

SISTEMA DE BIBLIOTECAS
Instituto de Investigación de Zonas
Desérticas. UASLP



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE AGRONOMÍA

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ECOLÓGICA
DEL GÉNERO *EPHEDRA* L. EN EL
ALTIPLANO POTOSINO

Por:

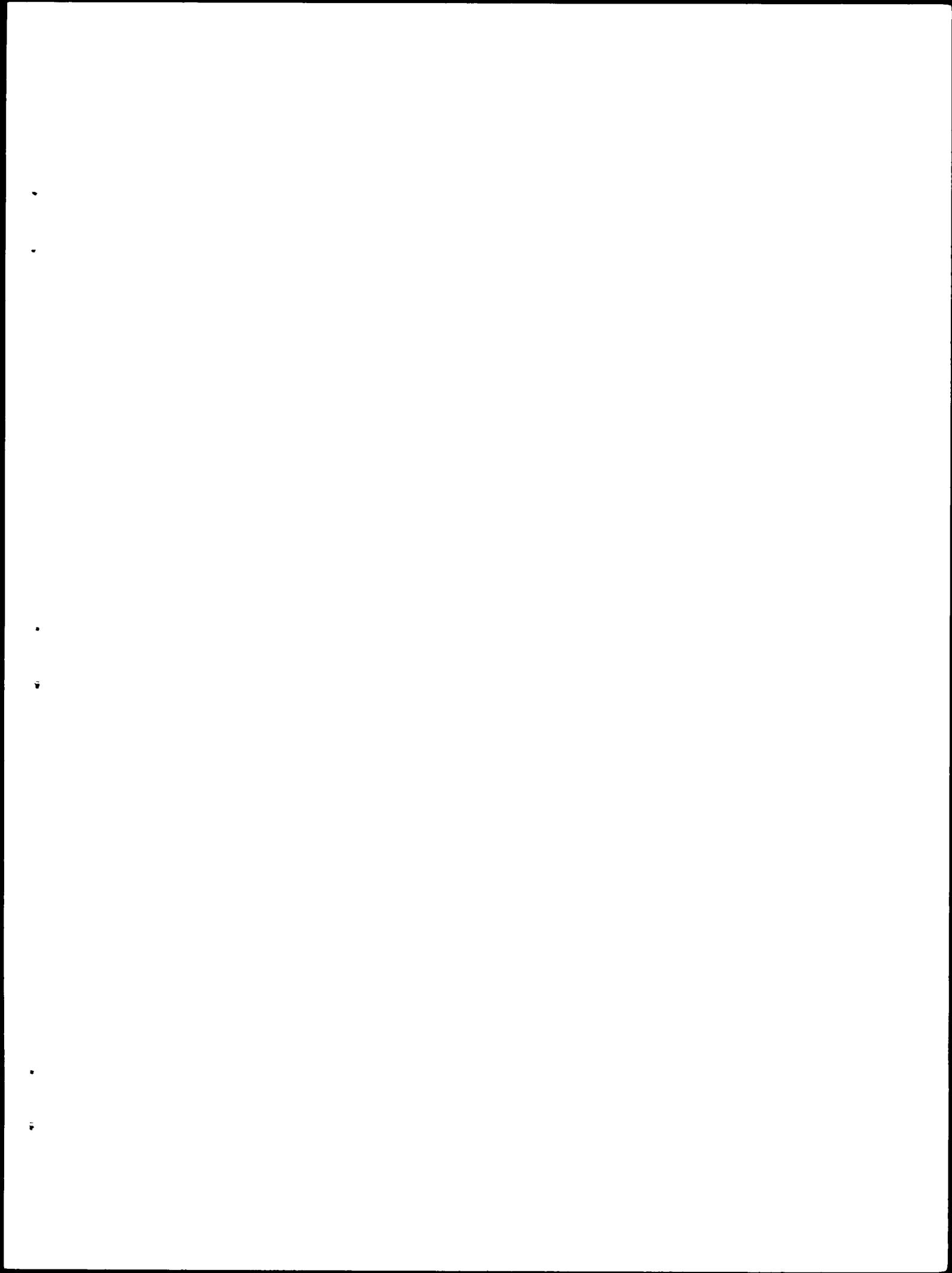
Celma Méndez Mendoza

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener el Grado de

MAESTRA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ECOLÓGICA
DEL GÉNERO *EPHEDRA* L. EN EL
ALTIPLANO POTOSINO**

Tutor: M. C. Juan Antonio Reyes Agüero

Asesor: Dr. Juan Rogelio Aguirre Rivera

Asesor: Dra. Cecilia Beatriz Peña Valdivia

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el grado de
MAESTRA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

Presenta:

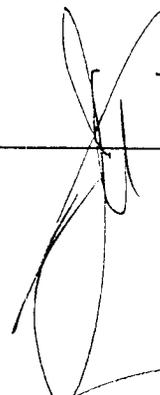
Celma Méndez Mendoza

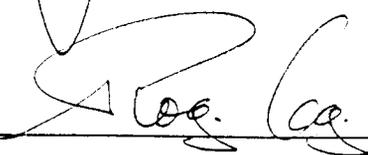
San Luis Potosí, S. L. T., México octubre de 1998

El trabajo titulado DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ECOLÓGICA DEL GÉNERO EPHEDRA L. EN EL ALTIPLANO POTOSINO, presentado como requisito parcial para obtener el grado de "Maestra en Ciencias Agropecuarias", fue revisado y aprobado por el suscrito Comité de Tesis.

TUTOR:

M.C. J. ANTONIO REYES AGÜERO





ASESORES:

DR. J. ROGELIO AGUIRRE RIVERA

DRA. C. BEATRIZ PEÑA VALDIVIA



El día Palma de la Cruz, municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., a los nueve días del mes de octubre de mil novecientos noventa y ocho.

DEDICATORIA

A DIOS

Por concederme y conservar mi vida

A ALBERTO

Por todo lo que hemos compartido, por tu apoyo y comprensión

A MIS HIJOS CELMA ESTEFANIA Y ALBERTO

por su tiempo, por su amor y por ser lo que mas quiero

A MIS PADRES

A quien no solo agradezco el ser su hija, sino su ejemplo de lucha y perseverancia, por su integridad como padres y amigos, por el gran apoyo que siempre me han brindado

A MIS HERMANAS, HERMANO Y SOBRINOS

Por su apoyo recibido y por esos ratos que les dedicaron a mis hijos para la realización de este trabajo

A HAPPY

Por estar siempre cerca de mi y brindarme su amistad y apoyo sin recibir nada a cambio

A MI CUÑADA ROSA

Por sus consejos y por ser más que mi amiga

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis agradecimientos y reconocimientos a las siguientes Instituciones y personas con cuya participación fue posible la realización de este trabajo y de mis estudios de maestría.

A la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, especialmente al Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, de donde recibí apoyo de su estructura física, económica y humana.

Las facilidades prestadas para la revisión de los ejemplares botánicos:

A La Universidad Autónoma de Aguascalientes (Biól. Margarita de la Cerda L.).

A El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática de la ciudad de Aguascalientes (Biól. Irene García).

A la Universidad Autónoma de Zacatecas (Biól. José de Jesús Balleza).

A la Universidad Nacional Autónoma de México (M.C. Gerardo Salazar).

A el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (Sr. Ángel Reyes).

A la escuela Nacional de Ciencias Biológicas (M.C. Miguel medina C.)

A el Colegio de Posgraduados (M.C. Beatriz Madrigal C.).

A la Universidad Autónoma Chapingo (M.C. Enrique Guizar N), (Sr. José García P.).

Al M.C. Juan Antonio Reyes Agüero

Por su atinada dirección y por haber tomado como propio la realización de este trabajo.

Al Dr. Juan Antonio Aguirre Rivera

A quien patentizo mi profundo agradecimiento por sus solícitas y sabias enseñanzas, sus oportunos consejos y su incesante motivación.

A la Dra. Cecilia B. Peña Valdivia por formar parte de mi comité de tesis, por su atinada asesoría y su amistad

A mis compañeros y amigos: Sonia, Urbana, Javier, Ing. González, Miguel, Carmelo y Memo, a ustedes muchas gracias.

Al Dr. Richard I. Yeaton

Por su colaboración en la revisión del abstract.

A la Lic. Emelia Cervantes Martínez

Por el apoyo recibido en las gestiones financieras.

A José García Pérez

Por el apoyo brindado en la consulta de los ejemplares botánicos.

Al M.C. Miguel de Jesús Cházaro Basañez

Por facilitarme material bibliográfico.

Al Sr. Jesús Velázquez López

Por su colaboración en las salidas a campo

A la Sra. Patricia Olvera Rodríguez

Por el fotocopiado de la presente tesis.

A las personas que directa e indirectamente contribuyeron con alguna aportación y que involuntariamente estoy omitiendo.

CONTENIDO

	página
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
APÉNDICE	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Descripción botánica	3
2.1.1 El género	3
2.1.2 Las especies	4
2.2 Distribución de el género <i>Ephedra</i>	4
2.3 Distribución geográfica de las efedráceas en México	5
2.4 Nombres comunes de las efedras	8
2.5 Importancia de las efedras	10
3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA	13
3.1 Localización	13
3.2 Geomorfología	13
3.3 Tipos de vegetación	16
4. MÉTODO	19
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
5.1 Especímenes depositados en los herbarios consultados	22
5.2 Resultados obtenidos durante la exploración botánica	24
5.3 Distribución geográfica de <i>Ephedra</i> en San Luis Potosí	24
5.3.1 Distribución de <i>Ephedra</i> en la región fisiográfica sierras inferiores	28

5.3.2 Distribución de <i>Ephedra</i> en la región fisiográfica valles y lomeríos boreo-centrales	30
5.3.3 Distribución de <i>Ephedra</i> en la región fisiográfica campo volcánico meridional	31
5.4 Distribución ecológica de <i>Ephedra</i> en el altiplano potosino	32
5.4.1 Distribución altitudinal	32
5.4.2 Sustrato geológico	33
5.4.3 Climas	34
5.4.3.1 Tipos de climas	34
5.4.3.2 Temperatura media anual	36
5.4.3.3 Precipitación	37
5.4.4 Tipos de vegetación	38
5.5 Distribución de las especies de <i>Ephedra</i> en San Luis Potosí	39
6. CONCLUSIONES	41
7. LITERATURA CITADA	43
8. APÉNDICES	50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
Cuadro 1. Distribución del género <i>Ephedra</i> L. en México	6
Cuadro 2. Número de especímenes del género <i>Ephedra</i> L. del altiplano potosino que se localizaron en los herbarios consultados y de recolectas en el presente trabajo	23
Cuadro 3. Coordenadas geográficas extremas de la distribución del género <i>Ephedra</i> L. en el altiplano potosino	25
Cuadro 4. Distribución del género <i>Ephedra</i> L. por regiones fisiográficas del altiplano potosino	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Localización del área de estudio	15
Figura 2. Mapa de las unidades geográficas en las que se dividió el altiplano potosino	20

