> , <i>M. planifolia</i> , <i>M. potosina</i> , <i>M. scabra</i> y <i>M. singuliflora</i> .
19	17	7	27	<i>Manfreda brunnea</i> , <i>M. guttata</i> , <i>M. longiflora</i> , <i>M. maculosa</i> , <i>M. sileri</i> , <i>M. variegata</i> y <i>M. virginica</i> .
20	1	1	3.8	<i>Manfreda pubescens</i> .
21	3	2	7.6	<i>Manfreda jaliscana</i> y <i>M. scabra</i> .
27	10	6	23	<i>Manfreda angustifolia</i> , <i>M. chamelensis</i> , <i>M. hauniensis</i> , <i>M. littoralis</i> , <i>M. pubescens</i> y <i>M. scabra</i> .
28	21	3	11	<i>Manfreda fusca</i> , <i>M. pubescens</i> y <i>M. scabra</i> .
30	11	5	15	<i>Manfreda longiflora</i> , <i>M. maculosa</i> , <i>M. variegata</i> y <i>M. virginica</i> .
31	12	1	3.8	<i>Manfreda virginica</i> .
32	4	1	3.8	<i>Manfreda virginica</i> .

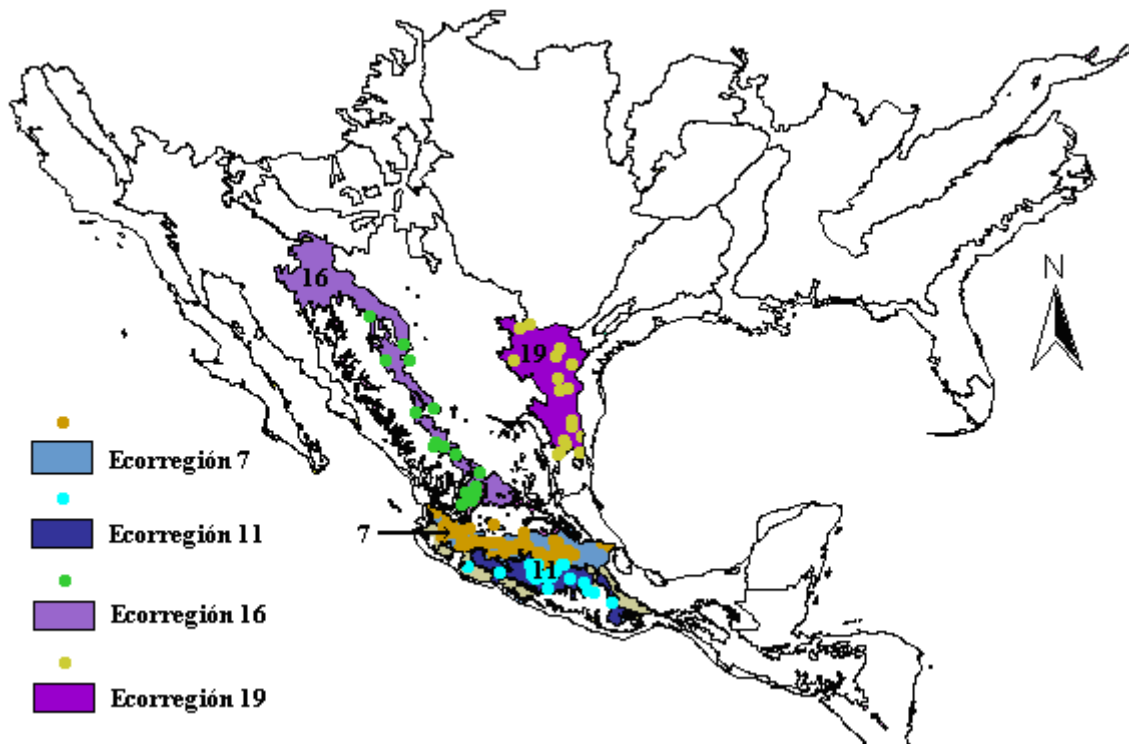


Fig. 14. Ecorregiones con mayor riqueza de especies del género *Manfreda*

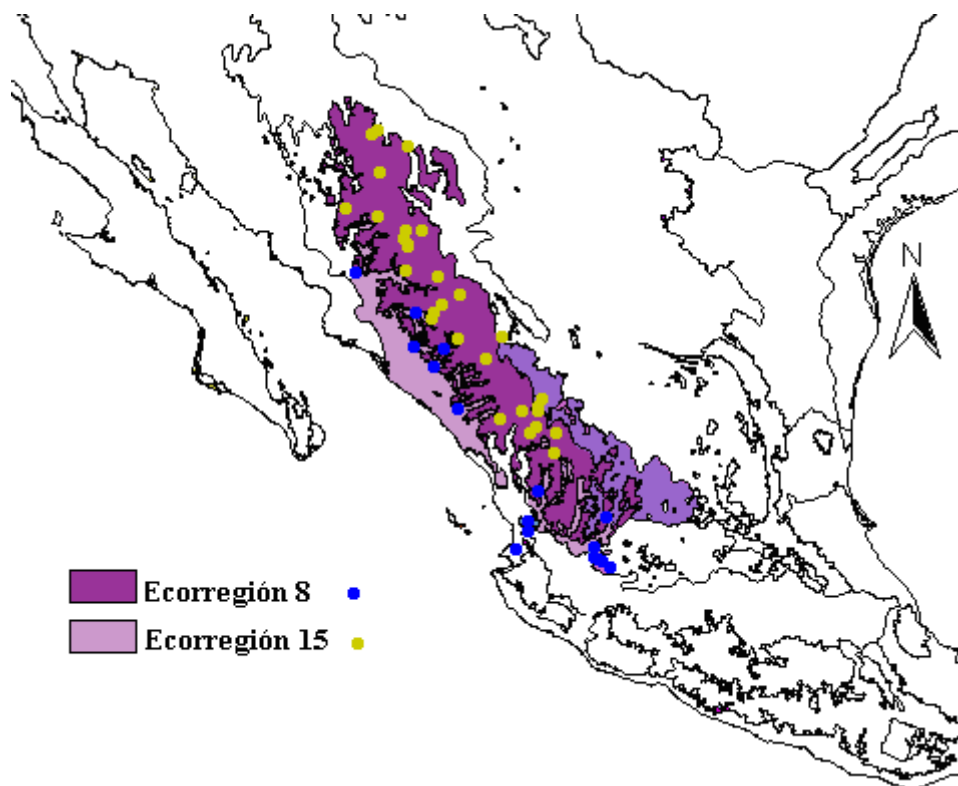


Fig. 15. Distribución de *Manfreda jaliscana* y *M. singuliflora*.

#### 4.5 Análisis de parsimonia de endemismos (PAE) para ecorregiones

Con la finalidad de confirmar los trazos obtenidos se realizó el análisis de parsimonia de endemismos (PAE), mismo que permitió agrupar las ecorregiones en función de las especies que comparten. La matriz de datos presencia-ausencia se muestra en el anexo IV. Se consideró uno de los 72 cladogramas más parsimoniosos, elegido al azar, el cuál comprendió 43 pasos y presentó un índice de consistencia y retención de 0.600 y 0.720, respectivamente. El cladograma mostró tres grupos bien definidos, mismos que se mantienen en la mayoría de los árboles obtenidos (Fig. 16).

El clado 1 está conformado por las ecorregiones 6, 31, 32, 3 y 30 e incluye especies con distribución en la vertiente Costa del Atlántico y Golfo de México. Este clado coincide con el trazo generalizado oriente. *Manfreda virginica* es basal en el clado y es la más ampliamente distribuida. Las otras especies que se incluyen en este clado son *M. longiflora*, *M. maculosa* y *M. variegata*.

El segundo clado está integrado por las ecorregiones 12, 5, 7, 27 y 11, donde *Manfreda pringlei*, especie con mayor distribución, es basal en el clado. Este clado se corresponde parcialmente con el trazo sur. Otras especies que lo definen son *Manfreda angustifolia*, *M. chamelensis*, *M. longibracteata* y *M. revoluta*.

El tercer clado incluye el mayor número de ecorregiones, 21, 4, 13, 2, 8, 15, 14, 16, 19, 1 y 10; donde se encuentran especies que se presentan en los tres trazos generalizados. *Manfreda pubescens* es la especie plesiomórfica, este clado se ramifica en dos grupos de Ecorregiones, en el primero *M. jaliscana* es basal y en el segundo es *M. guttata*. Ninguno de estos clados tienen correspondencia con alguno de los trazos obtenidos, probablemente se deba al nivel de agrupación utilizado.

Cladograma de áreas obtenido para ecorregiones

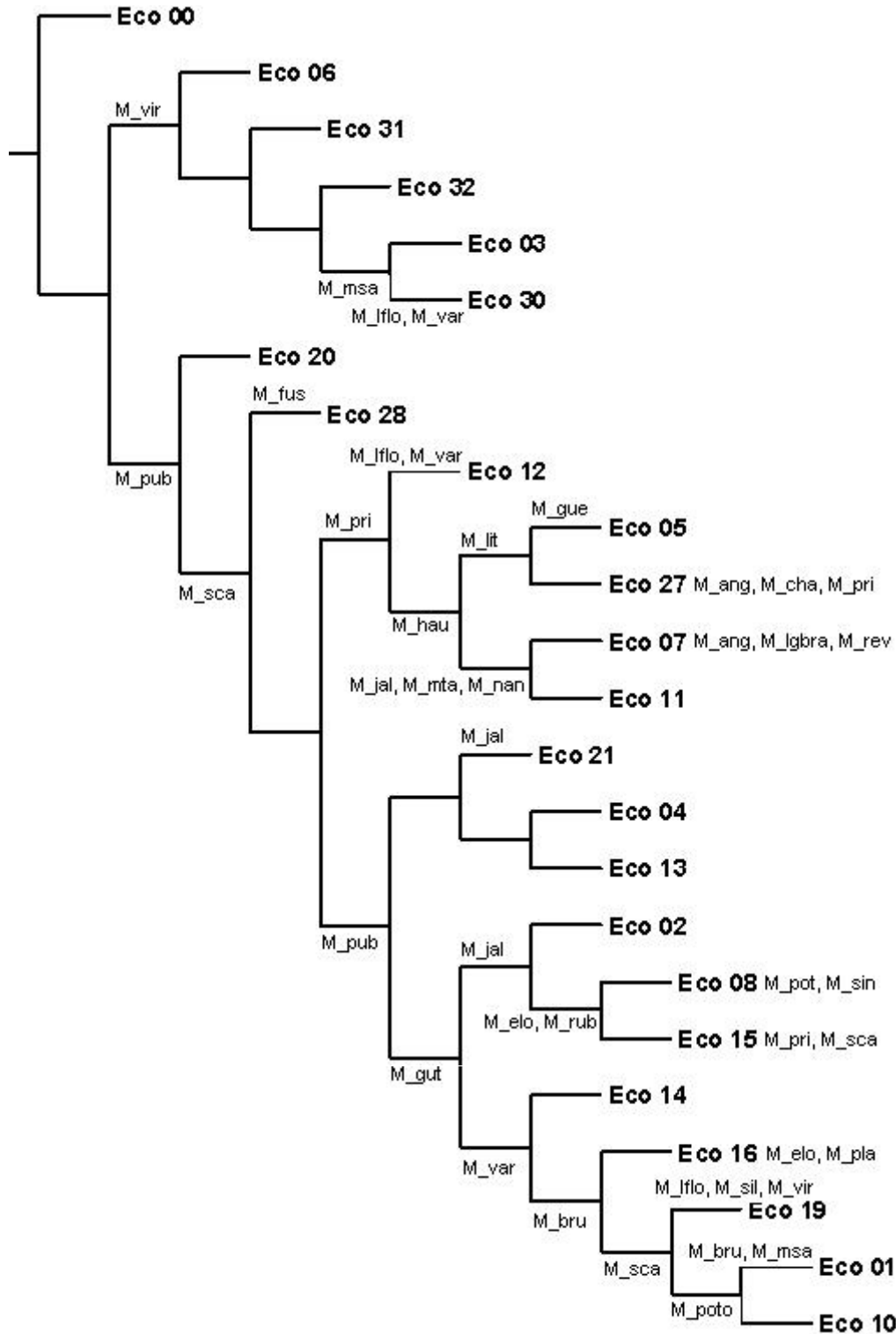


Fig. 16. Cladograma de áreas que muestra uno de los 72 árboles más parsimoniosos obtenidos con WinClada y NONA. Índice de Consistencia = 0.600 Índice de Retención = 0.720 y Longitud = 43. Eco = ecorregión.

#### 4.6 Análisis de parsimonia de endemismos (PAE) para regiones hidrológicas

Con la finalidad de explicar si la distribución de las especies del género obedece a factores ecológicos ó históricos, se realizó el PAE con base en regiones hidrológicas. Se utilizó el mapa de las regiones hidrológicas de México y se delimitaron tres regiones más para abarcar toda el área de distribución del género (Fig. 17). En el cuadro 4, se presentan las regiones hidrológicas que contienen registros de especies del género bajo estudio.