APÉNDICE

Apéndice	Página
Apéndice 1. Recolectores y los números de recolecta de los especímenes útiles de <i>Ephedra</i> L.	51
Apéndice 2. Unidades geográficas en las que se dividió el altiplano potosino	54
Apéndice 3a. Distribución geográfica y ecológica de <i>E. aspera</i> en la región fisiográfica sierras inferiores en el altiplano potosino.	58
Apéndice 3b. Distribución geográfica y ecológica de <i>E. antisiphilitica</i> en la región fisiográfica sierras inferiores en el altiplano potosino.	60
Apéndice 3c. Distribución geográfica y ecológica de <i>E. compacta</i> en la región fisiográfica sierras inferiores en el altiplano potosino.	62
Apéndice 3d. Distribución geográfica y ecológica de <i>E. pedunculata</i> en la región fisiográfica sierras inferiores en el altiplano potosino.	64
Apéndice 3e. Distribución geográfica y ecológica de <i>Ephedra</i> L. en la región fisiográfica valles y lomeríos boreo-centrales en el altiplano potosino	66
Apéndice 3f. Distribución geográfica y ecológica de <i>E. compacta</i> en la región fisiográfica campo volcánico meridional en el altiplano potosino.	68

RESUMEN

Las especies de *Ephedra* son plantas medicinales que contienen alcaloides como efedrina, pseudoefedrina y norpseudoefedrina, los cuales son utilizados como principios activos en varios medicamentos descongestionantes. Se conoce poco sobre la distribución geográfica y ecológica del género en el estado de San Luis Potosí. Los objetivos de este trabajo fueron definir la distribución geográfica y ecológica de las especies de *Ephedra* en el altiplano potosino. El método incluyó la consulta de especímenes de *Ephedra* en herbarios nacionales, recopilación de toda la información de las etiquetas de dichos especímenes y una exploración botánica. Con base en la ubicación de las localidades de recolecta en las regiones fisiográficas del altiplano potosino, subdivididas en unidades geográficas (UG), se determinó la distribución geográfica de las especies. La distribución ecológica se estableció con la información de las características de cada sitio registradas en las etiquetas y se cotejó y completó con la cartografía especializada. La exploración botánica se realizó en las UG con menos recolectas registradas. Las especies de *Ephedra* que se distribuyen en el altiplano potosino son cinco: *E. antisiphilitica*, *E. aspera*, *E. compacta*, *E. pedunculata* y *E. trifurca*. El género se distribuye en todo el altiplano, desde los 22° 02' LN, hasta los 24° 13' LN y desde los 100°15' LO, hasta los 101°45' LO. La distribución altitudinal de *Ephedra* es desde los 1115, hasta los 2850 m. La mayor presencia de recolectas se registró en el clima tipo BS y en el intervalo de temperatura media anual oscila entre los 16-18°C. El tipo de vegetación donde se localizó la mayor cantidad de recolectas fue en el matorral desértico micrófilo y es el único tipo de vegetación en el que están representadas las cinco especies de efedra. Los resultados confirman a las especies de *Ephedra* como elementos florísticos propios de las zonas áridas y semiáridas.

ABSTRACT

The genus *Ephedra*, commonly known as Mormon tea, has medicinal properties which are primarily related to the alkaloids, ephedrine and pseudoephedrine. In Mexico little is known about the species, of *Ephedra* particularly in terms of this geographical and ecological distributions. This thesis has as its objectives to; 1) define the geographic distribution of the genus on the high plateau of the southern Chihuahuan desert, and 2) determine the ecological features where the genus occurs. The specimens deposited in the herbaria of several Mexican institutions, were used in order to obtain a preliminary understanding of the distribution of the five species found on the altiplano of the southern Chihuahuan Desert and after, that botanical explorations were made in the field. Five species of *Ephedra*; *E. antisiphilitica*, *E. aspera*, *E. compacta*, *E. pedunculata* y *E. trifurca* were found in the area a from 22° 02', to 24° 13' North latitude and from 100°15' to 101°45' West longitude. The altitudinal distribution of *Ephedra* is from 1115 m, to 2850 m. The genus is occurs in the desert matorral zone.

1. INTRODUCCION

El género humano ha utilizado las plantas desde tiempos remotos, particularmente como fuente de alimento, forraje, vestido, construcción y también con fines medicinales. Desde entonces, el hombre tenía que distinguir básicamente, entre plantas que eran venenosas de las que no lo eran, y así, desarrolló el conocimiento de las drogas de origen vegetal, conocimiento que fue transmitiendo, al principio verbalmente y después en forma escrita (Trease y Evans, 1984). Entre estas plantas están algunas que pertenecen al género *Ephedra* L. La especie asiática *E. sinica*, se considera la planta medicinal más antigua del mundo, cuyo uso data de hace unos 5000 años. Los chinos llaman a sus efedras ma-huang (que significa astringente amarillo) y las utilizan desde el año 3000 a. C. (Castleman, 1996). Varios grupos étnicos, principalmente americanos y asiáticos, se han servido de las ramas y las hojas de este arbusto para preparar bebidas y varios medicamentos. Hasta principios de este siglo, la ciencia médica moderna ignoró las propiedades de las efedras, cuyos metabolitos secundarios, la efedrina, pseudoefedrina y norpseudoefedrina, constituyen actualmente ingredientes imprescindible de los medicamentos que se prescriben para aliviar las dificultades respiratorias y otros síntomas del asma, fiebre de heno y resfriado común (Anónimo, 1987).

De acuerdo con Aguirre R. (1970), las especies están distribuida en forma más o menos discontinua, y tienen dos niveles de distribución: el mayor de ellos, llamado macrodistribución o distribución geográfica, puede representarse en un mapa por medio de puntos o líneas que señalan la distribución general de una especie, pero dentro de esta gran área, la especie en cuestión sólo se encuentra bajo ciertas condiciones ambientales, denominándose a este segundo nivel de distribución, microdistribución o distribución ecológica.

Para el género *Ephedra* en el estado de San Luis Potosí, se carece de información de estos dos niveles de distribución, por lo que los objetivos de esta memoria de tesis, fueron definir la distribución geográfica de las especies existentes del género *Ephedra* en el altiplano potosino y establecer los principales aspectos ecológicos asociados con la microdistribución de *Ephedra*.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Descripción botánica

2.1.1 El género

Las efedras son gimnospermas de la familia Ephedraceae, la cual contiene sólo el género *Ephedra* L. (Martínez, 1959). Las efedras son arbustos erectos o semitrepadores, dioicos o rara vez monoicos; tallos con una sifonostela endarca en el centro, exteriormente tienen numerosos canales o surcos, pequeños y longitudinales; ramas equisetoides (parecidas a las del género *Equisetum*), solitarias o verticiladas; hojas binadas o ternadas, pequeñas, usualmente unidas formando una vaina; estróbilo estaminado, compuesto; brácteas verticiladas binadas o ternadas, incluyendo una estructura vasiforme compuesta, en la base del anteróforo sobre el que surgen de pocas a muchas anteras usualmente biloculares, sésiles o cortamente estipitadas; estróbilos con pocos o muchos verticilos de brácteas membranáceas a carnosas, binada o ternadamente dispuestas, que rodean a uno o varios óvulos; semillas por lo general en pares, cubiertas, con una prolongación del micrópilo que semeja un estilo (Correll y Johnston, 1970; Benson y Darrow, 1981; Valdés y Flores, 1986).

2.1.2 Las especies

Las especies registradas en el altiplano potosino son *E. aspera*, *E. antisiphilitca*, *E. compacta*, *E. pedunculata* y *E. trifurca*. Las cinco especies son arbustos, pero *E. pedunculata* es un arbusto trepador. Las alturas varían en *E. aspera*, *E. antisiphilitca* y *E. compacta* entre 0.25 y 1 m, *E. trifurca* mide entre 0.5 y 2 m y *E. pedunculata* alcanza hasta 7 m; en general, la altura normal es difícil de establecer por el grado diverso de ramoneo al que suelen estar sometidas. La disposición de las ramas es opuesta y cuando son muchas, forman verticilos en casi todas las especies, menos en *E. pedunculata*, donde siempre es alterna. La coloración de las ramas jóvenes es verde pálida, a excepción de *E. compacta* y *E. pedunculata* que es verde grisácea. En contraste, las ramas viejas son grisáceas en *E. antisiphilitca* y *E. compacta*, y amarillas a verde grisáceas en las otras tres especies. La textura de las ramas es áspera en *E. aspera* y *E. compacta* y lisa en el resto de las especies. La filotaxia es opuesta, y en *E. trifurca* se forman verticilos. En todas las especies las semillas son de color castaño (Valdés y Flores, 1986).

2.2 Distribución del género *Ephedra*

El estudio de la distribución de las especies vegetales ha atraído la atención de los científicos desde el siglo XVIII (González C., 1993), pero fue en el presente siglo que se empezó a estudiar sistemáticamente el papel que juegan factores como clima, suelo, topografía, biota y tiempo en la distribución de las poblaciones y comunidades vegetales (Major, 1951). Billings (1968) afirma que, una vez conocida la distribución de una especie, es necesario preguntarse por qué la especie crece en ese lugar y no en algún otro sitio; el mismo autor inicia la respuesta cuando afirma que si la planta crece y se

reproduce en una determinada localidad, esa es la mejor indicación de que el sitio tiene las condiciones ambientales (clima, suelo, topografía y biota) en las que la especie puede vivir.

Las efedras son pandesérticas, se distribuyen en regiones áridas y semiáridas de ambos hemisferios. Aproximadamente 18 especies están registradas en Europa, Asia y en el medio oriente y unas 24 en América, de las cuales trece a quince se encuentran en Norteamérica y nueve a once en Suramérica (los números varían según los autores). En los Estados Unidos se encuentran principalmente en los estados de California, Arizona, Nuevo México y Texas y varias especies extienden su distribución al norte de México (Benson y Darrow, 1981; Correll y Johnston, 1970; Kearney y Peebles, 1964; Lawrence, 1951; Lommasson y Park, 1937; Martin y Hutchinson, 1980; Peterson y Vermeer, 1980; Strasburger *et. al.*, 1983; Takhtajan, 1986; Wiggins, 1980; Willis, 1973; Young y Young, 1986, 1992).

2.3 Distribución geográfica de las efedráceas en México

La riqueza en México de efedras es de once especies (*E. antisiphilitca* Berland., *E. aspera* Engelm., *E. californica* Watz., *E. compacta* Rose, *E. fasciculata* A. Nels., *E. nevadensis* Watz., *E. pedunculata* Engelm., *E. peninsularis* I.M. Johnston, *E. torreyana* Watz., *E. trifurca* Torr. y *E. viridis* Cov.) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución del género *Ephedra* L. en México.

Espece	Estado	Nombre común	Fuente
<i>Ephedra antisyphilitica</i>	Coah.	Canatilla y tepopote	1, 4, 14 y 22
	Dgo.	Canatilla y tepopote	4, 14 y 18
	Chih.	Canatilla y tepopote	1 y 11
	N.L.		14
	S.L.P.		14
<i>Ephedra aspera</i>	Coah.	Ítamo real, hintimorreal, tepopote y pitamorreal	1, 11, 14 y 22
	Dgo.	Ítamo real, canetilla, popotillo y tepopote	11, 14, 18 y 21
	Zac.	Ítamo real, canetilla, popotillo y pito real	1, 3, 6, 11 y 24
	Son.	Ítamo real, canetilla y popotillo	4 y 6
	B. C.	Ítamo real, canetilla y popotillo	1, 4, 6, 12 y 23
	S. L. P.	Canatilla y pico de pájaro	2, 3, 7, 10, 14, 24 y 25
	Chih.		1 y 14
	N.L.		14
	Tamps.		6
	<i>Ephedra californica</i>	B. C.	Canatillo
Son.			1, 6 y 12
<i>Ephedra compacta</i>	Dgo.	Canatilla, popotillo y retama real	11, 14, 18 y 19
	Coah.	Comida de víbora, ítamo real y pítamo real	11 y 19
	Zac.	Sanguinaria	16
	S. L. P.	Sanguinaria	11 y 19
	Chih.		1
	N.L.		14
	Oax.		1 y 19
	Hgo.		19
	Ags.		19 y 19
	Pue.		1, 8, 19 y 20
	<i>Ephedra fasciculata</i>	Son.	