Fig. 17. Regiones hidrológicas de México que presentan registros de alguna especie del género *Manfreda*

Las regiones hidrológicas que se utilizaron para el presente trabajo son las siguientes:

1. Sonora-Sur
2. Cuencas cerradas del Norte
3. Bravo-Conchos
4. Sinaloa
5. Mapimí
6. Nazas-Aguanaval
7. El Salado
8. San Fernando-Soto La Marina
9. Presidio San Pedro
10. Lerma-Santiago
11. Huicila
12. Ameca
13. Armelia-Coahuayana
14. Costa de Jalisco
15. Costa de Michoacán
16. Panúco
17. Tuxpan-Nautla
18. Balsas
19. Costa Grande
20. Costa Chica-Río Verde
21. Papaloapan
22. Costa de Oaxaca
23. Tehuantepec
24. Coatzacoalcos
25. Costa de Chiapas
26. Grijalva-Usumacinta
27. Guatemala
28. Nicaragua
29. Mississippi

**Cuadro 4. Riqueza de especies del género *Manfreda* por regiones hidrológicas**

REGIÓN HIDROLÓGICA	NÚMERO DE ESPECIES	% DE ESPECIES	ESPECIES
Sonora-Sur	1	3.8	<i>Manfreda singuliflora</i> .
Cuencas Cerradas del Noreste	1	3.8	<i>Manfreda singuliflora</i> .
Bravo-Conchos	7	26.9	<i>Manfreda brunnea</i> , <i>M. longiflora</i> , <i>M. maculosa</i> , <i>M. planifolia</i> , <i>M.</i> <i>potosina</i> , <i>M. singuliflora</i> y <i>M.</i> <i>virginica</i> .
Sinaloa	3	11.5	<i>Manfreda guttata</i> , <i>M. jaliscana</i> y <i>M. singuliflora</i> .
Mapimí	1	3.8	<i>Manfreda brunnea</i> .
Nazas-Aguanaval	3	11.5	<i>Manfreda brunnea</i> , <i>M. guttata</i> y <i>M. singuliflora</i> .
El Salado	3	11.5	<i>Manfreda guttata</i> , <i>M. potosina</i> y <i>M. variegata</i> .
San Fernando-Soto la Marina	5	19.2	<i>Manfreda guttata</i> , <i>M. longiflora</i> , <i>M. sileri</i> , <i>M. variegata</i> y <i>M.</i> <i>virginica</i> .
Presidio San Pedro	4	15.3	<i>Manfreda elongata</i> , <i>M. guttata</i> , <i>M. rubescens</i> y <i>M. singuliflora</i> .
Lerma-Santiago	8	30.7	<i>Manfreda elongata</i> , <i>M. guttata</i> , <i>M. jaliscana</i> , <i>M. longibracteata</i> , <i>M. pringlei</i> , <i>M. rubescens</i> , <i>M.</i> <i>scabra</i> y <i>M. singuliflora</i> .
Huicila	2	7.6	<i>Manfreda jaliscana</i> y <i>M. scabra</i> .
Ameca	2	7.6	<i>Manfreda jaliscana</i> y <i>M. scabra</i> .

Continúa cuadro 4.

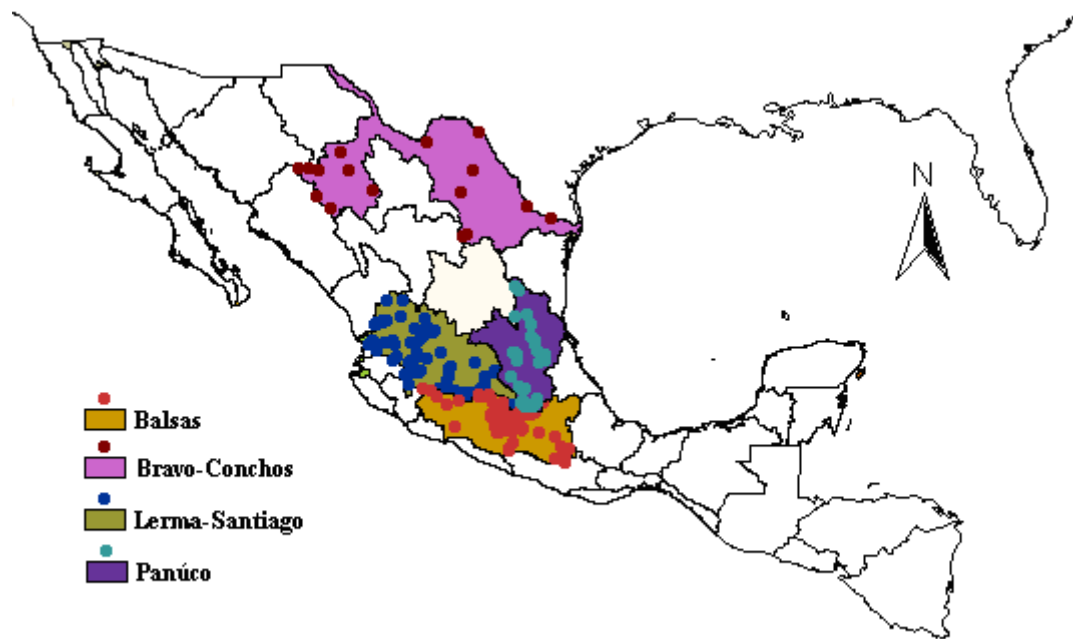
REGIÓN HIDROLÓGICA	NÚMERO DE ESPECIES	% DE ESPECIES	ESPECIES
Armelia- Coahuayana	2	7.6	<i>Manfreda jaliscana</i> y <i>M. scabra</i> .
Costa de Jalisco	2	7.6	<i>Manfreda chamelensis</i> y <i>M. scabra</i> .
Costa de Michoacán	2	7.6	<i>Manfreda jaliscana</i> y <i>M. pringlei</i> .
Panúco	6	23	<i>Manfreda guttata</i> , <i>M. maculosa</i> , <i>M. potosina</i> , <i>M. pringlei</i> , <i>M. scabra</i> y <i>M. variegata</i> .
Tuxpan-Nautla	3	11.5	<i>Manfreda pringlei</i> , <i>M. scabra</i> y <i>M. variegata</i> .
Balsas	11	42.3	<i>Manfreda angustifolia</i> , <i>M. guerrerensis</i> , <i>M. hauniensis</i> , <i>M. jaliscana</i> , <i>M. longibracteata</i> , <i>M. maculata</i> , <i>M. nanchitlensis</i> , <i>M. pringlei</i> , <i>M. pubescens</i> , <i>M. revoluta</i> y <i>M. scabra</i> .
Costa Grande	1	3.8	<i>Manfreda scabra</i>
Costa chica-Río Verde	5	19.2	<i>Manfreda angustifolia</i> , <i>M. hauniensis</i> , <i>M. littoralis</i> , <i>M. pringlei</i> y <i>M. scabra</i> .
Papaloapan	2	7.6	<i>Manfreda pringlei</i> y <i>M. scabra</i> .
Costa de Oaxaca	3	11.5	<i>Manfreda hauniensis</i> y <i>M. littoralis</i> .
Tehuantepec	1	3.8	<i>Manfreda pubescens</i> .
Coatzacoalcos	2	7.6	<i>Manfreda pubescens</i> y <i>M. scabra</i> .



Continúa cuadro 4.

REGIÓN HIDROLÓGICA	NÚMERO DE ESPECIES	% DE ESPECIES	ESPECIES
Costa de Chiapas	2	7.6	<i>Manfreda pubescens</i> y <i>M. scabra</i> .
Grijalva-Usumacinta	2	7.6	<i>Manfreda pubescens</i> y <i>M. scabra</i> .
Guatemala	2	7.6	<i>Manfreda fusca</i> y <i>M. scabra</i> .
Nicaragua	1	3.8	<i>Manfreda scabra</i> .
Mississippi	4	15.3	<i>Manfreda longiflora</i> , <i>M. maculosa</i> , <i>M. variegata</i> y <i>M. virginica</i> .

Las regiones hidrológicas con mayor número de especies (Fig. 18) fueron la del Balsas y Lerma-Santiago, con 11 y nueve especies respectivamente. En la primera se registraron cuatro endémicas: *Manfreda guerrerensis*, *M. maculata*, *M. nanchitlensis* y *M. revoluta*. *Manfreda planifolia* es endémica de la región Bravo-Conchos, mientras que, *M. fusca* es propia de la región Guatemala. Cabe señalar que, *Manfreda sileri* se ubicó en la región de San Fernando-Soto La Marina, pero únicamente se trabajó con un registro, por lo tanto, probablemente no sea endémica de esta región.



**Fig. 18. Regiones hidrológicas con mayor riqueza de especies del género *Manfreda*.**

Se obtuvieron tres trazos generalizados (1, 2 y 3). El primero cruza la región del Bravo-Conchos y está determinado por *Manfreda brunnea*, *M. guttata*, *M. longiflora*, *M. maculosa*, *M. potosina*, *M. variegata* y *M. virginica*; el segundo unió las regiones Lerma-Grande de Santiago y Balsas, esta caracterizado por *Manfreda elongata*, *M. jaliscana*, *M. longibracteata*, *M. pringlei*, *M. rubescens* y *M. scabra*; el tercero se localizó en la región del Balsas y está conformado por *Manfreda hauniensis*, *M. littoralis*, *M. maculata*, *M. nanchitlensis*, *M. pubescens* y *M. revoluta*. Como resultado de la sobreposición de los dos últimos trazos, se obtuvo un nodo, pero a diferencia del obtenido para ecorregiones, éste se ubicó en Guerrero en la región del Balsas. Al respecto puede mencionarse que esta diferencia se debió principalmente a que las divisiones en ecorregiones o regiones hidrológicas, utilizan diferentes criterios para su delimitación. La ubicación de este nodo coincide con el centro de riqueza registrado por García-Mendoza (1995) con métodos aerográficos para este mismo género (Fig. 19). De acuerdo con la exploración botánica que se ha

venido realizando para los géneros herbáceos de la familia Agavaceae (*Manfreda*, *Polianthes* y *Prochnyanthes*), es probable que existan dos centros de riqueza que corresponderían a los registrados por ecorregiones y regiones hidrológicas identificados en este estudio.

Ningún trazo generalizado cruzó la región del Mississippi, por lo tanto, constituye el límite noreste de las especies del género, por otro lado, la región del Yaqui representa el límite noroeste, la del Grijalva-Usumacinta el sureste y la región San Juan en Nicaragua, marca el límite de distribución más austral. Puede observarse que existe una fuerte influencia de las regiones hidrológicas en la delimitación del área de distribución de las especies del género (Fig. 19).

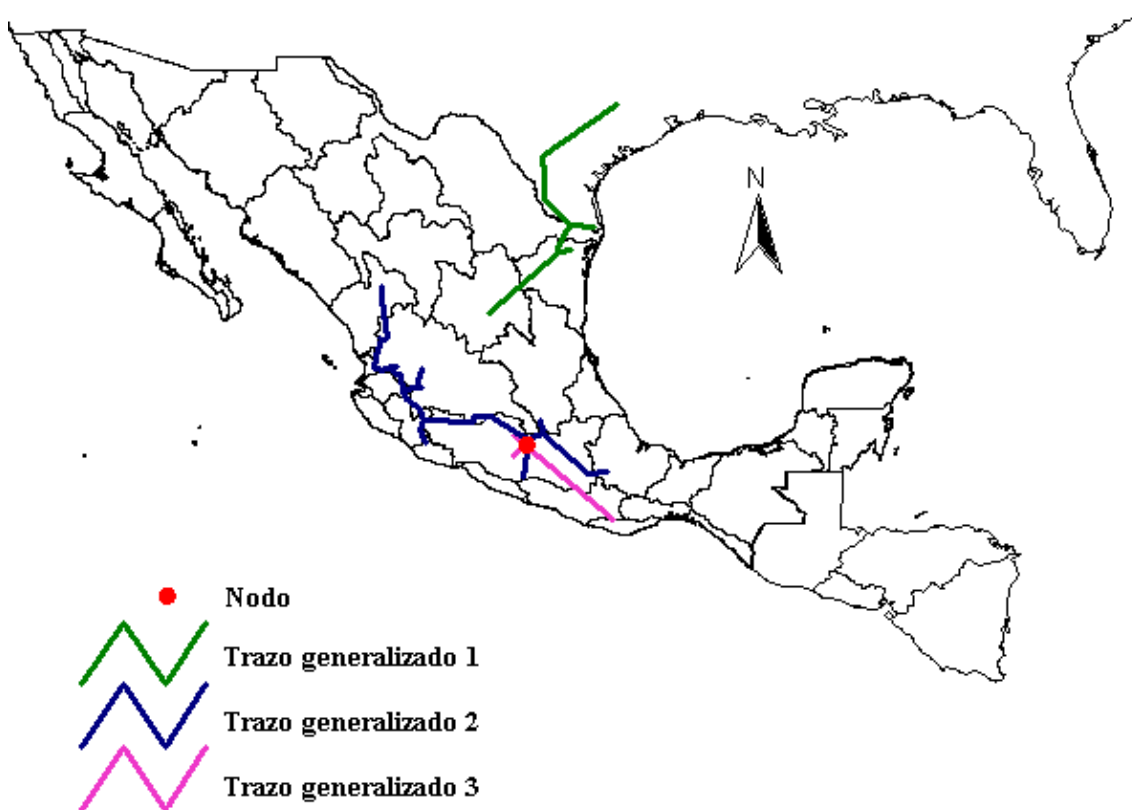


Fig. 19. Regiones hidrológicas con los trazos generalizados y nodo, obtenidos a partir de la distribución de 19 especies del género *Manfreda*.