Cuadro 1. (continuación)

Especie	Estado	Nombre común	Fuente
<i>Ephedra nevadensis</i>	B.C.		6 y 12
	Coah.		15
	Chih.		15
	Son.		6
<i>Ephedra pedunculata</i>	Dgo.		15 y 18
	Coah.	Canatilla, tepopote y popotillo	4
	Chih.	Canatilla, tepopote y popotillo	1 y 16
	Dgo.	Ítamo real, canatilla, tepopote. Popotillo, tetama real y retama	1, 4, 14 y 18
	Zac.	Ítamo real y sanguinaria	1, 3, 4, 14, 16 y 18
	S. L. P.	Canatilla, tepopote, popotillo tetama real, ítamo real y sanguinaria	1, 3, 4, 7 y 14
<i>Ephedra peninsularis</i>	B. C.	Tepopote	4
<i>Ephedra torreyana</i>	Son.	Tepopote	4
	Chih.	Tepopote	4, 5, 13 y 14
	Dgo.		14
<i>Ephedra trifurca</i>	Chih.	Tepopote y popotillo	1, 6, 11 y 13
	B. C.	Tepopote y popotillo	1, 4, 6 y 12
	Dgo.		14, 18 y 22
	Coah.		14
	S.L.P.		14
	Son.		6
<i>Ephedra viridis</i>	Son.		6

Fuentes: 1- Standley (1924); 2-Rzedowski (1956); 3- Rzedowski (1957); 4- Martínez (1959); 5-Kearney y Peebles (1964); 6- Shreve y Wiggins (1964); 7 Rzedowski (1965); 8- Rzedowski (1968); 9-Ramos A. (1972); 10- Rzedowski y Mc Vaugh (1972); 11- Martínez (1979); 12- Wiggins (1980); 13- Benson y Darrow (1981); 14- Valdés y Flores (1986); 15- Anónimo (1987); 16- Rzedowski y Equihua (1987); 17- Ruiz de E. (1989); 18- González *et al.* (1991); 19- McVaugh (1992); 20- Dávila A. *et al.* (1993); 21- Argueta (1994); 22- Villarreal Q. (1994); 23- López de la L. *et al.* (1995); 24- Juárez *et al.* (1996); 25- Rodríguez *et al.* (1996).

La especie de más amplia distribución en México es *Ephedra compacta*, pues se encuentra desde Chihuahua y Nuevo León, hasta Hidalgo, Puebla y Oaxaca. *E. aspera* también tiene una distribución amplia, sin llegar a las zonas secas del sur de México; Reyes A. y Aguirre R. (en prensa) afirman que *E. aspera* es un elemento florístico de la altiplanicie-planicies costeras noroccidental y nororiental. *E. trifurca* tiene una distribución semejante a la anterior, pero no se ha registrado en los estados del noreste. Por su parte, *E. pedunculata* y *E. antisiphilitca* se distribuyen de Chihuahua y Coahuila a San Luis Potosí. Especies de distribución restringida son *E. torreyana* (Sonora, Chihuahua y Durango), *E. californica* (península de Baja California y estado de Sonora), *E. peninsularis* (península de Baja California), *E. viridis* y *E. fasciculata* (Sonora). En todos los estados mencionados, las especies se distribuyen en las zonas secas y semisecas (fuentes citadas en el Cuadro 1). Los estados con mayor riqueza de especies de efedras son Durango, Chihuahua y Sonora con siete especies, le siguen Coahuila con seis especies, Baja California, Baja California Sur y San Luis Potosí con cinco especies en cada estado (Cuadro 1).

Por la distribución registrada en la bibliografía, todo indica que las efedras son un elemento florístico de la región que Rzedowski (1978) denomina xerofítica mexicana, que incluye las zonas áridas y semiáridas del norte y del sur de México.

2.4 Nombres comunes de las efedras

La especie asiática más utilizada en medicina (*E. sinica*) se le conoce en China como ma huang, que significa astringente amarillo (Anónimo, 1987; Castleman, 1996). En Estados Unidos, cuando los mormones llegaron a Utah en 1847, los indígenas les dieron a beber una infusión de efedra, los mormones la adoptaron y desde entonces a las

efedras se les conoce como el té de los mormones; en el oeste del mismo país, la misma infusión se conoce como té de los burdeles, pues se servía en estos establecimientos como remedio contra la sífilis y la gonorrea (Castleman, 1996).

Los nombres comunes de las especies de *Ephedra* en México son (Cuadro 1): canatilla, canatillo, canutillo, cañatilla, cañatillo, cañutillo, comida de víbora, díctamo real, hintimorreal, ítamo, ítamo real, sanguinaria, pico de pájaro, pito real, pítamo real, popotillo, retama real, tepopote y tetama real (Islas, 1961; Martínez, 1979; Santamaría, 1992). Popote es una palabra de procedencia náhuatl con la que se denomina a un cilindro hueco, de longitud y grosor no muy grande (Anónimo, 1992; Santamaría, 1992). Así, los nombres de popotillo y tepopote, hacen referencia a los tallos huecos de algunas especies de *Ephedra* (Cabrera, 1984), debido a la sifonostela endarca en los tallos (Valdés y Flores, 1986). Por otra parte, Islas (1961) y Santamaría (1992) hablan de popotillo, como una superficie cubierta longitudinalmente de popotes, que en el caso de algunas efedras serían los tallos con canales o surcos longitudinales (Valdés y Flores, 1986). Por su parte, Font Quer (1962) afirma que las palabras díctamo, ítamo, ítamo real y pítamo real proceden del catalán y el autor escribe: “dictam, lletimó (timó de llei, esto es “tomillo de ley” como diríamos “oro de ley” para ponderar sus excelencias”). En España, el díctamo es el nombre de una rutácea medicinal (*Dictamnus albus*), empleada para distintos fines medicinales (antiespasmódica, tónica, estomacal, etc.), mientras que Santamaría (1992) afirma que ítamo y pítamo son corrupciones de díctamo, que es el nombre de una pasiflorácea (*Passiflora mexicana*) también empleada como medicinal (afecciones bronquiales y pulmonares).

2.5 Importancia de las efedras

Los compuestos activos de las efedras (efedrina, pseudoefedrina y norpseudoefedrina) son fuertes estimulantes del sistema nervioso central, incluso más fuertes que la cafeína pero menos que las anfetaminas (Castleman, 1996; González de C., 1984). Hoy, las efedras están entre las plantas medicinales más apreciadas por la industria farmacéutica (Anónimo, 1987) para la elaboración de medicina de patente. Actualmente la efedrina se produce sintéticamente, su producción y usos son restringidos, incluso está considerada por el Comité Olímpico Internacional como sustancia prohibida (Castleman, 1996). *Ephedra* tiene también valor forrajero, ya que es consumida por fauna doméstica y silvestre (Aguirre R. 1970; Stubbendieck *et al.*, 1986).

El registro más antiguo del uso medicinal de *Ephedra* proviene de la actual República Popular China (Martínez, 1959) y probablemente en la India y en Paquistán se usa también desde esos tiempos (Castleman, 1996). En China, el ma-huang se usa desde hace 5000 años para tratar el asma, estimular la circulación de la sangre, combatir los accesos de tos, disminuir la temperatura corporal durante problemas de fiebre, controlar el resfrío y disminuir cefaleas y erupciones motivadas por el envenenamiento en la sangre (Anónimo, 1987; Castleman, 1996).

Autores como Rzedowski (1965), Aguirre R. (1970), Becerra M. (1971) y Aldrete M. (1981) consignaron a *E. aspera* como una especie ingerida por el ganado caprino del altiplano potosino-zacatecano. Según Standley (1924), algunas especies de efedra tienen una sustancia astringente, de buen sabor para los animales.

El uso más extendido de las especies de efedra en México es el terapéutico (Martínez, 1959). La referencia más frecuente es el uso de *Ephedra* para el control de enfermedades respiratorias, pues se usa para controlar desde simples accesos de tos (Juárez P. *et al.*, 1996; Lommasson y Park, 1937), hasta enfermedades más complejas. En 1878, E. Palmer registró en los mercados de San Luis Potosí, la venta de *E. aspera* y *E. pedunculata* como remedios contra la neumonía (Bye, 1979). Más recientemente, se registró el uso de *Ephedra* para controlar la pleuritis o inflamación de la pleura (Islas, 1961) y la enfermedad de Bright o nefritis difusa (Argueta, 1994), para lo cual el agua en la que se cuecen los tallos de *E. vulgaris* se usa como colirio (Dorault, 1900 citado por Martínez, 1959). La efedrina es eficaz en aplicaciones nasales, contra congestiones crónicas, la rinitis y fiebre de heno; también es un auxiliar para controlar los síntomas del asma (Hill, 1965), ya que su consumo reduce el número de inyecciones de adrenalina.

Autores como Terry (1900, citado por Martínez, 1959), Benson y Darrow (1981) y Standley (1924) registraron el uso de efedras como diuréticas, para controlar enfermedades renales. También se menciona a *Ephedra* como una planta útil contra enfermedades venéreas (Benson y Darrow, 1981; Castleman, 1996; Standley, 1924), seguramente por esa razón se tomó el epíteto adjetivo para *E. antisiphilitica*. Incluso se menciona la utilidad de *Ephedra* para controlar problemas de sobrepeso (la efedrina aumenta la intensidad del metabolismo basal y por lo tanto las calorías se consumen más rápido), para dejar de fumar y para estimular la menstruación (provoca contracciones uterinas) (Castleman, 1996). Otros usos medicinales de las efedras son para controlar dolores de cabeza, disminuir la temperatura corporal durante las fiebres, "purificar la sangre" y controlar la diabetes (Juárez P. *et al.*, 1996; Lommasson y Park, 1937). Los habitantes de las zonas áridas y semiáridas mastican ramas de efedras para mitigar el dolor de los labios que han sufrido quemaduras de sol, mientras que las ramas secas y pulverizadas las utilizan para hacer emplastos y ungüentos que se aplican en

quemaduras, llagas y heridas. Las infusiones de efedra mitigan la sed y refrescan (Anónimo, 1987).

La efedrina se administra en casos de coma producidos por abuso de alcohol y drogas depresoras. Por su propiedad vasoconstrictora, reduce el calibre de los vasos sanguíneos e incrementa el flujo de la sangre, por lo que resulta un buen remedio para la hipotensión. Con frecuencia se mezcla efedrina con anestesia raquídea para contrarrestar su efecto hipotensor (Anónimo, 1987). Así, se afirma que la efedrina es un estimulante cardiaco, pero se advierte que *E. distachya* contiene un alcaloide que produce parálisis en el corazón (Anónimo, 1987; Standley, 1924).

Le efedrina actúa en el sistema nervioso central y en los conductos respiratorios y sanguíneos, se comporta como astringente (vasoconstrictor) (Benson y Darrow, 1981). Durante bastante tiempo se uso la efedrina, aunque se sabía que tenía efectos colaterales como aumento del ritmo cardiaco y de la presión sanguínea. Posteriormente la efedrina se sustituyó por la pseudoefedrina, de eficacia semejante, pero menos riesgosa para la salud. Por otro lado, la efedrina, aunque menos activa que la adrenalina, fisiológicamente tiene la ventaja de que ejerce una acción más prolongada; además, es absorbida cuando se toma oralmente y es una sustancia más estable (Castleman, 1996).