Con base en la distribución de las especies por regiones hidrológicas, se realizó el análisis de parsimonia de endemismos (PAE). El cladograma obtenido, agrupó las regiones hidrológicas en función de las especies que comparten (Fig. 20). La matriz presencia-ausencia para este análisis se presenta en el anexo V. En el cladograma las regiones hidrológicas se agrupan en dos clados. Uno de ellos coincide con el trazo generalizado 1 y agrupa regiones del norte-centro de México, que se ubican al norte de la Faja Volcánica Transmexicana. El segundo clado, a su vez se divide en dos ramas, en una de ellas, *Manfreda pubescens* (19) es basal y esta conformado por regiones que se ubican en el sureste de México y se corresponde con el trazo generalizado 3, que se localiza principalmente en la Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre del Sur, e incluye regiones hidrológicas del centro-sur de México y Centroamérica.

Cladograma obtenido para Regiones hidrológicas

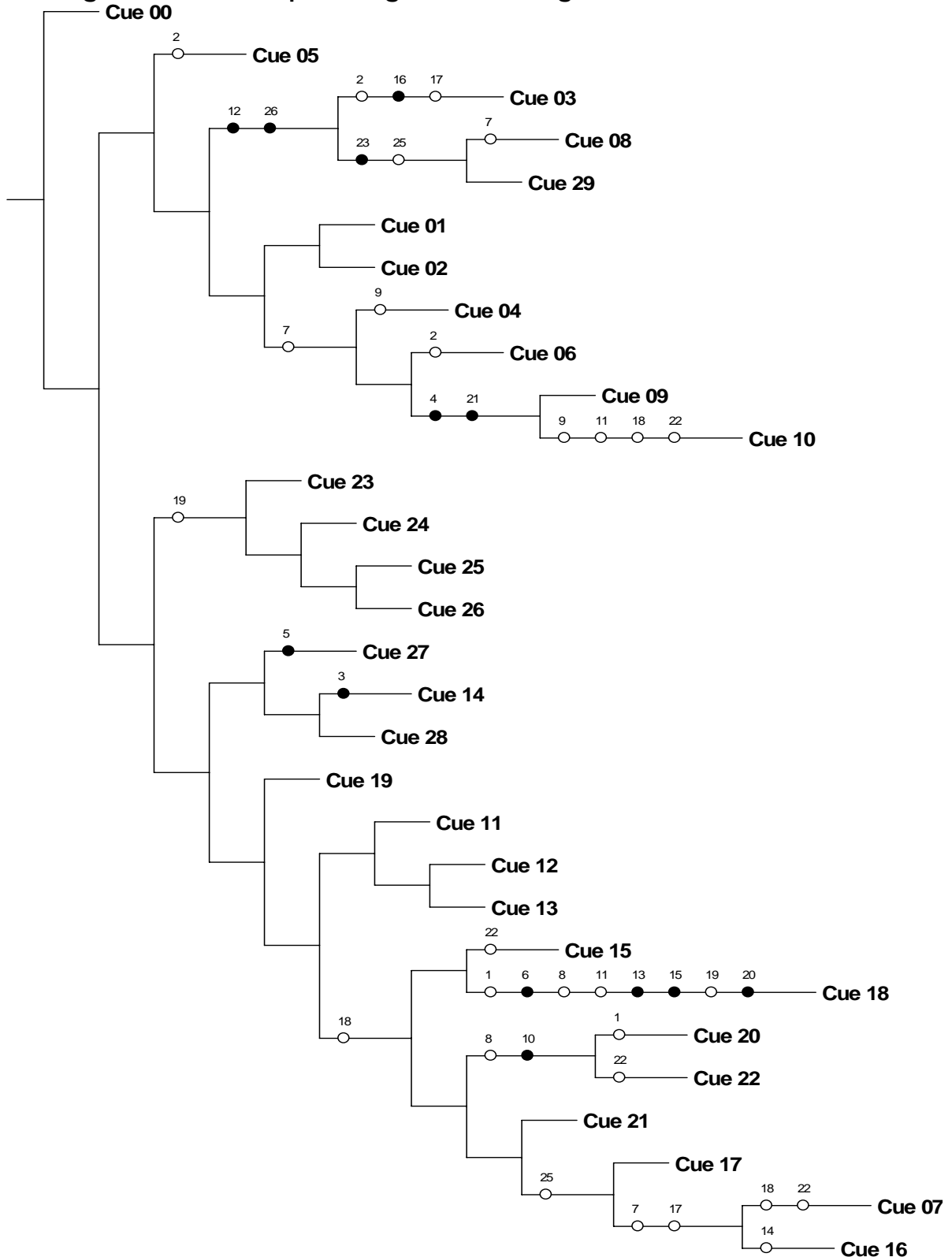


Fig. 20. Cladograma de regiones hidrológicas que muestra uno de los 72 árboles más parsimoniosos obtenidos con WinClada y NONA. Índice de Consistencia = 0.53, Índice de Retención = 0.64 y Longitud = 49 pasos.

Cue = cuenca.

#### 4.7 Patrones de diversidad para el género *Manfreda*

Para establecer los patrones de diversidad de las especies del género estudiado, se consideraron los criterios tipo de vegetación, clima, suelo y altitud, con base en mapas temáticos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, excepto para los tipos de vegetación y altitud. Además, en dos mapas se ubicaron los cuadrantes con mayor diversidad alfa y beta.

Las manfredas habitan en casi todos los tipos de vegetación de México. No obstante, con mayor frecuencia se encuentran en bosques de coníferas y *Quercus*, seguidos de bosques tropicales caducifolios y matorrales xerófilos, ya sea como integrantes de vegetación primaria o secundaria (Anexo VI). De acuerdo con las observaciones realizadas en campo, es importante señalar que *Manfreda longiflora* y *M. potosina* requieren de especies nodrizas, la primera crece bajo *Condalia mexicana* y diferentes especies de *Acacia*, la segunda se desarrolla con la protooperación de *Larrea tridentata* y *Flourensia resinosa* principalmente (Fig. 21).



Fig. 21. *Manfreda longiflora* (Rose) Verh.-Will.

Las especies del género *Manfreda* se establecen en diversas comunidades vegetales (Fig. 22) Algunas de sus especies se presentan en varios tipos de vegetación, por ejemplo, *Manfreda scabra* se desarrolla tanto en bosques de coníferas y *Quercus*, como en bosques espinosos. Esta especie presenta amplia distribución geográfica y ecológica.

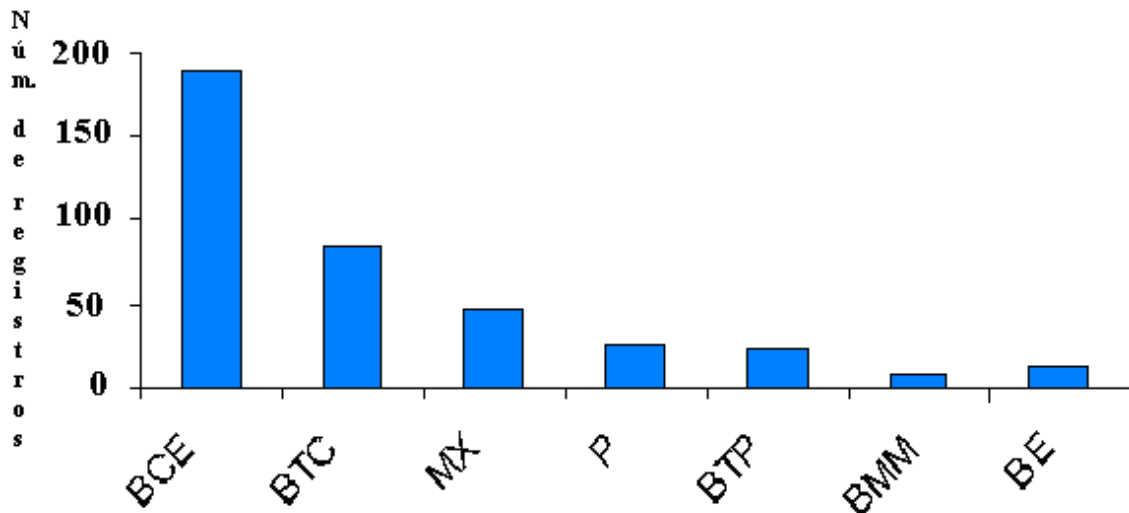
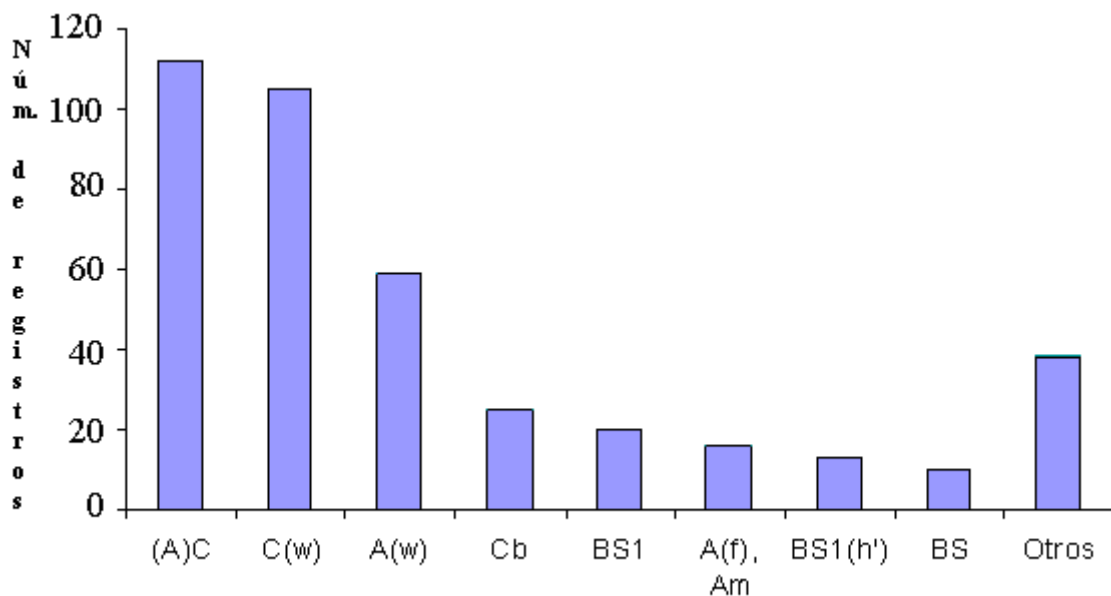


Fig. 22. Tipos de vegetación en los que se distribuyen las especies del género *Manfreda*. BCE = bosque de coníferas y encinos, BTC = bosque tropical caducifolio, MX = matorral xerófilo, P = pastizal, BTP = bosque tropical perennifolio, BMM = bosque mesófilo de montaña y BE = bosque espinoso.

La mayoría de las especies del género *Manfreda* se localizaron en climas semicálidos subhúmedos [A(C)], templados subhúmedos [C(w)] y cálidos subhúmedos [Aw]. En el primer tipo se presentó el mayor número de registros 112 que representan el 50% de las especies. En el templado subhúmedo [C(w)] 105 registros que corresponden a 12 especies, mientras que, en el cálido subhúmedo [Aw], habitan 13 especies. Pocas especies prefieren climas semifríos subhúmedos [Cb], semiáridos [BS1] o templados húmedos [C(f), C(m)], (Fig. 23, Anexo VII).



**Fig. 23. Principales tipos de clima donde se registraron especies del género *Manfreda*. (A)C = Semicálido subhúmedo, C(w) = Templado subhúmedo, A(w) = Cálido subhúmedo, Cb = Semifrío subhúmedo, BS1 = Semiárido templado, A(f), Am = Cálido húmedo, BS1 (h') = Semiárido cálido, BS = Árido semicálido, Semiárido semicálido ; Otros = Muy árido semicálido = BWh(x'), BWhs, BWhw, Semicálido húmedo = (A)C(fm), (A)C(m), (A)C(m)(f), Árido templado = BSks, BSok(x'), BSokw, Árido cálido = BSo(h')(x'), BSo(h')w y Templado húmedo = C(f), C(m).**

De acuerdo con la información de CONABIO, la cual esta basada en la nomenclatura FAO (1998), los tipos de suelo que presentaron un mayor número de registros fueron Feozem con 106, 50% de las especies, Regosol 80, 46%; Leptosol 55, 42% y Vertisol 42, 34% de las especies, respectivamente (Fig. 24). En el anexo VIII pueden observarse todos los



tipos de suelo en los que se desarrollan las especies del género *Manfreda*. Es necesario señalar que una determinada especie puede presentarse en más de un tipo de suelo. Por ejemplo, destaca -LSFSDFS

Por otro lado, Guerrero (2006) empleó la clasificación WRB (World Reference Base for Soil Resources) en 56 sitios de muestreo donde reporta 17 especies del género *Manfreda*, de un total de 28 señaladas en este trabajo. En este caso, 15 especies, es decir, el 88.23% habitan preferentemente en Leptosoles. La diferencia entre los resultados de estos resultados y los obtenidos en el presente trabajo, se debe a que la caracterización de Guerrero (2006) corresponde a sitios específicos con presencia de manfredas. Cabe señalar que el género *Manfreda*, forma poblaciones muy localizadas cuyas áreas no rebasan una hectárea, por lo tanto, es muy pequeña el área mínima cartografiada. Según Guerrero (2006), *Manfreda potosina* y *M. longiflora* podrían representar endemismos edáficos, ya que habitan en calcisoles.