3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

3.1 Localización

El altiplano potosino se localiza en la porción centro-norte de México, entre los 21°55' y los 24°24' de latitud norte y entre los 99°45' y los 102°13' de longitud oeste (Figura 1).

Esta región está delimitada al este por la Sierra Madre Oriental, al sur y sureste por las serranías meridionales, mientras que hacia el oeste, norte y noreste se continúa con zonas similares de los estados de Zacatecas, Jalisco, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Fisiográficamente, el altiplano potosino forma parte de la altiplanicie mexicana y puede ser considerado como la zona de transición entre sus dos grandes regiones, la septentrional y la meridional (Aguirre R. *et al.*, 1982; Flores F., 1985; Tamayo, 1980).

3.2 Geomorfología

Según Charcas S., *et al.* (1988), el altiplano potosino está configurado por tres regiones fisiográficas. En la mitad oeste están los valles y lomeríos boreo-centrales, en la mitad este las sierras inferiores y en el sur el campo volcánico meridional (Figuras 1 y 2). En los valles y lomeríos boreo centrales, el paisaje es de lomeríos amplios con algunos bolsones y pequeñas serranías dispersas; la litología superficial es básicamente de material sedimentario como lutitas y areniscas y las serranías son principalmente calizas, con algunas intrusiones de magma volcánico, principalmente en la parte sur. En el paisaje del campo volcánico meridional se alternan planicies y serranías; el sustrato

geológico prevaeciente es de rocas volcánicas, principalmente riolita. Las serranías inferiores son una sucesión de valles y serranías orientadas de norte a sur; las sierras están constituidas por calizas, que alternan con capas de evaporitas (principalmente de yeso) (Charcas S. *et al.*, 1988).

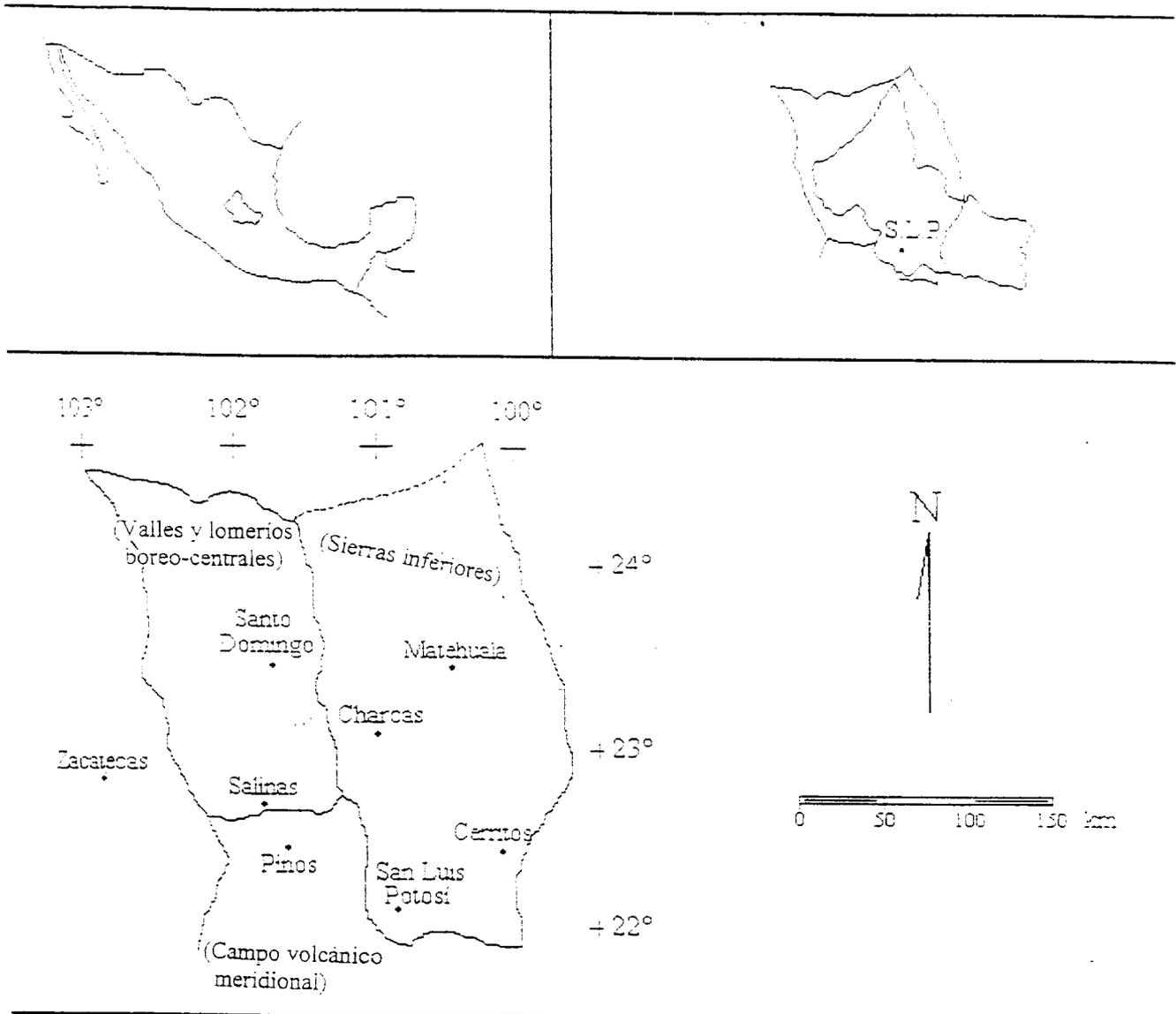


Fig. 1. Localización del área de estudio y su subdivisión fisiográfica con base en Charcas S. *et al* (1988).

En general, las altitudes en el altiplano potosino van desde los 1700 m, en las porciones planas y bajas, hasta los 2800 en la sierra de San Miguelito y 3000 m la sierra de Catorce (Puente M., 1995; Rzedowski, 1965).

3.3 Tipos de vegetación

Debido a que *Ephedra* se distribuye básicamente en los matorrales xerófilos y zacatales, a continuación se mencionan algunas características de estos tipos de vegetación, con base en Rzedowski (1957, 1965, 1968, 1978).

a) Matorral desértico micrófilo

El matorral desértico micrófilo se desarrolla en las planicies y en las partes bajas de los cerros sobre suelos de origen aluvial. Este tipo de vegetación ocupa aproximadamente 38% de la superficie del estado de San Luis Potosí y se localiza en la porción correspondiente al altiplano potosino, a altitudes entre 1000 y 2300 m, las fórmulas climáticas correspondientes son BSkwg, BShwg, BWkwg, BWhwg. Este tipo de vegetación se caracteriza por la predominancia de elementos arbustivos con hojas o folíolos pequeños, como *Larrea divaricata*, *Flourensia cernua* y *Prosopis juliflora*. Otras especies frecuentes de esta vegetación son: *Yucca filifera*, *Y. decipiens*, *Opuntia imbricata*, *O. leptocaulis*, *Celtis pallida*, *Condalia lycioides*, *Lycium berlandieri*, *Koeberlinia spinosa*, *Fouquieria splendens*, *Jatropha dioica*, *Portulacium incanum*, *Zinnia acerosa* y *Haplopappus venetus*.

b) Matorral desértico rosetófilo

El matorral desértico rosetófilo ocupa las laderas de los cerros con sustrato sedimentario. Este tipo de vegetación ocupa aproximadamente 9 % de la superficie del estado de San Luis Potosí; el límite altitudinal superior alcanza los 2600 m. El clima propio de este tipo de vegetación es análogo al que prevalece en las zonas del matorral desértico micrófilo. Esta vegetación se caracteriza por la presencia de especies arbustivas y subarbustivas con hojas alargadas y estrechas, agrupadas en forma de roseta, sin tallo evidente como es el caso de *Agave lechuguilla*, *A. striata* y *Hechtia glomerata* o con tallo como *Yucca carnerosana* y *Dasyllirion leucophyllum*. Otras especies de este tipo de vegetación son *Ageratum corymbosum*, *Bouteloua curtipendula*, *Brickellia veronicaefolia*, *Calliandra eriophylla*, *Dalea tuberculata*, *Ephedra aspera*, *Euphorbia antisiphilitica*, *Opuntia microdasys*, *O. stenopetala*, *Parthenium argentatu*, y *Viguieria stenoloba*.

c) Matorral crasicaule

El matorral crasicaule se desarrolla en laderas y planicies con suelos de origen ígneo. Este tipo de vegetación ocupa aproximadamente el 5% de la superficie estatal y sus altitudes varían entre 1000 y 2200 m. Las fórmulas climáticas correspondientes son BSkwg y BShwg. La presencia dominante de plantas de los géneros *Opuntia* y *Myrtillocactus* caracteriza este ambiente. Las especies principales son: *Opuntia streptacantha*, *O. leucotricha*, *O. robusta* y *Myrtillocactus geometrizans*, otras especies que se pueden localizar en este tipo de vegetación son: *Yucca filifera*, *Y. decipiens*, *Mimosa biuncifera*, *Prosopis juliflora*, *Acacia spp.* y *Menodora coulteri*.

d) Zacatal

El zacatal se desarrolla tanto en suelos de origen ígneo como calizo. Este tipo de vegetación cubre alrededor del 10% de la superficie del estado y se localiza a altitudes entre los 1800 y 3000 m. Las formulas climáticas correspondientes a este tipo de vegetación son: BSkwg y Cwbg. Las especies características, la composición florística, la cobertura y otros rasgos del zacatal, cambian en dependencia del tipo de sustrato geológico donde se desarrolla. En los suelos aluviales prevalecen especies del género *Bouteloua*. Los suelos en laderas riolíticas sostienen un zacatal de *Aristida divaricata*, *Andropogon hirtiflorus* y *Muhlenbergia repens*; finalmente, en laderas calizas se presentan de manera característica, *Bouteloua curtipendula*, *Leptochloa dubia* y *Stipa eminens*.

En el altiplano potosino existen otros tipos de vegetación como, encinar, piñonar y bosque de táscate.

4. Método

Para cumplir con los objetivos se realizó una consulta de especímenes de herbario y posteriormente se efectuó una exploración botánica. La investigación de herbario se realizó con base en la metodología desarrollada por Altschul (1977), que en el caso del presente trabajo consistió, básicamente, en la revisión de especímenes de *Ephedra* que se hubieran recolectado en San Luis Potosí, toda la información contenida en las etiquetas se transcribió a un banco de datos. Durante la revisión se tuvo la precaución de eliminar los especímenes que fueran repetidos, así como aquellos con etiquetas sin información suficiente o incorrectamente identificados. Se revisaron los siguientes herbarios: Universidad Autónoma de San Luis Potosí (el acrónimo internacional del herbario es SLPM), Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ), Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU), Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF), Colegio de Posgraduados (CHAPA y el del Campus San Luis Potosí o CREZAS) y Universidad Autónoma Chapingo (CHAP y XOLO).

Para determinar la macrodistribución de *Ephedra* por unidades naturales, se utilizaron las regiones fisiográficas señaladas por Charcas S. *et al.* (1988) para el altiplano potosino; posteriormente las regiones se subdividieron en unidades geográficas (UG) con base en el método propuesto por Martínez A. (1995) que consiste en marcar las UG en un mapa, usando criterios como topoformas (valles, planicies, laderas, cimas), límites altitudinales y tipos de vegetación (Figura 2).