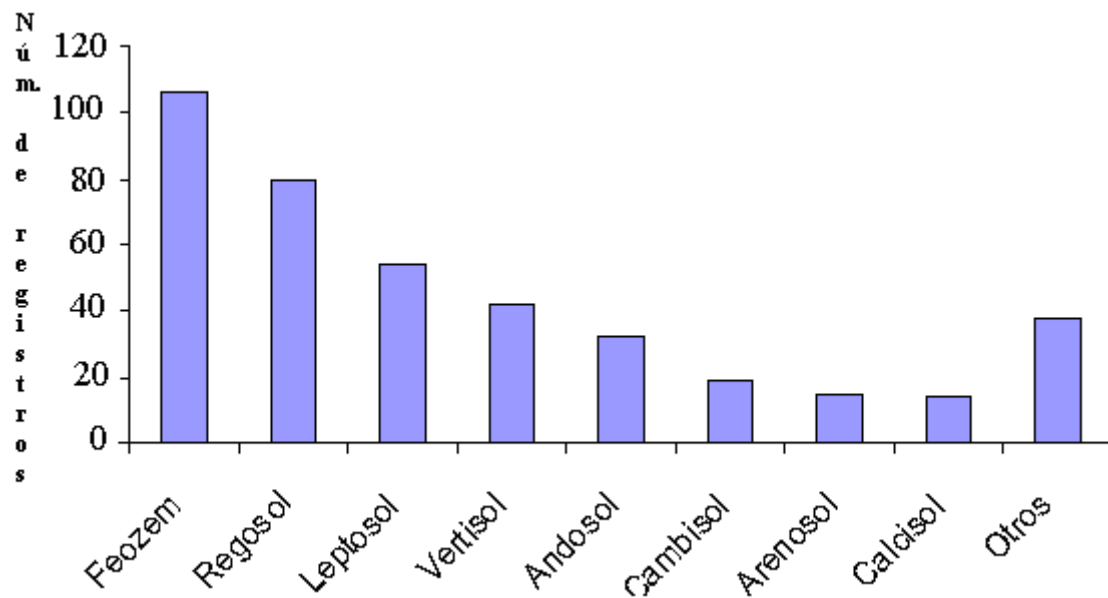


Fig. 24. Principales suelos donde se distribuyen las especies del género *Manfreda* de acuerdo con la ISSS-ISRIC-FAO.1998

Se determinó que las Manfredas se distribuyen en un intervalo muy amplio de altitud, de los 20 a los 3050 m, aunque la mayoría de las especies se desarrollan entre 1500-2500 m, en las principales cadenas montañosas del país. García-Mendoza (1995) refirió preferentemente, un rango altitudinal de distribución entre 1000 a 2000 m. Las especies del género *Manfreda* localizadas en bajas altitudes son: *Manfreda chamelensis*, *M. littoralis*, *M. longiflora*, *M. variegata* y *M. virginica*; mientras que, *M. pringlei* y *M. scabra* rebasan los 3000 m. Se encontró que la distribución altitudinal del género *Manfreda* presenta una distribución normal, excepto el intervalo que abarca desde los 20 hasta los 320 m (Figs. 25 y 26).

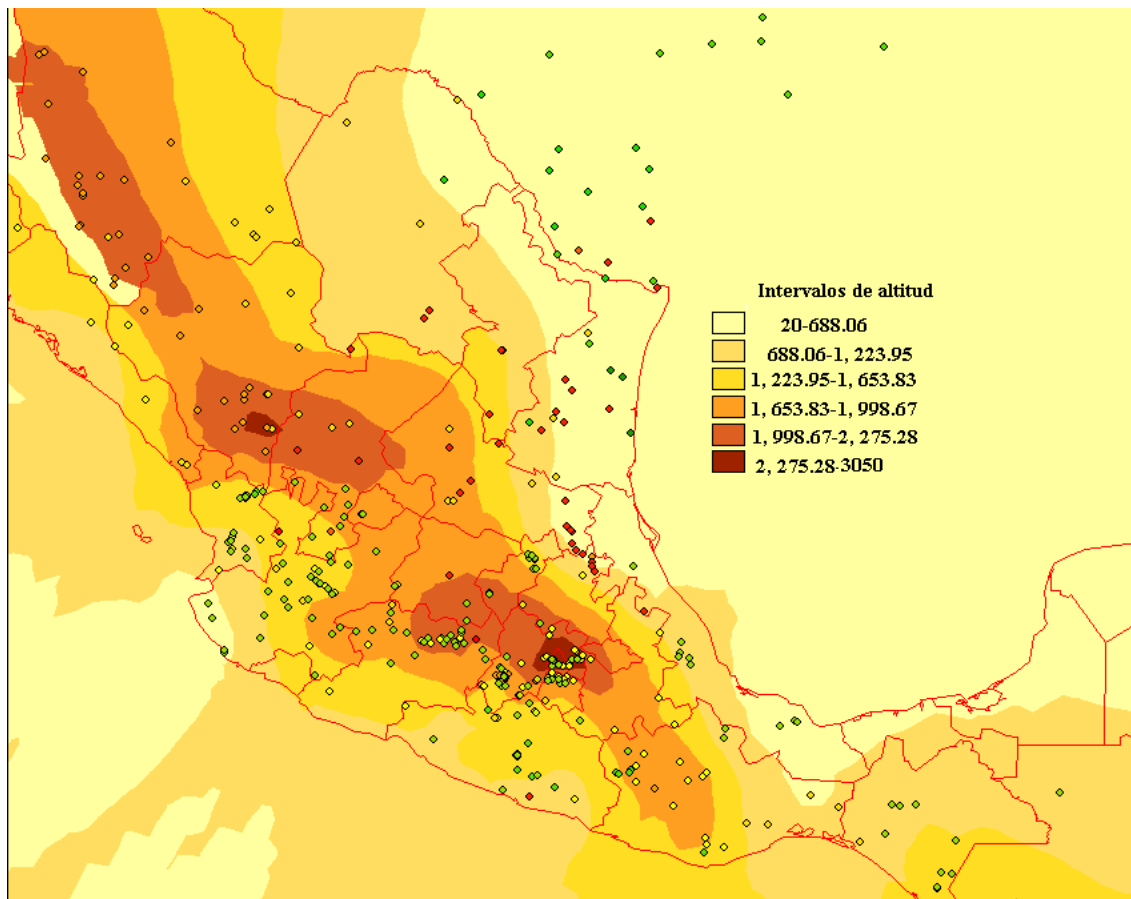


Fig. 25. Intervalos de altitud con registros de especies del género *Manfreda*.

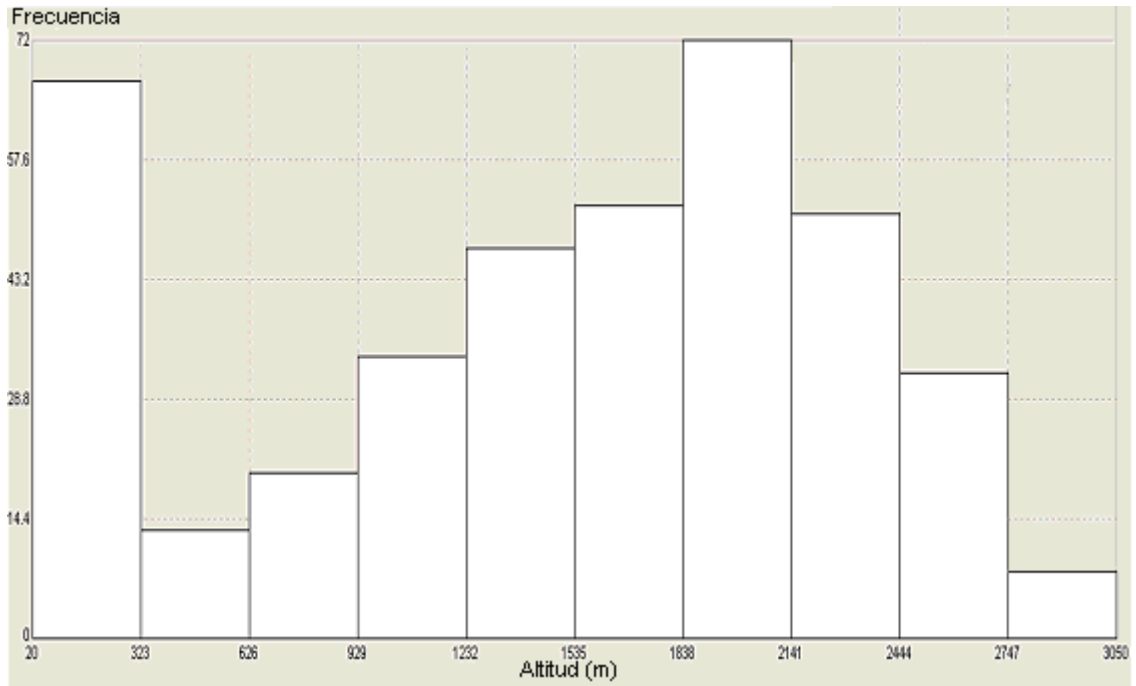


Fig. 26. Distribución altitudinal de las especies del género *Manfreda*.

En las figuras 27 y 28 se observan *Manfreda scabra* y *M. variegata*, la primera habita en altitudes que superan los 3000 m, mientras que la segunda se localiza en elevaciones que van desde los 90 hasta los 1800 m.

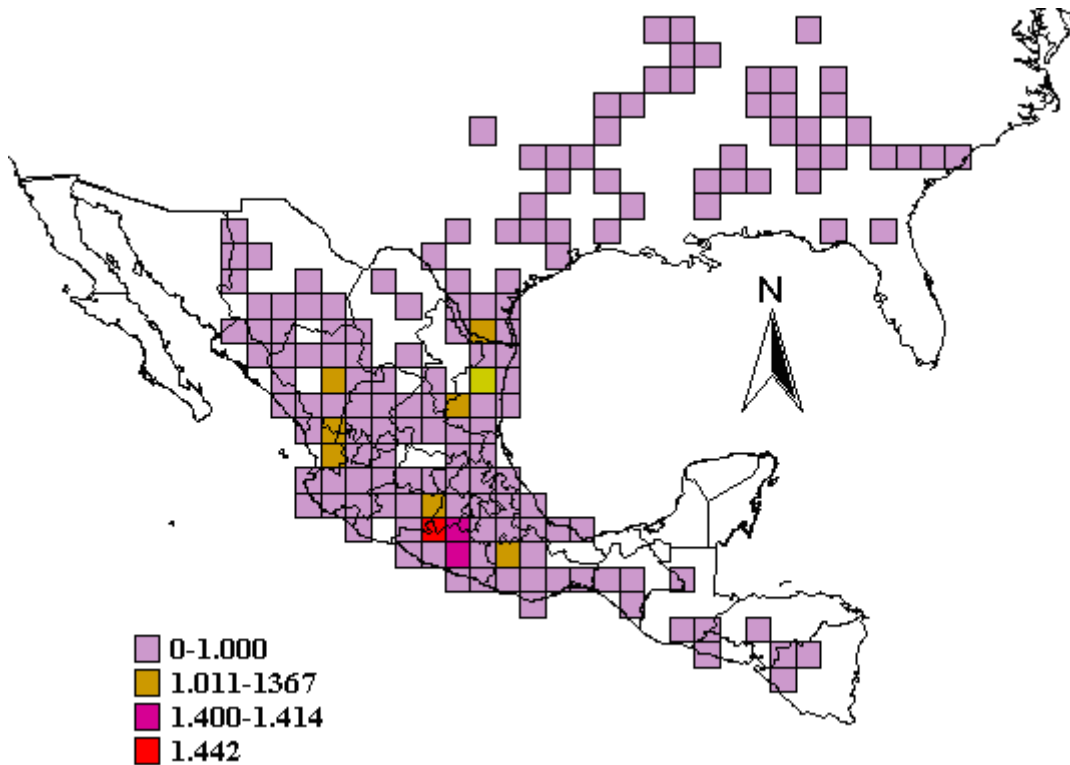


Fig. 27. *Manfreda scabra* (Ort.) McVaugh



Fig. 28. *Manfreda variegata* (Jacobi) Rose

Por lo que se refiere a la diversidad alfa, se observó que el cuadrante con mayor diversidad (1.4421) coincide con el nodo obtenido para regiones hidrológicas, localizado en el suroeste del estado de México, el norte de Guerrero y el sureste de Michoacán (fig. 29).