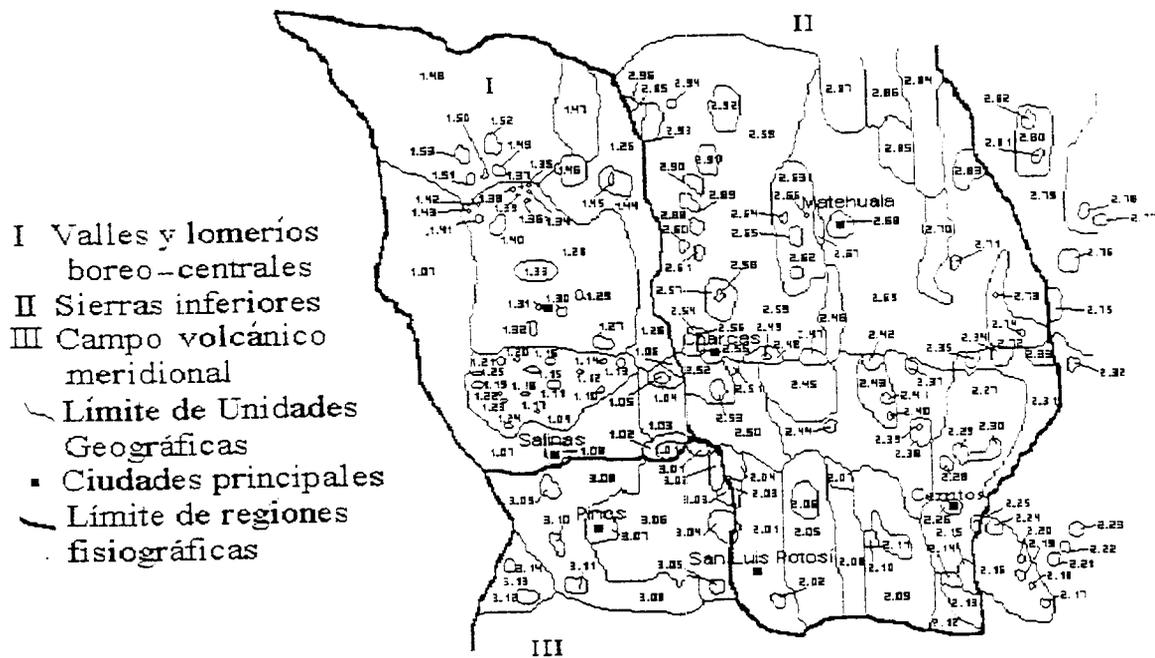


Fig. 2. Unidades geográficas del altiplano potosino (los nombres de las unidades geográficas se presentan en el Apéndice 2).

Para determinar las características ambientales de los sitios en donde se realizaron las recolectas, primero se consideró lo registrado por los recolectores en las etiquetas de los especímenes; después, y una vez ubicada geográficamente cada localidad, se cotejó, corrigió o se amplió la información con la cartografía disponible (cartas topográfica, de uso del suelo, de vegetación, geológica y climática a escala 1:50,000).

Después del análisis de la información obtenida de los especímenes de herbario, se realizó una exploración botánica en las UG en las cuales, existiendo condiciones ecológicas apropiadas para la presencia de especies de *Ephedra*, no se habían recolectado.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Especímenes depositados en los herbarios consultados

En los herbarios se localizaron especímenes de cinco especies de *Ephedra* que se distribuyen en el altiplano potosino: *E. antisiphilitica*, *E. aspera*, *E. compacta*, *E. pedunculata* y *E. trifurca*. Según Passini (1994), en los bosques de pino piñonero de la región al este de Matehuala, S. L. P., existen poblaciones de *E. rugosa*, pero en los herbarios no se encontraron registros de este taxon. Durante la exploración botánica se visitó una zona cercana a la localidad señalada por la autora, pero sólo se encontró *E. aspera*. De las cinco especies se cuantificó un total de 258 especímenes, de éstos sólo 95 (36.82 %) fueron recolectas realizadas en el altiplano potosino; además, del total se excluyeron 18 por haber sido imposible localizar con precisión el lugar de recolecta, ya que la información era insuficiente. Así, 77 fue el número de especímenes útiles para el presente estudio (Apéndice 1, Cuadro 2). El herbario con mayor número de especímenes del género es el SLPM (45 especímenes), le siguen en importancia el CHAPA (9), el ENCB (6), el INEGI (6), el MEXU (5), el CREZAS (5) e INIF (1). En promedio, se encontraron 15.3 especímenes por especie. Las especies mejor representadas en los herbarios fueron *E. aspera*, *E. compacta* y *E. antisiphilitica* (23, 21 y 18 especímenes, respectivamente); las menos representadas en los herbarios fueron *E. pedunculata* y *E. trifurca* (13 y dos especímenes, respectivamente) (Cuadro 2).

El espécimen del altiplano potosino con la fecha de recolecta más antigua fue de *E. pedunculata* y la recolectó el Dr. J. Rzedowski, el 1 de agosto de 1954, cerca de la ciudad de San Luis Potosí. La mayor parte (50.64 %) de los especímenes depositados

Cuadro 2. Número de especímenes del género *Ephedra* L. del altiplano potosino que se localizaron en los herbarios consultados y de recolectas para el presente trabajo.

Acrónimo del herbario	<i>E. aspera</i>	<i>E. antisiphilitica</i>	<i>E. compacta</i>	<i>E. pedunculata</i>	<i>E. trifurca</i>	Total
SLPM	7	10	18	8	2	45
ENCB	0	2	4	0	0	6
MEXU	3	1	0	1	0	5
CHAPA	4	4	0	1	0	9
INEGI	4	1	1	0	0	6
CREZAS	3	0	2	0	0	5
INIF	1	0	0	0	0	1
Recolectados*	11	3	14	6	1	35
TOTAL	33	21	39	16	3	112

* Ejemplares recolectados durante la exploración botánica. Una vez procesados, los especímenes se distribuirán a los herbarios

en los herbarios fue recolectada entre los años 1960 y 1967, por el mismo Dr. J. Rzedowski y por el M.C. Antonio Gómez González.

5.2 Resultados obtenidas durante la exploración botánica

En la exploración botánica se realizaron 35 recolectas, principalmente en la región valles y lomeríos boreo-centrales. La proporción de especies de efedras recolectadas, correspondió aproximadamente a la encontrada en los herbarios, es decir, fue más frecuente la recolecta de *E. compacta*, *E. aspera* y *E. pedunculata* (14, 11, y seis recolectas, respectivamente) y las menos frecuentes fueron *E. antisiphilitica* y *E. trifurca* (tres y una, respectivamente) (Cuadro 2). Así, para el presente trabajo se contó con la información de 112 registros de *Ephedra* (77 especímenes localizados en los herbarios y 35 recolectas) (Apéndice 3). El primer duplicado de los ejemplares recolectados se depositó en el herbario SLPM y los demás se distribuirán a los herbarios con los que el herbario SLPM mantenga intercambio de especímenes.

5.3 Distribución geográfica de *Ephedra* en San Luis Potosí

El género se distribuye prácticamente en todo el altiplano potosino, pues se encuentra desde el sur, en los 22° 02' LN (en las unidades geográficas, UG, La Herradura y Villa de Zaragoza), hasta el norte, en los 24° 13' LN (UG El Manantial); y desde el este, en los 100° 15' LO (UG sierra La Noria) hasta el oeste, en los 101° 45' LO (UG La Herradura y UG Santo Domingo) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Coordenadas geográficas extremas de la distribución del género *Ephedra* L. en San Luis Potosí.

Especie	Latitudes				Longitudes			
	Mínimas	UG	Máximas	UG	Mínimas	UG	Máximas	UG
<i>E. aspera</i>	22°02'	La Herradura, 1.32	23°55'	Cerro El Llorón, 2.69	100°25'	Cerritos, 2.27	101°45'	La Herradura, 1.32
<i>E. antisiphilitica</i>	22°13'	Enrique Estrada, 2.05	23°40'	San José de los Guajes, 2.69	100°28'	San José de los Guajes, 2.69	101°35'	Juan Sarabia, 1.28
<i>E. compacta</i>	22°02'	V. de Zaragoza, 2.08	23°41'	Mathuala, 2.68	100°15'	Sierra La Noria, 2.16	101°45'	La Herradura, 1.32
<i>E. pedunculata</i>	22°09'	San Luis Potosí, 2.01	24°13'	El Manantial, 2.6	100°27'	Charco cercado, 2.36	101°01'	Est. Vanegas, 2.59
<i>E. trifurca</i>	22°20'	Santo Domingo, 1.31	22°20'	Santo Domingo, 1.31	101°45'	Santo Domingo, 1.31	101°45'	Santo Domingo, 1.31

En total, en el altiplano potosino se delimitaron 159 UG (94 en sierras inferiores, 54 en valles y lomeríos boreo-centrales y 11 en el campo volcánico meridional) (Apéndice 2, Figura 2); las especies de *Ephedra* se localizaron en 34 UG (23 de las sierras inferiores, ocho de los valles y lomeríos boreo-centrales y tres del campo volcánico meridional).

En ninguna de las tres regiones fisiográficas del altiplano potosino se localizaron las cinco especies de *Ephedra*. En las sierras inferiores no se encontró *E. trifurca*, en los valles y lomeríos boreo-centrales faltó *E. pedunculata* y en el campo volcánico meridional sólo se ha recolectado *E. compacta*. Por número de recolectas realizadas, destacan las sierras inferiores (con 87 registros, el 77.67 % del total de los especímenes para este estudio), y contrastan con valles y lomeríos boreo-centrales (21 registros) y el campo volcánico meridional (sólo cuatro registros) (Cuadro 4).

La mayor cantidad de registros de *Ephedra* en las sierras inferiores se puede deber a que: 1) es la región fisiográfica en la que se ha realizado el mayor esfuerzo de recolecta, debido a su fácil acceso y tránsito, pues a través de la región se encuentra la carretera nacional número 57 y de hecho 39.08 % de las recolectas de esta región están registradas en localidades a la orilla de la carretera; 2) efectivamente, con base en Billings (1968), es la región en la que existen las mejores condiciones ambientales para el desarrollo de las poblaciones del taxon en cuestión. Probablemente la primera explicación sea importante, pues para la región de valles y lomeríos boreo-centrales, a través de la cual no existe carretera pavimentada, sólo se tenían registradas nueve recolectas, realizadas en un lapso de más de 50 años, y durante la exploración botánica para el presente trabajo se efectuaron 12 recolectas.

Cuadro 4. Distribución del género *Ephedra* L. por regiones fisiográficas del altiplano potosino

Región	<i>E. aspera</i>	<i>E. antisyphilitica</i>	<i>E. compacta</i>	<i>E. pedunculata</i>	<i>E. trifurca</i>	Totales
Sierras inferiores	25	19	27	16	0	87
Valles y lomeríos boreo-centrales	8	2	8	0	3	21
Campo volcánico meridional	0	0	4	0	0	4
Totales	33	21	39	16	3	112

Las especies más recolectadas son *E. compacta* y *E. aspera*. De la primera se registraron 39 recolectas en todo el altiplano potosino (Cuadros 2 y 4), de las cuales la mayor parte (27) se realizaron en la región fisiográfica sierras inferiores, el resto en valles y lomeríos boreo-centrales (ocho) y campo volcánico meridional (cuatro); esta especie es la única que se ha recolectado en las tres regiones fisiográficas. De *E. aspera*, se registraron 33 recolectas, la mayor parte (25) en sierras inferiores y sólo algunas (ocho) en valles y lomeríos boreo-centrales. De *E. antisiphilitica*, la mayor parte (19) de las recolectas se realizaron en las sierras inferiores y sólo dos recolectas en valles y lomeríos boreo-centrales. *E. pedunculata* tiene 16 recolectas, todas en la región fisiográfica de sierras inferiores. De *E. trifurca* únicamente se localizaron tres recolectas en valles y lomeríos boreo-centrales.

La mayor presencia de registros de *E. compacta* y *E. aspera* en el altiplano potosino, debe tener relación con la amplia distribución que estas dos especies tienen en la república mexicana (Cuadro 1). *E. compacta* se localiza en las zonas secas y semisecas del norte y sur de México, y *E. aspera* es la especie más común en las mismas zonas, pero sólo en los estados del centro-norte y norte del país. En contraste, las especies *E. pedunculata*, *E. trifurca* y *E. antisiphilitica* con registros escasos en el altiplano potosino, también en el nivel nacional tienen una distribución menos amplia, pues están restringidas a las zonas secas de los estados desde Chihuahua y Coahuila, hasta San Luis Potosí.

5.3.1 Distribución de *Ephedra* en la región fisiográfica sierras inferiores

La región fisiográfica sierras inferiores se subdividió en 94 UG, pero sólo en 23 (24.46 %) se encontraron recolectas de *Ephedra*. Las cuatro especies de esta región fisiográfica son: *E. aspera*, *E. antisiphilitica*, *E. compacta* y *E. pedunculata*.

Las UG más importantes de las sierras inferiores, por el número de recolectas registradas, son San José de los Guajes y San Luis Potosí. En la primera se registraron 13 recolectas (cinco de *E. aspera*, cuatro de *E. compacta* y dos de cada una de las especies *E. antisiphilitica* y *E. pedunculata*). La UG San José de los Guajes se localiza al sur de la Cd. de Matehuala y está conformada por una serie de valles intermontanos conectados; seguramente que en este mayor número de recolectas realizadas ha influido el hecho, comentado en la sección anterior, de que por esta UG atraviesa la carretera nacional número 57 de sur a norte, a cuyas orillas los botánicos han realizado sus recolectas. En la UG San Luis Potosí también se registraron 13 recolectas (cuatro de cada una de las especies *E. aspera*, *E. compacta*, *E. pedunculata* y una de *E. antisiphilitica*). De forma similar, la posible explicación de la abundancia de recolectas en esta UG es que en ella se localiza el valle de San Luis Potosí, en donde se realizó un mayor esfuerzo de recolecta durante los trabajos del Dr. Rzedowski y su grupo (Rzedowski, 1956; Calderón de R., 1960). Otras UG importantes por el número de recolectas realizadas son Enrique Estrada (cinco recolectas de *E. aspera* y tres de *E. antisiphilitica*), Cerro de San Pedro (cinco de *E. compacta*, dos de *E. aspera* y una de *E. antisiphilitica*), Estación Vanegas (cuatro recolectas de *E. aspera*, dos de *E. compacta* y una de *E. pedunculata*), Núñez (tres recolectas de *E. aspera*, tres de *E. pedunculata* y una de *E. antisiphilitica*). Las dos primeras son cercanas a la Cd. de San Luis Potosí.

Las especies que más han sido recolectadas y que al parecer son las de mayor distribución en las sierras inferiores (Cuadro 4) son *E. compacta* y *E. aspera*. De *E. compacta* se localizaron 27 recolectas en diez de las 22 UG que tienen alguna especie de *Ephedra*; para esta especie las UG más importantes por el número de recolectas registradas son Cerro de San Pedro (cinco recolectas), San Luis Potosí y San José de los Guajes (cuatro en cada UG). De *E. aspera* se localizaron 25 recolectas en once de las 22 UG que tienen alguna especie de *Ephedra*; en este caso las UG más importantes son

Enrique Estrada y San José de los Guajes (cinco recolectas en cada UG), Estación Vanegas y San Luis Potosí (cuatro en cada una).

Las especies menos recolectadas en las sierras inferiores fueron *E. antisiphilitica* y *E. pedunculata* (Cuadro 4). De la primera se registraron 19 recolectas realizadas en 12 UG de esta región; para esta especie, las UG más importantes son Matehuala (cuatro recolectas) y Enrique Estrada (tres recolectas). Al parecer, *E. pedunculata* en el altiplano potosino, es exclusiva de las sierras inferiores, pues las 16 recolectas son de esta región, las UG más importantes son San Luis Potosí (cuatro recolectas) y Núñez (tres).

5.3.2 Distribución de *Ephedra* en el región fisiográfica valles y lomeríos boreo-centrales

La región fisiográfica valles y lomeríos boreo-centrales fue subdividida en 53 UG, pero sólo se localizaron 21 recolectas de *Ephedra* en siete UG. Las UG más importantes por el número de recolectas localizadas fueron San Francisco (cinco recolectas, tres de *E. aspera* y dos de *E. compacta*), sierra el Bozal (se registraron cuatro recolectas, dos de *E. aspera* y dos de *E. antisiphilitica*), La Herradura (tres recolectas, dos de *E. aspera* y una de *E. compacta*) y la UG Juan Sarabia (se registraron dos especímenes de *E. antisiphilitica* y uno de *E. compacta*). La UG Santo Domingo es muy importante, pues es el único lugar del altiplano potosino donde, al parecer, existen poblaciones de *E. trifurca*; de esta especie se han realizado sólo tres recolectas. Pero, paradójicamente, sólo de esta especie se encontró una población abundante (38 individuos/400 m²) en el altiplano potosino, a 2 km al este de la Villa de Santo Domingo, en un lugar que se usa como basurero clandestino.

Así, las especie más recolectadas en los valles y lomeríos boreo-centrales son *E. compacta* y *E. aspera*, con ocho recolectas cada una. Para *E. compacta* las UG más importantes son San Francisco, Socorro de Dios y sierra el Bozal, pues en cada una de ellas se registraron dos recolectas); para *E. aspera* las UG importantes son San Francisco (tres recolectas), La Herradura y sierra El Bozal (en ambas se obtuvieron dos recolectas). La especie ausente en esta región es *E. pedunculata*.

5.3.3 Distribución geográfica de *Ephedra* en la región fisiográfica campo volcánico meridional

El campo volcánico meridional fue subdividido en 11 UG, pero sólo en tres de ellas se registraron cuatro recolectas de *E. compacta*: dos en la UG Pinos, una recolecta en la UG La Pendencia y otra en la UG La Parada. La pobreza de especies de efedra en esta región la confirman McVaugh (1992) y Rzedowski y McVaugh (1972) quienes para el noreste (municipios de Ojuelos, Jal y Asientos, Ags., adyacentes al campo volcánico meridional) de lo que los autores denominan Nueva Galicia, sólo registraron a *E. compacta*. Además, según Charcas S., *et al.* (1988) y Flores F. (1985), en la región predominan los sustratos ígenos y los matorrales crasicuales, que son los sustratos y los tipos de vegetación menos favorables para el desarrollo de las efedras.

5.4 Distribución ecológica de *Ephedra* en el altiplano potosino

5.4.1 Distribución altitudinal

La distribución altitudinal del género *Ephedra* en el altiplano potosino (Apéndice 3) es desde los 1115 m en la UG sierra La Noria, hasta los 2850 m en la UG sierra Catorce. La especie que se encuentra en la mayor parte de esa amplitud es *E. compacta* (aunque no se han registrado recolectas entre los 1250-1500 ni en altitudes mayores de 2750); en contraste, *E. trifurca* es la especie más restringida altitudinalmente, pues sólo se ha registrado entre los 1750 y 2000 m.

El intervalo 1500-2250 m es muy importante, pues en él se localizó el 84.82 % de las recolectas de las distintas especies de *Ephedra*. La razón de esta distribución se explica por el hecho de que en esa amplitud se encuentra la altitud promedio de los valles que conforman el altiplano potosino (Puente M., 1995; Rzedowski, 1965). El resto de las recolectas se distribuyen entre los 1000-1500 (8.03%) y los 2250-2850 (7.15%), aunque ninguna especie se registró en el intervalo de 2500-2750.

Para *E. aspera* las amplitudes extremas son 1500 m (UG Cerritos) y 2450 m (UG Estación Vanegas). De las 34 recolectas registradas de esta especie, una recolecta se realizó a los 1500, ocho en el intervalo de 1501-1750 m, diez entre los 1751-2000 m, trece entre 2001-2250 m y sólo dos recolectas en los 2251-2500 m. Así, el 91.7 % de las recolectas de *E. aspera* se localizó entre los 1500 y 2250 m.

E. antisiphilitica tiene una distribución parecida a *E. aspera*, aunque sus límites son ligeramente menores, el inferior está en los 1400 m (UG Villa de Guadalupe) y el superior en los 2140 m (UG San José de los Guajes). Dos de las 21 recolectas de esta especie se realizaron entre 1250-1500 m, siete entre 1501-1750 m, otras siete entre 1751-2000 m y cinco entre los 2001-2250 m. También en el intervalo 1500-2250 m se localizó el 90.47 % de las recolectas de esta especie.

E. compacta es la especie con mayor distribución altitudinal, pues se localizaron cuatro recolectas en el intervalo de 1000-1250 m, dos en el de 1501-1750 m, 13 en el de 1751-2000 m, 13 en el 2001-2250 m, tres en el de 2251-2500 m y tres en los 2751-3000 m. Los intervalos sin recolectas registradas de *E. compacta* son 1250-1500 y 2501-2750. El 76.31 % de las recolectas están registradas en el intervalo de 1750-2500.

Los extremos de la distribución altitudinal de *E. pedunculata* es de los 1250 m (UG Matehuala) a los 1850 m (UG San Luis Potosí). De esta especie se localizó una entre los 1000-1250, otra en el intervalo 1251-1500 m, ocho entre los 1501-1750 m, y seis entre los 1751-2000 m.

Las tres recolectas de *E. trifurca* se realizaron entre los 1980 y 2000 m, en localidades de la UG Santo Domingo.

5.4.2 Sustrato geológico

Para los tipos de sustratos sobre los que se localizaron las especies de *Ephedra*, sólo se consideró la litología superficial ígnea o sedimentaria.

La mayor parte de las efedras (78 recolectas) se localizaron en sustrato sedimentario, contra 26 en sustrato ígneo (Apéndice 3). La única especie ausente sobre roca ígnea fue *E. trifurca*; la más frecuente en este sustrato fue *E. aspera* (12 recolectas), y siguieron en importancia *E. compacta* y *E. antisiphilitica* (nueve recolectas cada una) y *E. pedunculata* (cuatro recolectas). En sustrato sedimentario la especie más frecuente fue *E. compacta* (29 recolectas), seguida en importancia por *E. aspera* (22 recolectas), *E. antisiphilitica* y *E. trifurca* (12 recolectas cada una).

E. aspera es una especie de ambientes con sustrato principalmente sedimentario (18 recolectas); sin embargo esta especie se localizó también en ambientes con sustrato ígneo (cinco). *E. compacta* comparte la frecuencia de la especie anterior, pues existieron más registros (14) en sitios con sustrato sedimentario, que sobre ígneo (siete); y de la misma forma, *E. pedunculata* se recolectó más sobre rocas sedimentarias (ocho recolectas) y en menor proporción sobre las ígneas (cinco). Al parecer, *E. antisiphilitica* se distribuye indistintamente en ambos tipos de roca (en los dos tipos se registraron nueve recolectas). Las tres recolectas de *E. trifurca* se localizaron en sustratos sedimentarios.

5.4.3 Climas

5.4.3.1 Tipos de clima

El tipo de clima de donde se recolectó el 41.96 % (47 recolectas) de los especímenes de *Ephedra* fue del seco (BS₀), 28.57 % (32 recolectas) del semiseco BS₁, y del clima muy seco (BW) se obtuvo el 6.25 %. (Apéndice 3). Así, en el clima B, característico de las zonas áridas y semiáridas, se obtuvo el 76.78 % de las recolectas.