**Fig 29. Cuadrantes que muestran los valores de diversidad alfa del género *Manfreda*.**

Con respecto a la diversidad beta (Figura 30), se obtuvieron dos cuadrantes con valores de máxima diversidad (4.261 y 4.44), ambos localizados en el estado de Guerrero. Cabe mencionar que cuadrantes con valores de entre 3.01 y 3.90 se ubicaron en el norte de Tamaulipas (un cuadrante), donde confluye la distribución de cinco especies; en el este de Michoacán, sureste de Guanajuato, sur de Querétaro, oeste de Hidalgo y gran parte del Estado de México (cuatro cuadrantes); en el sur de Guerrero (dos cuadrantes) y finalmente en el este de Guerrero y el oeste de Oaxaca ((dos cuadrantes). Las áreas con mayor diversidad alfa y beta coinciden total o parcialmente con el nodo obtenido con

regiones hidrológicas. Cabe mencionar que la diversidad beta permitió visualizar otras áreas con valores altos que no fueron detectadas con la diversidad alfa.

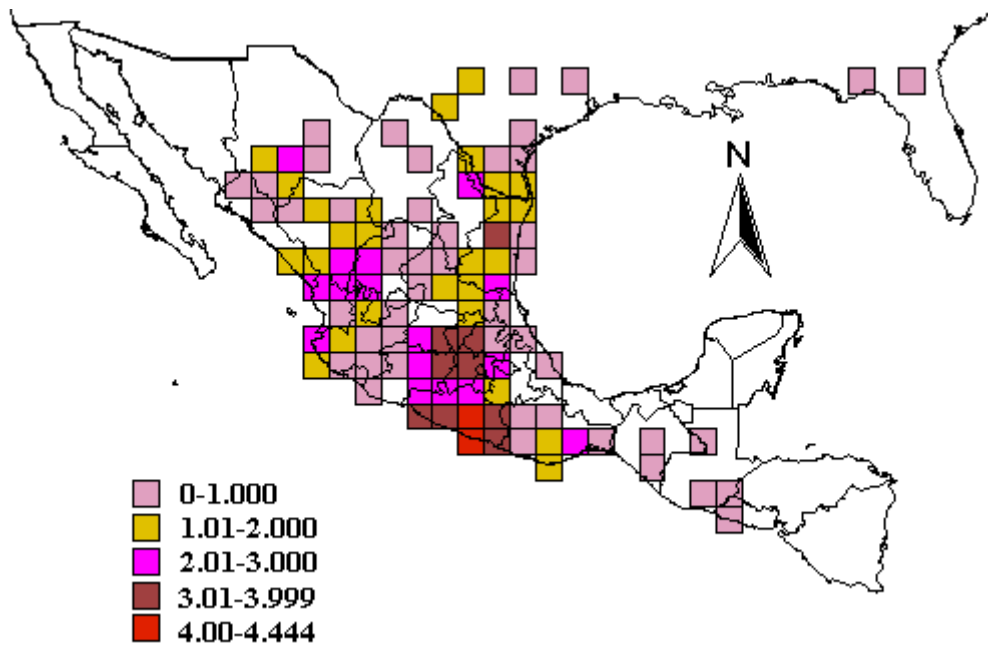


Fig. 30. Cuadrantes que muestran los valores de diversidad beta del género *Manfreda*.

En el cuadro 5 se resumen las condiciones bajo las cuales prosperan cada una de las especies del género *Manfreda* consideradas en el presente trabajo.

**Cuadro 5. Patrones de diversidad de las especies del género *Manfreda*.**

ESPECIE	TIPO DE VEGETACIÓN	CLIMA	SUELO	ALTITUD m
<i>Manfreda angustifolia</i>	Bosque de coníferas y encino, bosque tropical subcaducifolio	Cálido subhúmedo y templado subhúmedo	Leptosol y Arenosol	700-2000
<i>M. brunnea</i>	Matorral xerófilo	Muy árido semicálido, árido semicálido y semiárido templado	Calcisol, Regosol y Leptosol	1000-1500
<i>M. chamelensis</i>	Bosque tropical caducifolio	Cálido subhúmedo	Regosol	25-40
<i>M. elongata</i>	Bosque de coníferas y encinos y bosque tropical caducifolio	Semicálido subhúmedo	Regosol y Feozem	1000-1900
<i>M. guerrerensis</i>	Bosque de coníferas y encinos	Templado subhúmedo	Cambisol	2400
<i>M. guttata</i>	Pastizal, matorral xerófilo, bosque de coníferas y bosque tropical caducifolio	Semicálido subhúmedo semiárido templado y templado subhúmedo	Feozem	1400-2500
<i>M. hauniensis</i>	Bosque de coníferas y bosque tropical caducifolio	Cálido subhúmedo	Leptosol y Arenosol	700-2500

Continúa cuadro 5.

ESPECIE	TIPO DE VEGETACIÓN	CLIMA	SUELO	ALTITUD m
<i>Manfreda jaliscana</i>	Bosque tropical caducifolio y bosque de coníferas y encinos	Cálido-subhúmedo y semicálido-subhúmedo	Feozem y Regosol	500-2500
<i>M. littoralis</i>	Bosque tropical caducifolio	Cálido subhúmedo	Leptosol, Acrisol y Arenosol	20-150
<i>Manfreda longibracteata</i>	Bosque de coníferas y encinos y bosque espinoso	Templado subhúmedo y semicálido subhúmedo	Vertisol y Feozem	1300-2100
<i>M. longiflora</i>	Matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio	Árido cálido, Semiárido cálido, Semicálido subhúmedo	Calcisol, y Leptosol	30-150
<i>M. maculata</i>	Bosque de coníferas y encinos	Semicálido subhúmedo	Feozem y Leptosol	1500-2000
<i>M. maculosa</i>	Matorral xerófilo	Árido cálido, árido semicálido y templado subhúmedo	Calcisol y Leptosol	40-400
<i>M. nanchitlensis</i>	Bosque de coníferas y encinos	Semicálido subhúmedo,	Andosol y Feozem	1600-2100
<i>M. planifolia</i>	Pastizal	Semiárido templado	Calcisol y Cambisol	1500-2000
<i>M. potosina</i>	Matorral xerófilo y pastizal	Árido semicálido, Semiárido templado	Leptosol, Calcisol y Regosol	1300-2400

Continúa cuadro 5.

ESPECIE	TIPO DE VEGETACIÓN	CLIMA	SUELO	ALTITUD m
<i>Manfreda pringlei</i>	Bosque de coníferas, bosque tropical caducifolio y pastizal	Templado subhúmedo, Semifrío subhúmedo	Feozem, Andosol y Leptosol	1000-3000
<i>M. pubescens</i>	Bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio y bosque de coníferas y encinos	Cálido subhúmedo	Feozem, Regosol y Leptosol	300-2500
<i>M. revoluta</i>	Bosque tropical subcaducifolio	Semicálido subhúmedo	Feozem, Andosol y Regosol	1300-2200
<i>M. scabra</i>	Bosque de coníferas y encinos, bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical subperennifolio y perennifolio y pastizal	Semicálido subhúmedo, cálido subhúmedo y templado subhúmedo	Feozem, Vertisol, Leptosol, Regosol, Andosol y Cambisol	100-3050
<i>M. singuliflora</i>	Bosque de coníferas y encinos	Semifrío subhúmedo y templado subhúmedo	Regosol y Feozem	1800-2800
<i>M. sileri</i>	Matorral xerófilo	Semiárido cálido	Leptosol	60
<i>M. variegata</i>	Bosque tropical caducifolio, subcaducifolio, subperennifolio y matorral xerófilo	Cálido húmedo, Semicálido subhúmedo, Árido semicálido, Semiárido cálido	Leptosol, Regosol, Calcisol y Vertisol	90-1800



## V. CONCLUSIONES

De acuerdo con el nodo obtenido en el análisis por ecorregiones, el centro de mayor diversidad del género se localiza al norte de Jalisco y sur de Nayarit, coincidente con el género *Polianthes*. El mayor número de especies y endemismos se ubica en la Región Hidrológica del Balsas, el nodo correspondiente también se ubicó en esta región. Los valores más altos de diversidad alfa y beta coincidieron total o parcialmente con los nodos obtenidos para las regiones hidrológicas. Es muy probable que existan dos centros de diversidad del género.

Las cuencas hidrológicas son determinantes para delimitar la distribución de las especies. Los límites de distribución norte y sur están definidos por las regiones hidrológicas del Mississippi en Estados Unidos de Norteamérica y San Juan en Nicaragua, respectivamente. El alto endemismo y microendemismo de las especies del género localizados en la porción central de la República Mexicana, podría indicar que la especiación ha ocurrido en esta área.

Los Sistemas de Información Geográfica permitieron analizar los factores ecológicos y biogeográficos que influyen en la distribución de las especies. El método panbiogeográfico permitió definir los patrones de distribución del género y analizarlos de forma objetiva. Las manfredas se desarrollan principalmente en los bosques de coníferas y encinos, así como en bosques tropicales caducifolios y matorrales xerófilos. En climas preferentemente semicálidos, cálidos, templados subhúmedos y secos; en tipos de suelo Feozem, Regosol y Leptosol; en elevaciones que oscilan entre 1500 a 2500 m.

## LITERATURA CITADA

Álvarez, A. 1987. Sistemática y filogenia de la familia Agavaceae Endlicher. Tesis, Doctor en Ciencias Biológicas. Universidad de la Habana. Facultad de Biología, Jardín Botánico Nacional. La Habana.

Ayala R., L. T. Griswold y S. H. Bullock. 1998. "Las abejas nativas de México". Págs. 179-225. En: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (comp.). Diversidad Biológica de México: Orígenes y distribución. Instituto de Biología. UNAM. México. México, D. F.

Bailey, R. G. 1976. Ecoregions of the United States (Map). US Department of Agriculture. Forest Service, Ogden, UT.

Brown, J. H. & M. V. Lomolino. 1998. Biogeography. 2<sup>nd</sup> ed. Sinauer Associates Sunderland. Massachusetts.

Brown, J. H & A. C. Gibson. 1983. Biogeography. St. Louis, Mosby.

Brummitt, R. K. & C. E. Powell. 1992. Authors of plant names. Royal Botanic Gardens. Kew.

Cabrera, A. y A. Willink. 1973. Biogeografía de América Latina. Organización de Estados Americanos, Serie Biología, Monografía N°13.

Cain A., J. 1944. Fundamentos de biogeografía. ACME. Buenos Aires.

Castañeda, R. A., I. S. Franco y A. García-Mendoza. (2005). *Manfreda galvaniae* (Agavaceae), especie nueva de México, con nota sobre la ubicación taxonómica de *M. malinaltenangensis* Matuda y su lectotipificación. *Acta Botánica Mexicana* **72**: 65-76

Regiones Ecológicas de América del Norte. 1997. Comisión Nacional para la Cooperación Ambiental (en línea) disponibilidad: [www.cec.gorb](http://www.cec.gorb).

Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press. New York.

Dahlgren, R. M. T., H. T. Clifford & P. F. Yeo. 1985. The Families of the Monocotyledons: Structure, Evolution and Taxonomy. Springer-Verlag. Berlin.

Delgadillo M., C. 2000. Distribución geográfica y diversidad de los musgos neotropicales. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **65**: 63-70.

Delgadillo M., C. 2003. Patrones biogeográficos de los musgos de México. Págs. 195-198 En: J. J. Morrone y J. Llorente B. (comp.). Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F.

Domínguez-Vázquez G., B. Berlín, A. E. Castro R., y E. J. I. Estrada-Lugo. 2002. Revisión de la diversidad y patrones de distribución de Labiatae en Chiapas. *Anales del Instituto de Biología* **73**: 39-80.

Endlicher, S. L. 1836-1841. Genera Plantarum. Wien.

Escalante P., P. 1998. Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres de México. Págs. 279-304 En: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comp.). Diversidad Biológica de México: Orígenes y distribución. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

Escamilla A. J. 2006. Evaluación de la importancia Biogeográfica del Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatepetl Zoquiapan aplicando el análisis de trazos (Panbiogeografía). Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F.

Espejo S, A. y A. R. López F. 1992. Las Monocotiledóneas Mexicanas. Una sinopsis florística. Parte 1. Agavaceae, Alismaceae, Alliaceae, Alstroemeriaceae y Amaryllidaceae. Consejo Nacional de la flora de México, A. C. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. México, D. F.

Espinosa D. y J. Llorente. 1993. Fundamentos de biogeografía filogenética. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

Espinosa D., J. J. Morrone., J. Llorente y O. Flores. 2002. Introducción al análisis de patrones en Biogeografía histórica. Las Prensas de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

ESRI. 1999. *Arc View 3.2 GIS*. Environmental Systems Research Institute, Inc. New York.

Fa, J. E. y L. M. Morales. 1998. Patrones de diversidad de mamíferos de México. Págs. 315-352 En: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comp.). *Diversidad Biológica de México: Orígenes y distribución*. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

Feria, P. 2001. Patrones de distribución de las aves residentes de la Cuenca del Balsas. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, División de Posgrado, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

Flores V.O. 1998. Herpetofauna de México: distribución y endemismo. Págs. 251-278. En: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comp.). *Diversidad Biológica de México: Orígenes y distribución*. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

Font Q., P. 1979. *Diccionario de Botánico*. Labor, S. A. Barcelona.

Galván, R. 2001. *Manfreda*. Págs. 1248-1249 En: G. C. Rzedowski, J. Rzedowski y (eds.). *Flora Fanerogámica del Valle de México*. 2ª. ed., Instituto de Ecología, A. C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro.