Del resto de las recolectas, 13.39 % se encontró en sitios templados con verano fresco (Cb), y el 9.83 % restante en el templado semicálido (A)Ca.

En el clima BS₀ las especies con mayor número de recolectas fueron *E. compacta* y *E. aspera* con 19 y 14 respectivamente; de *E. antisiphilitica* se registraron ocho recolectas en este tipo de clima y de *E. pedunculata* seis recolectas. En el subtipo BS₁ la especie más abundante fue *E. aspera*, con 13 recolectas; le siguieron en importancia *E. compacta* con ocho, *E. antisiphilitica* con siete y *E. pedunculata* con cuatro. Notablemente *E. trifurca* no se registró en ningún subtipo del clima BS. En el clima BW la especie mejor representada fue *E. compacta* (con cuatro recolectas); las otras dos especies fueron *E. pedunculata* (con dos recolectas) y *E. antisiphilitica* (con una recolecta). En el clima Cb (UG San Francisco, Juan Sarabia, Santo Domingo, sierra el Bozal y Socorro de Dios), se registraron siete recolectas de *E. compacta*, tres de *E. aspera*, otras tres de *E. trifurca* y dos de *E. antisiphilitica*. La especie ausente en este tipo de clima fue *E. pedunculata*. Mientras que en el clima (A)Ca (UG Charco Cercado, Núñez, Cerritos y San José de los Guajes), se registraron cuatro recolectas de *E. aspera*, cuatro de *E. pedunculata* y tres recolectas de *E. antisiphilitica*. En este clima no se registraron *E. compacta* ni *E. trifurca*.

Ephedra aspera se distribuye principalmente en los tipos BS₀ (14 recolectas) y BS₁ (13 recolectas), pero también se ha registrado en el (A)Ca (cuatro recolectas) y en el Cb (tres recolecta) y no hay registro de recolectas para clima BW. Por su parte, de *E. compacta* se tienen registradas 19 recolectas en el clima BS₀ y ocho en el BS₁, siete en el Cb y cuatro recolectas en el clima BW; aparentemente esta especie está ausente en el clima (A)Ca. *E. antisiphilitica* es la única especie que se registró en todos los tipos de climas; la mayor parte de sus recolectas (ocho) en el clima BS₀, siete en el BS₁, tres en el clima (A)Ca, dos en el Cb y una en el clima BW. De *E. pedunculata* se registraron seis recolectas en el clima BS₀, cuatro en el BS₁, cuatro en el (A)Ca y dos en el clima BW:

esta especie no se localizó en el clima Cb. En contraste, las únicas tres recolectas de *E. trifurca*, se realizaron en clima Cb. Así, a pesar de que la mayor parte de las especies se localizan en el clima BS, no son exclusivas de este tipo de clima. La única exclusividad registrada fue la de *E. trifurca* para el clima Cb.

La mayor presencia de poblaciones de *Ephedra* en localidades con clima semiseco, seco y muy seco, confirman que el ambiente propio para el género *Ephedra* son las zonas áridas y semiáridas. En efecto, las especies de efedra comparten las características adaptativas para vivir en este ambiente y que Heathcote (1983) las describe como plantas perennes, de forma arbustiva, siempre verdes, sin hojas o cuando tienen, son micrófilas, con tallos verdes con actividad fotosintética, en las que seguramente la tasa fotosintética es baja, pero constante, incluso en épocas en las que el agua es escasa.

5.4.3.2 Temperatura media anual (°C)

Las temperaturas medias anuales extremas de las localidades en las que se localiza *Ephedra* en el altiplano potosino son 16°C (en las UG San José de Punteros, La Herradura, Pinos y La Pendencia) y 22 °C (en las UG San José de los Guajes, Matehuala y Villa de Guadalupe) (Apéndice 3). En el intervalo 16-18°C se registró la mayor cantidad de recolectas (66 recolectas); en este intervalo las especies con más recolectas fueron *E. aspera* (27 recolectas) y *E. compacta* (24) y las menos recolectadas fueron *E. pedunculata* y *E. antisiphilitica* (ocho y siete, respectivamente). La especie ausente en estas condiciones fue *E. trifurca*. En las localidades con intervalo 18.1-20°C se recolectaron todas las especies, aunque la más frecuente fue *E. antisiphilitica* (13 recolectas); de *E. compacta*, *E. aspera*, y *E. pedunculata* se registraron nueve, siete, y seis recolectas, respectivamente, y en este intervalo se obtuvieron las tres únicas recolectas de *E. trifurca*.

Ephedra aspera y *E. compacta* se encuentran preferentemente en los sitios con temperatura media anual entre los 16 y 18°C, ya que en ese intervalo se registraron 27 y 24 recolectas respectivamente, y sólo siete y nueve recolectas entre 18.1 y 20°C. En la amplitud 20.1-22°C no se registraron recolectas de *E. aspera* y sólo cinco de *E. compacta*. En contraste, *E. antisiphilitica* se localiza principalmente en los sitios con temperatura media anual 18.1 a 20°C, pues ahí se encontraron 13 recolectas, y sólo siete entre los 16-18°C, y una sola entre los 20 y 22°C. De *E. pedunculata* se registraron ocho recolectas entre 16 y 18°C, seis entre 18.1 y 20°C y dos entre 20.1 y 22°C. Las tres recolectas de *E. trifurca* se localizaron en el intervalo de 18.1-20°C.

5.4.3.3 Precipitación

Las características óptimas de los ambientes semisecos y secos para el desarrollo del género se ratifica por que la mayor parte de las recolectas (81.25 %) de *Ephedra* en el altiplano potosino se registraron en sitios con precipitación de 301 a 600 mm anuales y un menor porcentaje (8.03 %) en sitios con una precipitación de 200 a 300 mm anuales (Apéndice 3). En contraste, sólo se registró una recolecta (0.89 %) en la amplitud 601 a 700 mm y once (9.82 % de las recolectas) en la de 701 a 800 mm de precipitación anual.

Ninguna de las especies se localizó en toda la amplitud de precipitaciones. *Ephedra antisiphilitica* y *E. aspera* son las de mayor distribución al respecto, pues de la primera sólo faltan recolectas para el intervalo 200 a 300 mm; nueve de sus recolectas están entre los 301 a 400 mm, seis entre 401 a 500, dos en 501 a 600, una en 601 a 700 y tres en 701 a 800. La mayor parte (18) de las recolectas de *E. aspera* se encuentran entre 301 a 400 mm; una recolecta se localizó en la amplitud 201 a 300 mm, ocho entre 401 y 500, tres entre 501 y 600, cuatro en 701 a 800 mm y no se localizó ninguna entre 601 y 700

mm. *E. compacta* parece ser la especie mejor adaptada a los ambientes más secos, pues su distribución está restringida a la amplitud 200 a 600 mm; de esta especie, se registraron cuatro recolectas entre 200 a 300 mm, 19 entre 301 a 400 mm, siete de 401 a 500 y ocho entre los 501-600 mm, y no se localizó en las zonas con mayor precipitación (amplitud de 601 a 800 mm). Si bien la mayor parte (seis recolectas) de *E. pedunculata* se localizó en la amplitud de 301 a 400 mm y 401 a 500 (dos recolectas), también se presentó con cuatro recolectas en 200 a 300 mm y cuatro en 701-800. Las únicas tres recolectas de *E. trifurca* se localizaron en sitios con una precipitación de 501 a 600 mm anuales.

5.4.4 Tipos de vegetación

El 91.07 % de las recolectas de las especies de *Ephedra* se realizaron en el matorral xerófilo, el resto fue en el zacatal (Apéndice 3). Lo anterior confirma al género como un elemento florístico de la región que Rzedowski (1978) denomina como xerofítica mexicana, que incluye las zonas áridas y semiáridas del norte y del sur de México, región en donde predomina el matorral xerófilo.

De los subtipos del matorral xerófilo, en el matorral desértico micrófilo se registró el 60.7 % (68 recolectas) del total de las efedras, y de hecho, es el único tipo de vegetación en el que todas las especies de efedra están representadas; le siguieron en importancia el matorral desértico rosetófilo con el 29.46 % (33) y el zacatal con 8.92 % (diez) de las recolectas. Del matorral crasicaule sólo se localizó una recolecta (0.89 %).

Ephedra aspera es una especie exclusiva de los matorrales desérticos micrófilo (con 21 registros) y rosetófilo (con 13 registros), incluso es la única especie de *Ephedra* que en los trabajos del Dr. Rzedowski (1957, 1965) se menciona como una de las

especies dominantes fisonómicas del matorral micrófilo. Otra especie semejante en este respecto es *E. pedunculata*, pues sólo se registró en los mismos dos tipos de vegetación (12 registros en el matorral desértico micrófilo y cuatro en el rosetófilo). *E. compacta* fue la única especie que se localizó en los cuatro tipos de vegetación, aunque fue más frecuente en el matorral desértico micrófilo (25 registros); en los otros tipos de vegetación se registraron ocho recolectas en el rosetófilo, cinco en el zacatal y una sola en el matorral crasicaule, de hecho fue la única especie en este último tipo de vegetación. En forma semejante se distribuyó *E. antisiphilitica*, con diez registros en el matorral desértico micrófilo, ocho en el rosetófilo y tres en el zacatal. De las tres recolectas de *E. trifurca*, dos se localizaron en el zacatal y una en el matorral desértico micrófilo.

5.5 Distribución de las especies de *Ephedra* en San Luis Potosí

A manera de recapitulación, la distribución general de las especies de *Ephedra* en el altiplano potosino fue la siguiente: la especie *E. aspera* se distribuye dentro de la región de las sierras inferiores, en las UG Estación Vanegas, San José de los Guajes, Enrique Estrada y San Luis Potosí; entre los 1500 y 2250 m de altitud; principalmente en sitios con sustrato rocoso sedimentario, con una cubierta vegetal de matorral micrófilo, clima BS₀ o BS₁, temperatura media anual entre 16 a 18°C y precipitación de 300 a 400 mm anuales.

Ephedra antisiphilitica se distribuye dentro de las sierras inferiores, en las UG Matehuala y Enrique Estrada; entre los 1500 y 2250 m de altitud; tanto en sitios con sustrato rocoso sedimentario como ígneo, y con matorral desértico micrófilo o rosetófilo, clima BS₀ o BS₁, una temperatura media anual de 16 a 18°C y una precipitación de 300 a 400 mm.

Ephedra compacta es una especie de las sierras inferiores del altiplano potosino, específicamente de las UG San José de los Guajes, Cerro de San Pedro y San Luis

Potosí; entre los 1750 y 2250 m snm. Aunque esta especie se ha recolectado más sobre sustratos sedimentarios con matorral micrófilo, fue la única que se localizó en matorral crasicaule (sustrato ígneo); el tipo de clima en el que principalmente se distribuye es el BS₀, con una temperatura media anual de 16 a 18°C y precipitación de 200 a 600 mm anuales.

Ephedra pedunculata se localizó exclusivamente en las sierras inferiores, concretamente en las UG Núñez y San Luis Potosí, a una altitud entre 1500 y 1700 m; la especie se distribuye en sitios con sustrato rocoso sedimentario, con matorral micrófilo, con un clima BS₀, con una temperatura media anual de 16-18°C y 300 a 400 mm anuales.

Ephedra trifurca es una especie exclusiva de los valles y lomeríos boreo-centrales, en la UG Santo Domingo, a una altitud entre 1980 y 2000 m, sobre sustrato sedimentario y cubierta de zacatal. El clima correspondiente es Cb, con temperatura media anual de 18 a 20°C y 500 a 600 mm de precipitación.