García-Mendoza, A. 1995. Riqueza y Endemismos de la Familia Agavaceae en México. Págs. 39-40 En: "Conservación de Plantas en peligro de extinción: diferentes enfoques. E. Linares, P. Dávila, F. Chiang y R. Bye (eds.). Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

García-Mendoza, A. y R. V. Galván. 1995. Riquezas de las familias Agavaceae y Nolinaceae en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **56**: 7-24.

García-Mendoza, A. 2002. Distribution of *Agave* (Agavaceae) in México. *Cactus and Succulents Journal* (U. S.) **74**: 177-187.

Gentry, H. S. 1982. Agaves of Continental North America. University of Arizona Press. Tucson.

Goloboff, P. A. 1999. NONA 2.0. <http://www.cladistics.com>.

Guerrero G., A. 2006. Los suelos donde se distribuye el género *Manfreda* Salisb. Agavaceae, su caracterización ecológica y clasificación de acuerdo a la WRB. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

Halffter, G. 1962. Explicación preeliminar de la distribución geográfica de los Scarabaeinae mexicanos. *Acta zoológica mexicana* **5**: 1-17.

Hutchinson, J. 1934. The families of flowering of plants, vol 2. Macmillan, London.

Hutchinson, J. 1959. The families of flowering plants. Monocotyledons. 2ed. Oxford.

Holmgren, K., N. H. Holmgren & L. C. Barnett. 1990. Index herbariorum. Part I: the herbaria of the world. 9 ed. New York Botanical Garden. New York.

ISSS-ISRIC-FAO. 1998. World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Reports. Number 84. FAO. Rome.

Lott J., E. y García-Mendoza, A. 1994. Agavaceae. Págs. 35-47. En: G. Davidse, M. Souza & A. O. Chater (eds.), Flora Mesoamericana. Vol. 6. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. México, D. F.

Magallán H., F. y L. Hernández. 2000. La familia Agavaceae en el estado de Querétaro, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **66**: 103-112.

McVaugh, R. 1989. Liliaceae. En: W. R. Anderson (ed.), Flora Novo-Galiciana. University of Michigan Herbarium. **15**: 120-293.

Martínez-Gordillo, M. y J. J. Morrone. 2005. Patrones de endemismo y disyunción de los géneros de Euphorbiaceae *sensu lato*: Un análisis panbiogeográfico. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **77**: 21-33.

Martínez I., A. R. Burgaz, O. Vitikainen & A. Escudero. 2003. Distribution patterns in the genus *Peltigera* Willd. *Lichenologist* **35**: 301-323.

Matuda, E. 1960. Las Amarilidáceas y Liliáceas del Valle de México y sus alrededores. *Anales del Instituto de Biología* **31**: 53-118.

Morrone, J. J. 2001. Sistemática, Biogeografía, evolución los patrones de la biodiversidad en tiempo-espacio. Las Prensas de Ciencias. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

Morrone, J. J. y J. Márquez. 2003. Aproximación a un atlas biogeográfico mexicano: Componentes bióticos principales y provincias biogeográficas. Págs. 217-226. En: J. J. Morrone y J. Llorente B. (comp.). Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

Nixon, K. C. 2002. WinClada .00.08. Publicado por el autor. New York. <http://www.cladistics.com>.

Nobel, P. S. 1998. Los incomparables Agaves y Cactus. Trillas. México, D. F.

Omernik, J. M. 1987. Ecoregions of the conterminous United States. *Annals of the Association of American Geographers* **77**: 118-125.

Piña, L. I. 1985. Consideraciones sobre el género *Manfreda*. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*. **30**: 27-32.

Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. Limusa. México, D. F.

Rojas, C.A. 2005. Automatización del método de la Panbiogeografía. Identificación de centros de diversidad del Parque

Nacional Iztacihuatl, Popocatépetl y Anexas. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.

Rose, J. N. 1903. Amaryllidaceae. *Manfreda* and its species. *Contributions from the United States National Herbarium* **8**:15-23.

Salisbury, R. A. 1866. Genera of plants: a fragment containing part of Liriogamae. John van Voorst. London.

Schulz, E. D. 1928. Texas wild flowers. Chicago: Laidlaw Brothers.

Simon, M. F. y C. Proença. 2000. Phytogeographic patterns of *Mimosa* (Mimosoideae, Leguminosae) in the Cerrado biome of Brazil: an indicator genus of high-altitude centers of endemism? *Biological Conservation* **96**: 279-296.

Solano C. E. 2000. Sistemática del género *Polianthes* L. Agavaceae. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

Takhtajan, A. L. 1980. Cutline of the classification of flowering plants (Magnoliophyta). *Botanical Review* **46**: 225-359.

Takhtajan, A. L. 1986. The Floristics Regions of the World. Berkeley: UC Press.

Tambutti M., I. 2002. Diversidad del género *Agave* en México: una síntesis para su conservación. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

Verhoek-Williams, S. 1975. A study of the tribe Poliantheae (including *Manfreda* and *Prochnyanthes* (Agavaceae). Cornell University, Ph. D. Dissertation. New York.

Verhoek-Williams, S. 1978. *Flora of North America* 26:462-465.

Verhoek-Williams, S. 1998. Agavaceae. Vol. III, Págs. 60-70. En: K. Kubitzki (Ed.) *The Families and Genera of Vascular Plants. Flowering Plants. Monocotyledons, Liliales (except Orchidaceae)*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Zunino, M. y A. Zullini. 2003. Biogeografía, la dimensión de la evolución. Fondo de Cultura Económica. México, D. F.

## ANEXOS.

### ANEXO I.

#### HERBARIOS NACIONALES Y ESTADOUNIDENSES QUE PRESTARON EJEMPLARES DEL GÉNERO *MANFREDA*.

- CIIDIR** Herbario del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Instituto Politécnico Nacional, Unidad Durango, A. P. 34000 Durango, México.
- ENCB** Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. Carpio y Plan de Ayala, A. P. 17-569, 11340 México, D.F.
- IBUG** Herbario del Instituto de Botánica, Departamento de Botánica y Zoología, Universidad de Guadalajara, Km. 15.5 Carretera a Nogales, Predio las Agujas, Zapopan, Jalisco, C.P. 45100. Guadalajara, México.
- IEB** Herbario del Instituto de Ecología, A. C., Km. 45 antigua carretera a Coatepec, A. P. 63, 91 000 Xalapa, Veracruz, México.
- FEZA** Herbario de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, J.C. Bonilla 66, 09230, México, D. F.
- GH** The Harvard University Herbaria, 22 Divinity Avenue, Cambridge, Massachusetts 02138 U.S.A.
- MEXU** Herbario Nacional de México, Departamento de Botánica, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, A. P. 70-367, 04310 México, D.F.
- MICH** University of Michigan Herbarium, North University Building, Ann Arbor, Michigan 48109, U. S. A.
- MO** Missouri Botanical Garden, P. Box 299 St. Louis Missouri. U.S.A.



### **Continua Anexo I.**

- NY** The New York Botanical Garden, Bronx, New York, 10458-5126. U.S.A.
- RSA** Rancho Santa Ana Botanic Garden Herbarium, 1500 North College Avenue, Claremont, California 91711-3101 U.S.A.
- TEX/LL** University of Texas Herbaria. Plant Resources Center, Department of Botany, University of Texas, Austin, Texas, 78712, U.S.A.
- XAL** Herbario del Instituto de Ecología, A.C., km. 25 antigua carretera a Coatepec, A. P. 63, 91000 Xalapa, Veracruz, México.
- US** United States National Herbarium. National Museum of Natural History, Department of Botany, NHB MRC 166; 10<sup>th</sup> & Constitution Avenue, N. W. Box 37 012; Washington, D. C., U.S.A.

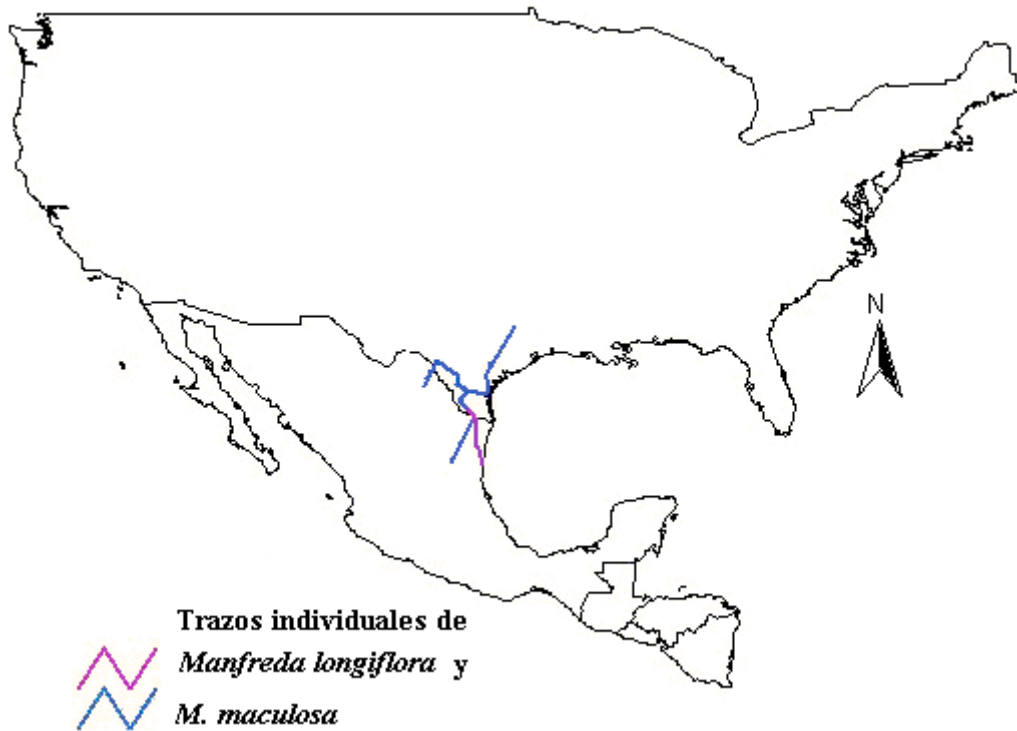
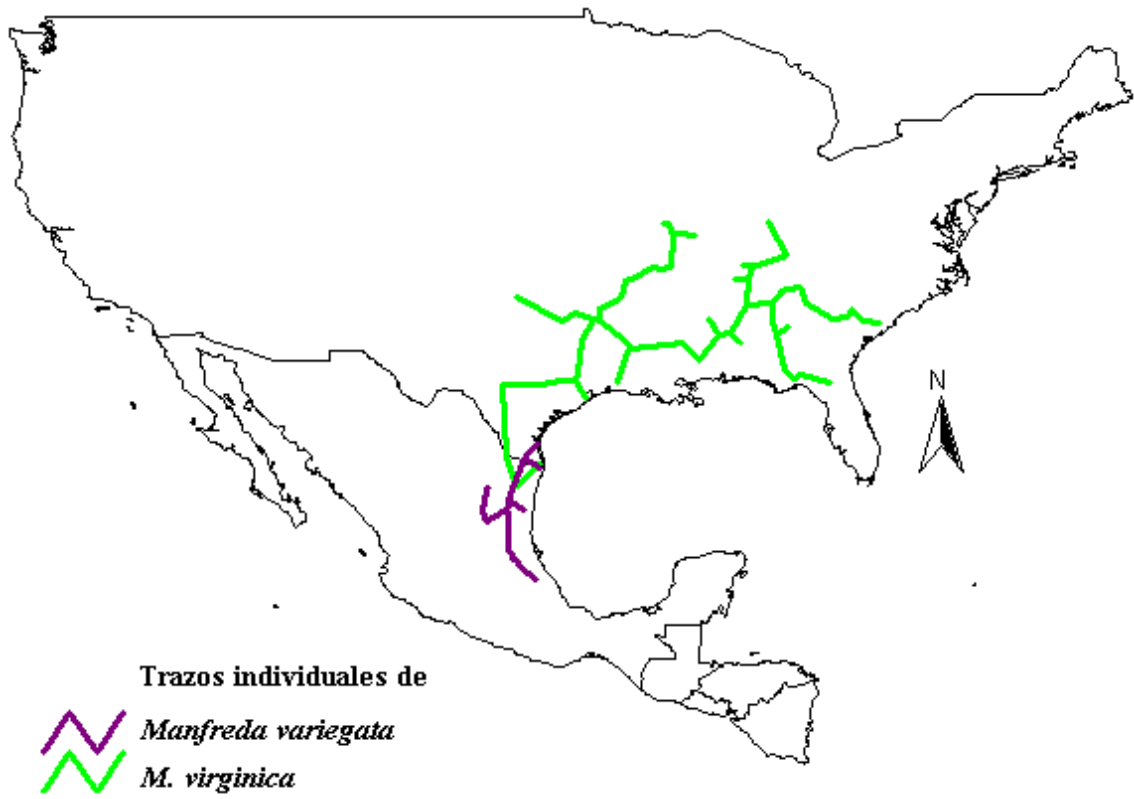
## ANEXO II

Tipos nomenclaturales del género *Manfreda* obtenidos en calidad de préstamo.

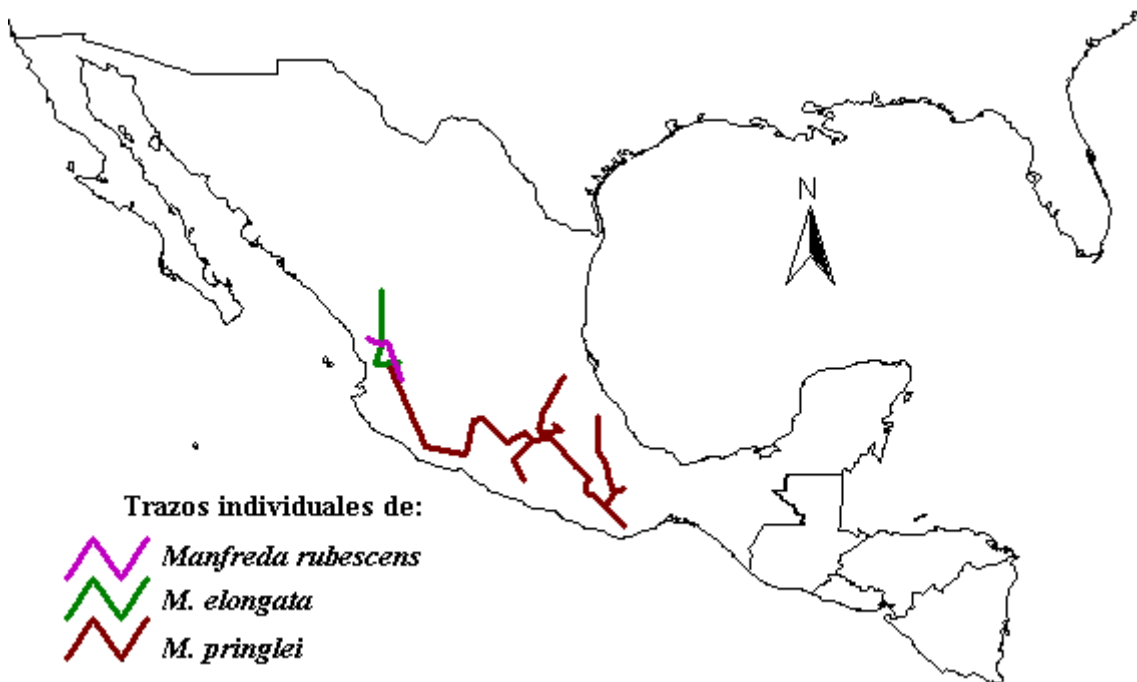
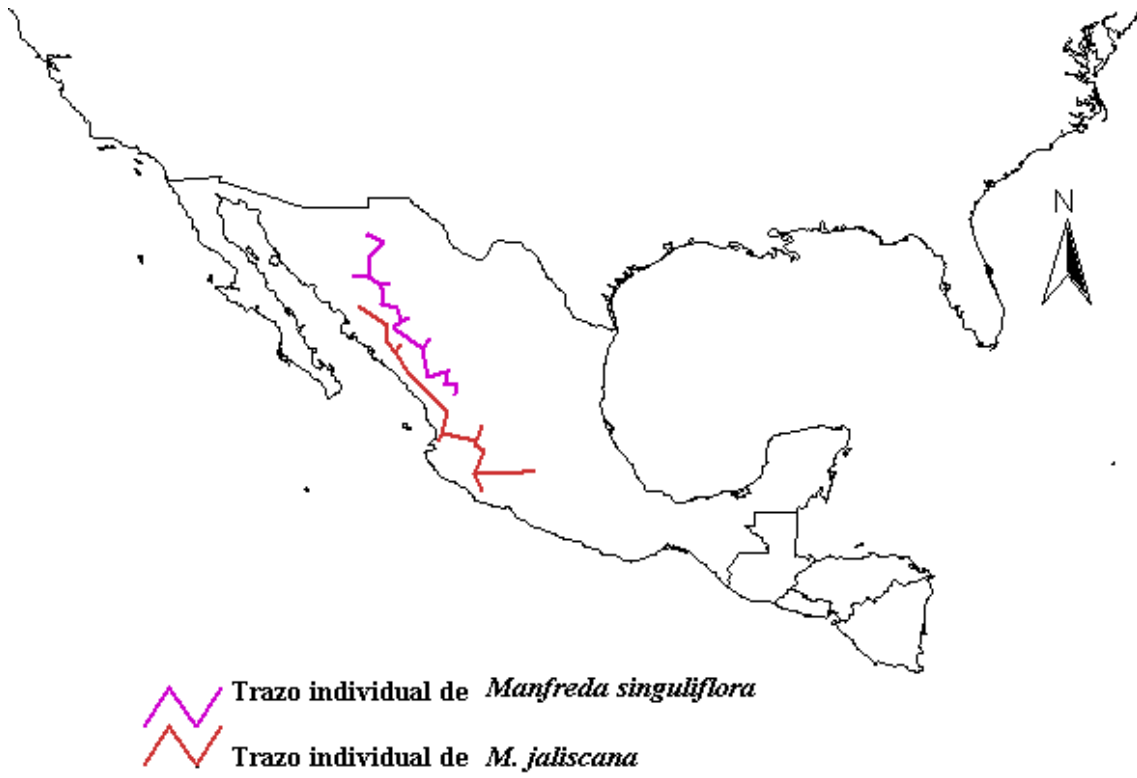
NOMBRE CIENTÍFICO	AÑO DE RECOLECTA	TIPO	ESTADO	HERBARIO
<i>Manfreda angustifolia</i> Rose	1906	Isotipo	Morelos	<b>GH</b>
<i>M. brachystachya</i> (Cav.) Rose	1857	Holotipo	Jalisco	<b>US</b>
<i>M. brunnea</i> (S. Wats.) Rose	1888	Holotipo	Coahuila	<b>GH</b>
<i>M. elongata</i> Rose	1897	Holotipo	Durango	<b>GH, US</b>
<i>M. guttata</i> (Jacobi & Bouché) Rose	1878	Isolectotipo, Lectotipo	San Luis Potosí	<b>GH, MO</b>
<i>M. hauniensis</i> (B. Petersen.) Verhoek-Will.	1978	Isotipo	Guerrero	<b>MEXU</b>
<i>M. jaliscana</i> Rose	1888	Isolectotipo, Lectotipo	Jalisco	<b>GH, US</b>
<i>M. longibracteata</i> Verhoek	1971	Holotipo	Michoacán	<b>US</b>
<i>M. maculosa</i> (Hook.) Rose	1851	Isolectotipo	Texas	<b>GH</b>
<i>M. planifolia</i> (S. Wats) Rose	1886	Holotipo	Chihuahua	<b>GH</b>
<i>M. pringlei</i> Rose	1894	Isolectotipo, Lectotipo	Oaxaca	<b>GH, US, MO</b>
<i>M. potosina</i> (B. L. Rob & Greenm.) Rose	1891	Isolectotipo	San Luis Potosí	<b>US, MO</b>
<i>M. rubescens</i> Rose	1897	Lectotipo, Isolectotipo	Nayarit	<b>US</b>
<i>M. variegata</i> (Jacobi.) Rose	1965	Isotipo	San Luis Potosí	<b>MEXU, MO</b>
<b>Total de especies tipo</b>				<b>14</b>

### ANEXO III

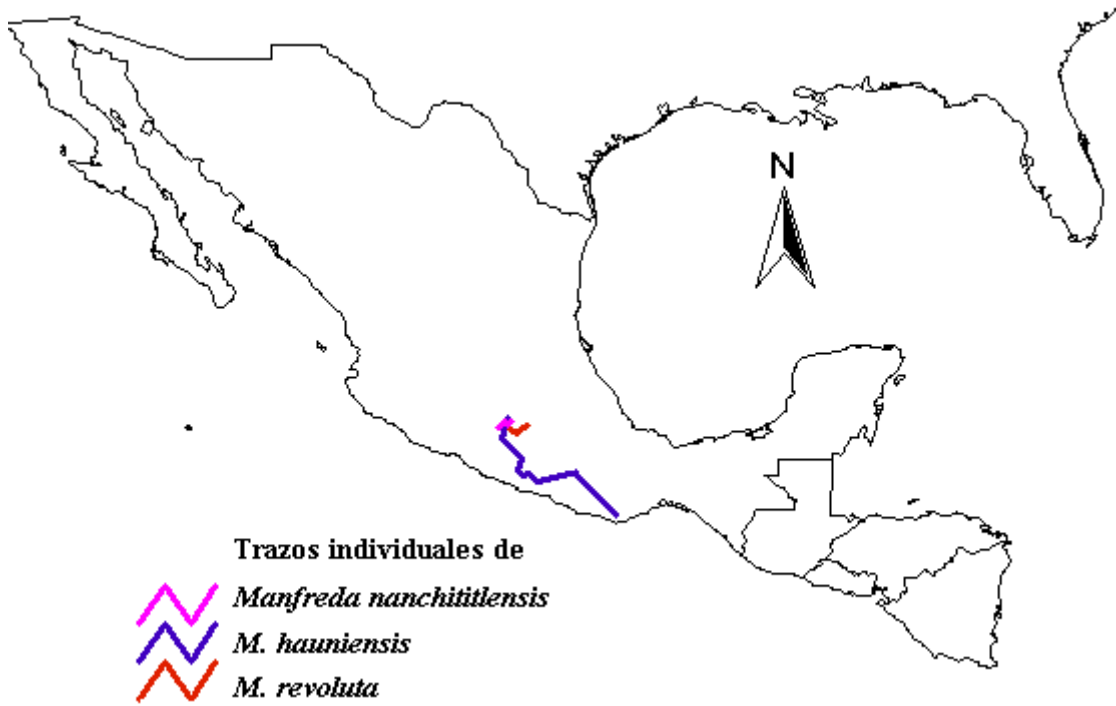
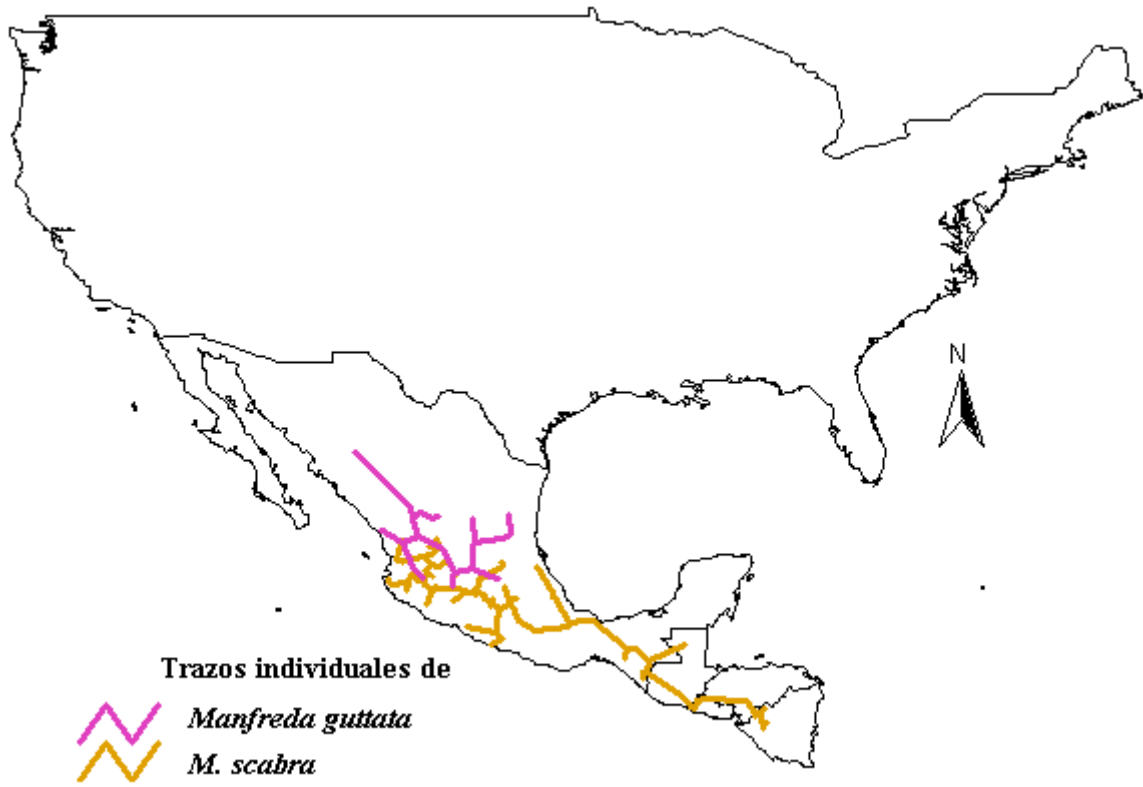
Trazos individuales de las especies del género *Manfreda*.



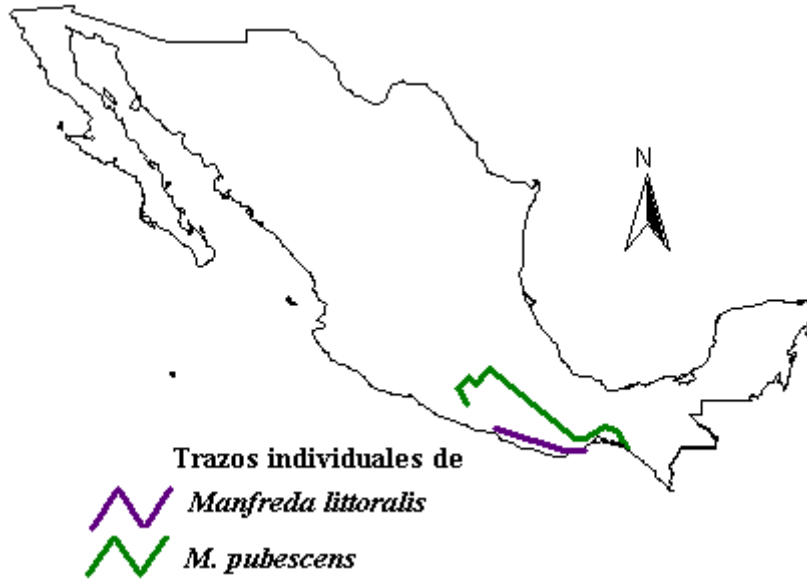
Continúa anexo III.



Continúa anexo III.



Continúa anexo III.



ANEXO IV.

Matriz básica de datos para Regiones Ecológicas de América  
26 caracteres, 24 taxones

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Caracteres (Especies)
Eco_00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1. <i>Manfreda angustifolia</i>
Eco_01	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2. <i>M. brunnea</i>
Eco_02	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3. <i>M. chamelensis</i>
Eco_03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4. <i>M. elongata</i>
Eco_04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5. <i>M. fusca</i>
Eco_05	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	6. <i>M. guerrerensis</i>
Eco_06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7. <i>M. guttata</i>
Eco_07	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	8. <i>M. hauniensis</i>
Eco_08	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	9. <i>M. jaliscana</i>
Eco_10	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10. <i>M. littoralis</i>
Eco_11	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	11. <i>M. longibracteata</i>
Eco_12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	12. <i>M. longiflora</i>
Eco_13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	13. <i>M. maculata</i>
Eco_14	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	14. <i>M. maculosa</i>
Eco_15	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	15. <i>M. nanchitlensis</i>
Eco_16	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	16. <i>M. planifolia</i>
Eco_19	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	17. <i>M. potosina</i>
Eco_20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	18. <i>M. pringlei</i>
Eco_21	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	19. <i>M. pubescens</i>
Eco_27	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	20. <i>M. revoluta</i>
Eco_28	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	21. <i>M. rubescens</i>
Eco_30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	22. <i>M. scabra</i>
Eco_31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	23. <i>M. sileri</i>
Eco_32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	24. <i>M. singuliflora</i>
																											25. <i>M. variegata</i>
																											26. <i>M. virginica</i>

**ANEXO V.**

**Matriz básica de datos para regiones hidrológicas de América.**

**26 caracteres, 30 taxones**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Cue_00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cue_01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Cue_02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Cue_03	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Cue_04	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Cue_05	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cue_06	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Cue_07	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Cue_08	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Cue_09	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Cue_10	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0
Cue_11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Cue_12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Cue_13	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Cue_14	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Cue_15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Cue_16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0
Cue_17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
Cue_18	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0
Cue_19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Cue_20	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Cue_21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Cue_22	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Cue_23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Cue_24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Cue_25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Cue_26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Cue_27	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Cue_28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Cue_29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1



**ANEXO VI.**  
**Tipos de vegetación dónde se distribuyen las especies del género**  
*Manfreda*.

TIPO DE VEGETACIÓN	NÚM. DE REGISTROS	NÚM. DE ESPECIES	% DE ESPECIES	ESPECIES
Bosques de coníferas y encinos	190	15	53.7	<i>Manfreda angustifolia</i> , <i>M. elongata</i> , <i>M. guerrerensis</i> , <i>M. guttata</i> , <i>M. hauniensis</i> , <i>M. jaliscana</i> , <i>M. longibracteata</i> , <i>M. maculata</i> , <i>M. nanchititlensis</i> , <i>M. pringlei</i> , <i>M. pubescens</i> , <i>M. revoluta</i> , <i>M. scabra</i> , <i>M. rubescens</i> y <i>M. singuliflora</i> .
Bosque tropical caducifolio	86	11	42.3	<i>Manfreda chamelensis</i> , <i>M. guttata</i> , <i>M. hauniensis</i> , <i>M. jaliscana</i> , <i>M. maculosa</i> , <i>M. pringlei</i> , <i>M. pubescens</i> , <i>M. revoluta</i> , <i>M. rubescens</i> , <i>M. scabra</i> y <i>M. variegata</i> .
Matorral xerófilo	47	7	26.9	<i>Manfreda brunnea</i> , <i>M. guttata</i> , <i>M. longiflora</i> , <i>M. maculosa</i> , <i>M. potosina</i> , <i>M. sileri</i> y <i>M. variegata</i> .
Pastizal	26	7	26.9	<i>Manfreda brunnea</i> , <i>M. elongata</i> , <i>M. guttata</i> , <i>M. planifolia</i> , <i>M. pringlei</i> , <i>M. scabra</i> y <i>M. singuliflora</i> .
Bosque tropical perennifolio y subperennifolio	23	4	15	<i>Manfreda pringlei</i> , <i>M. pubescens</i> , <i>M. scabra</i> y <i>M. variegata</i> .
Bosque Mesófilo de Montaña	7	3	11	<i>Manfreda pringlei</i> , <i>M. pubescens</i> y <i>M. scabra</i> .
Bosque espinoso	5	3	11	<i>Manfreda longibracteata</i> , <i>M. pringlei</i> y <i>M. scabra</i> .

ANEXO VII.

Climas en los que se distribuyen las especies de *Manfreda*

CLIMA	CLAVES	NÚM. DE REGISTROS	% DE ESPECIES	ESPECIES ENCONTRADAS
Semicálido subhúmedo	(A)C(w1), (A)C(w2), (A)C(wo), (A)C(wo)x'	112	50	<i>Manfreda elongata</i> , <i>M. guttata</i> , <i>M. hauniensis</i> , <i>M. longibracteata</i> , <i>M. longiflora</i> , <i>M. maculata</i> , <i>M. nanchititlensis</i> , <i>M. pringlei</i> , <i>M. pubescens</i> , <i>M. revoluta</i> , <i>M. rubescens</i> , <i>M. scabra</i> y <i>M. variegata</i> .
Templado subhúmedo	C(w1), C(w1)x', C(w2), C(w2)x', C(wo), C(wo)x'	105	38	<i>Manfreda guerrerensis</i> , <i>M. guttata</i> , <i>M. hauniensis</i> , <i>M. jaliscana</i> , <i>M. longibracteata</i> , <i>M. maculata</i> , <i>M. nanchititlensis</i> , <i>M. pringlei</i> , <i>M. pubescens</i> y <i>M. scabra</i> .
Cálido subhúmedo	Aw1, Aw2, Aw2(x'), Awo, Awo(x')	59	50	<i>Manfreda angustifolia</i> , <i>M. chamelensis</i> , <i>M. guttata</i> , <i>M. hauniensis</i> , <i>M. jaliscana</i> , <i>M. littoralis</i> , <i>M. maculata</i> , <i>M. nanchititlensis</i> , <i>M. pringlei</i> , <i>M. pubescens</i> , <i>M. rubescens</i> , <i>M. scabra</i> y <i>M. variegata</i> .
Semifrío subhúmedo	Cb'(m), Cb'(m)(f), Cb'(w1), Cb'(w1)x', Cb'(w2), Cb'(w2)x', Cb'(wo), Cb's	25	23	<i>Manfreda angustifolia</i> , <i>M. guttata</i> , <i>M. jaliscana</i> , <i>M. pringlei</i> , <i>M. scabra</i> y <i>M. singuliflora</i> .
Semiárido templado	BS1k(x'), BS1kw	20	31	<i>Manfreda brunnea</i> , <i>M. elongata</i> , <i>M. guttata</i> , <i>M. hauniensis</i> , <i>M. planifolia</i> , <i>M. scabra</i> , <i>M. singuliflora</i> y <i>M. variegata</i> .
Cálido húmedo	A(f), Am, Am(f)	16	15	<i>Manfreda pringlei</i> , <i>M. pubescens</i> , <i>M. scabra</i> y <i>M. variegata</i> .

Continúa anexo VII.

CLIMA	CLAVES	NÚM. DE REGISTROS	% DE ESPECIES	ESPECIES ENCONTRADAS
Semiárido cálido	BS1(h')(x'), BS1(h')w	13	31	<i>Manfreda chamelensis</i> , <i>M. hauniensis</i> , <i>M. longiflora</i> , <i>M. pringlei</i> , <i>M. pubescens</i> , <i>M. scabra</i> , <i>M. sileri</i> y <i>M. virginica</i> .
Árido semicálido	BShs, BSoh(x'), BSohw	10	15	<i>Manfreda brunnea</i> , <i>M. maculosa</i> , <i>M. potosina</i> y <i>M. variegata</i> .
Semiárido semicálido	BS1h(x'), BS1hw	9	11	<i>Manfreda jaliscana</i> , <i>M. potosina</i> y <i>M. scabra</i>
Muy árido semicálido	BWh(x'), BWhs, BWhw	9	7.6	<i>Manfreda brunnea</i> y <i>M. potosina</i> .
Semicálido húmedo	(A)C(fm), (A)C(m), (A)C(m)(f)	9	7.6	<i>Manfreda scabra</i> y <i>M. variegata</i> .
Árido templado	BSks, BSok(x'), BSokw	7	15	<i>Manfreda brunnea</i> , <i>M. guttata</i> , <i>M. potosina</i> y <i>M. singuliflora</i> .
Árido cálido	BSo(h')(x'), BSo(h')w	3	11	<i>Manfreda longiflora</i> , <i>M. maculosa</i> y <i>M. virginica</i> .
Templado húmedo	C(f), C(m)	1	4	<i>Manfreda pringlei</i> .

**ANEXO VIII.**

**Suelos donde se distribuyen las especies del género *Manfreda***

<b>SUELO</b>	<b>NÚM. DE REGISTROS</b>	<b>% DE ESPECIES</b>	<b>ESPECIES ENCONTRADAS</b>
<b>Feozem</b>	106	50	<i>Manfreda elongata</i> , <i>M. guttata</i> , <i>M. hauniensis</i> , <i>M. jaliscana</i> , <i>M. longibracteata</i> , <i>M. maculata</i> , <i>M. nanchititlensis</i> , <i>M. pubescens</i> , <i>M. revoluta</i> , <i>M. pringlei</i> , <i>M. rubescens</i> , <i>M. scabra</i> y <i>M. singuliflora</i> .
<b>Regosol</b>	80	46	<i>Manfreda brunnea</i> , <i>M. chamelensis</i> , <i>M. elongata</i> , <i>M. hauniensis</i> , <i>M. jaliscana</i> , <i>M. maculata</i> , <i>M. pubescens</i> , <i>M. pringlei</i> , <i>M. scabra</i> , <i>M. singuliflora</i> y <i>M. variegata</i> .
<b>Leptosol</b>	54	42	<i>Manfreda brunnea</i> , <i>M. guttata</i> , <i>M. hauniensis</i> , <i>M. jaliscana</i> , <i>M. littoralis</i> , <i>M. longiflora</i> , <i>M. maculosa</i> , <i>M. potosina</i> , <i>M. pringlei</i> , <i>M. pubescens</i> y <i>M. scabra</i> .
<b>Vertisol</b>	42	34	<i>Manfreda elongata</i> , <i>M. guttata</i> , <i>M. hauniensis</i> , <i>M. jaliscana</i> , <i>M. longibracteata</i> , <i>M. longiflora</i> , <i>M. maculosa</i> , <i>M. pringlei</i> y <i>M. variegata</i> .
<b>Andosol</b>	32	23	<i>Manfreda angustifolia</i> , <i>M. maculata</i> , <i>M. nachititlensis</i> , <i>M. pringlei</i> , <i>M. revoluta</i> , y <i>M. scabra</i> .
<b>Cambisol</b>	19	30	<i>Manfreda guerrerensis</i> , <i>M. guttata</i> , <i>M. jaliscana</i> , <i>M. planifolia</i> , <i>M. pringlei</i> , <i>M. pubescens</i> , <i>M. scabra</i> y <i>M. singuliflora</i> .
<b>Arenosol</b>	15	19	<i>M. angustifolia</i> , <i>M. hauniensis</i> , <i>M. littoralis</i> , <i>M. pringlei</i> y <i>M. scabra</i> .
<b>Calcisol</b>	14	27	<i>Manfreda brunnea</i> , <i>M. guttata</i> , <i>M. longiflora</i> , <i>M. maculosa</i> , <i>M. potosina</i> , <i>M. variegata</i> y <i>M. virginica</i> .
<b>Luvisol</b>	9	4	<i>Manfreda scabra</i> .
<b>Kastañozem</b>	9	19	<i>Manfreda elongata</i> , <i>M. guttata</i> , <i>M. scabra</i> , <i>M. sileri</i> y <i>M. singuliflora</i> .
<b>Acrisol</b>	8	15	<i>Manfreda hauniensis</i> , <i>M. littoralis</i> , <i>M. pringlei</i> y <i>M. pubescens</i> .