Como se comentó en los acápites correspondientes, en el altiplano potosino las especies de efedra se distribuyen de forma semejante a su distribución nacional; esto es, que así como en México *E. compacta* y *E. aspera* son las especies más ampliamente distribuidas, lo mismo sucede en San Luis Potosí. En cuanto a las características ambientales asociadas con su distribución ecológica, los resultados de la presente memoria de tesis confirman que el ambiente propio para el género *Ephedra* son las zonas áridas y semiáridas. La relación estrecha del género con los ambientes semisecos y secos se ratifica cuando el 91.07 % de las recolectas de las especies de *Ephedra* se realizaron en el matorral xerófilo.

6. Conclusiones

En el altiplano potosino el género *Ephedra* está representado con las especies: *E. antisiphilitica*, *E. aspera*, *E. compacta*, *E. pedunculata* y *E. trifurca*.

El género se distribuye en todo el altiplano potosino, desde el sur, en los 22° 02' LN, hasta el norte, en los 24°13' LN y desde el este, en los 100° 15' LO, hasta el oeste, en los 101° 45' LO.

En ninguna de las tres regiones fisiográficas del altiplano potosino se localizaron las cinco especies de *Ephedra*. En las sierras inferiores *E. trifurca* no se ha registrado; en valles y lomeríos boreo-centrales *E. pedunculata* posiblemente no exista; y en el campo volcánico meridional sólo se ha recolectado *E. compacta*.

Por número de recolectas realizadas, destacaron las sierras inferiores (87 registros, el 77.67 % del total de los especímenes para este estudio), que contrastan con valles y lomeríos boreo-centrales (21) y el campo volcánico meridional (sólo cuatro recolectas).

Las especies más ampliamente distribuidas en el altiplano potosino son *E. compacta* y *E. aspera*.

La UG Santo Domingo, de la región valles y lomeríos boreo-centrales, es el único lugar del altiplano potosino donde al parecer existen poblaciones de *E. trifurca*

La distribución altitudinal del género *Ephedra* en el altiplano potosino es desde los 1115 m, hasta los 2850 m. En el intervalo 1500-2250 m se localizó el 84.82 % de las recolectas de las distintas especies de *Ephedra*. La especie que se encuentra en la mayor parte de esa amplitud es *E. compacta*, en contraste, *E. trifurca* es la especie más restringida altitudinalmente, pues sólo se ha registrado entre los 1980 y 2000 m.

En el clima tipo B se registró el 76.78 % de las recolectas (41.96 % en el seco BS₀, 28.57 % en el semiseco BS₁ y 6.25 % en el BW).

En zonas con el intervalo de temperatura media anual 16° a 18°C, se registró la mayor cantidad de recolectas de *Ephedra* (58.92 %).

La mayor parte de las recolectas (81.25 %) de *Ephedra* en el altiplano potosino se registraron en sitios con una precipitación de 300 a 600 mm anuales.

El 91.07 % de las recolectas de las especies de *Ephedra* se realizaron en el matorral xerófilo; en el matorral desértico micrófilo se registró el 60.7 % del total de las efedras, y fue el único tipo de vegetación donde están representadas todas las especies de efedra.

Todo lo anterior confirma, en el estado de San Luis Potosí, al género *Ephedra* como un elemento florístico de la región que Rzedowski (1978) denomina como xerofítica mexicana.

LITERATURA CITADA

- Aguirre R., J. R. 1970. Estudio sobre el cardenche (*Opuntia imbricata* (Haw.) DC.) en la región ganadera del noreste del estado de San Luis Potosí. Tesis profesional. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, Méx. 75 p.
- Aguirre R., J. R.; E. García M.; B. Figueroa S. 1982. Los sistemas agrícolas del altiplano potosino-zacatecano. Documento de trabajo Núm. 5. Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas, Colegio de Postgraduados. Salinas de Hidalgo, S.L.P. México. 26 p.
- Aldrete M., E. 1981. Estudio ecológico de los agostaderos del noreste del estado de Zacatecas. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 285 p.
- Altschul, S. V. R.. 1977. La investigación de herbario. *Investigación y Ciencia*. 10:70-80.
- Anónimo. 1987. Plantas medicinales. Selecciones del Reader's Digest. México. D.F. 430 p.
- Anónimo. 1992. Diccionario de la lengua española. Real Academia Española. 21^a Ed. Madrid, España. 2133 p.
- Argueta V., A. 1994. Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana. Tomo II. Secretaría de Desarrollo Social e Instituto Nacional Indigenista. México, D.F. 455 p.
- Becerra M., N. 1971. Comportamiento de ovinos en pastoreo en vegetación árida del noreste de San Luis Potosí. Tesis profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Méx. 59 p.

Benson, L.; R. A. Darrow. 1981. Trees and shrubs of the southwestern desert. 3rd Ed.
The University of Arizona Press. Tucson, Arizona. USA. 416 p.

Billings, W.D. 1968. Las plantas y el ecosistema. Herrero. México, D.F. 168 p.

Bye, R. 1979. An 1878 ethnobotanical collection from San Luis Potosí. Dr. Edward
Palmer's first major collection. Economic Botany. 33:135-162.

Cabrera, L. 1984. Diccionario de aztequismos. 5^a Ed. Oasis. México, D.F. 166 p.

Calderón de R., G. 1960. Notas sobre la flora y vegetación del estado de San Luis Potosí.
VII. Vegetación del valle de San Luis Potosí. Acta Científica Potosina. 4:5-12.

Castleman, M. 1996. Hierbas curativas. 4^a Ed. Diana. México, D.F. 559 p.

Charcas S., H.; J.L. Flores F.; J. Fortanelli M.; J.A. Reyes A.; M. Fernández R.; E.
Mellink B.; L.E. Lugo B.; H. García E. 1988. Propuesta teórico-metodológica
para el desarrollo de las actividades del CREZAS-CP. Colegio de Postgraduados.
Salinas de Hgo., S.L.P. 64 p.

Correll, D.S.; M. C. Johnston. 1970. Manual of the vascular plants of Texas. Texas
Research Foundation. Renner, Texas. USA. 1881p.

Dávila A., P.; J.L. Villaseñor R.; R. Medina L.; A. Ramírez R.; A. Salinas T.; J.
Sánchez-Ken.; P. Tenorio L. 1993. Listados florísticos de México. X. Flora del
Valle de Teñacán-Cuicatlán. Instituto de Biología. Universidad Nacional
Autónoma de México. México, D.F. 195 p.

Flores F., J.L. 1985. Evaluación de tierras en el área de estudios del CREZAS-CP. Tesis
profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 407 p.

- Font Quer, P. 1962. Plantas medicinales. Labor. Barcelona, España. 1027 p.
- González C; V. 1993. La expedición científica de Malaspina en Nueva España. El Colegio de México. México, D.F. 528 p.
- González de C., M. 1984. Especies vegetales de importancia económica en México. Porrúa. México. 305 p.
- González E, M.; S. González E.; A. Herrera. 1991. Listados florísticos de México. IX. Flora de Durango. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 167 p.
- Heathcote, R.L. 1983. The arid lands: their use and abuse. Longman. London, England. 323 p.
- Hill, A.F. 1965. Botánica económica. Omega. Barcelona, España. 616 p.
- Islas, E. L. 1961. Diccionario rural de México. COMAVAL. México, D.F. 282 p.
- Juárez P., M.A.; J.A. Reyes A.; J.A. Andrade A. 1996. Flora útil de tres tipos de matorral en el altiplano potosino-zacatecano, México. Geografía Agrícola. 22-23: 22-37.
- Kearney, T. H.; R.H. Peebles. 1964. Arizona flora. University of California. Berkeley, California. USA. 1085 p.
- Lawrence, H.M. 1951. Taxonomy of vascular plants. Macmillan. New York, USA. 823 p.

- León de la L., J.L.; R. del C. Coria B.; J. Cansino. 1995. Reserva de la biosfera El Vizcaino, Baja California Sur. Universidad Nacional Autónoma de México. México 29 p.
- Lommasson, F.; B. C. Park. 1937. Range plant handbook. Forest Service, USDA. Washington. D.C. USA. (s.n.p.).
- Major, J. 1951. A functional, factorial, approach to plant ecology. *Ecology*. 32(3): 392-412
- Martin, W.C.; C. R. Hutchinson. 1980. A flora of New México. J. Cramer. Vaduz, Germany. 2591 p.
- Martínez A., J.V. 1995. Fitogeografía de los taxones silvestres de *Phaseolus* en México y Guatemala. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 226 p.
- Martínez, M. 1959. Las plantas medicinales de México. Botas. México, D.F. 656 p.
- Martínez, M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México. D.F. 1072 p.
- McVaugh, R. 1992. Flora Novo-Galiciana. Gymnosperms and Pteridophytes. University of Michigan Press. Ann Arbor, Michigan. USA. 467 p.
- Passini, M-F. 1982. Les forêts de *Pinus cembroides* au Mexique. Mission Archéologique et Ethnologique Française au Mexique. Paris, Francia. 373 p.
- Passini, M-F. 1994. Florística de los piñoneros en México. Université Pierre et Marie Curie. Paris, Francia. 98 p.

- Peterson, R.L.; J. Vermeer. 1980. Root apex structure in *Ephedra monosperma* and *Ephedra chilensis* (Ephedraceae). Amer. J. Bot. 67(5):815-823.
- Puente M., R. 1995. Distribución ecológica de género *Opuntia* en la zona árida de San Luis Potosí. Acta Científica Potosina. 8(2):55-68.
- Ramos A., C.H. 1972. La vegetación de la zona árida veracruzana. An. Inst. Biol. . Ser. Botánica (1): 77-100
- Reyes A., J.A.; F. González M.; J.D. García P. 1996. Flora vascular de la sierra Monte Grande, municipio de Charcas, San Luis Potosí, México. Bol. Soc. Bot. Méx. 58:31-42.
- Reyes A., J.A.; J.R. Aguirre R. (en prensa). Fitogeografía de la Sierra de Monte Grande, Charcas, San Luis Potosí, México. Caldasia.
- Ruiz de E. U., R. 1988. Lista de especies vasculares. En: C. Montaña (Ed.). Estudio integrado de los recursos, vegetación, suelo y agua en la reserva de la Biosfera de Mapimí. Instituto de Ecología. México, D.F. pp. 225-239
- Rzedowski, J. 1956. Notas sobre la flora y la vegetación del estado de San Luis Potosí. IV. Vegetación de la región de Guadalcázar. Anales del Instituto de Biología, México. 27:169-228.
- Rzedowski, J. 1957. Vegetación de las partes áridas de los estados de San Luis Potosí y Zacatecas. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural 23(1-4): 49-101
- Rzedowski, J. 1965. Vegetación del estado de San Luis Potosí. Acta Científica Potosina. 6 (1-2): 1-291

- Rzedowski J. 1968. Las principales zonas áridas de México y su vegetación. *Bios* 1:4-24
- Rzedowski, J.; R. McVaugh. 1972. Nota sobre la flora del NE del estado de Aguascalientes. (México). *An. Esc. Nac. Cien. Biol. (Méx.)* 19:41-43.
- Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. Limusa. México, D.F. 431p.
- Rzedowski, J.; M. Equihua. 1987. Atlas cultural de México. Flora. INAH, SEP y Planeta . México, D.F. 230 p.
- Santamaría, F.J. 1992. Diccionario de mejicanismos. 5^a ed. Porrúa. Mejioco, D.F. 1207p.
- Shreve, F.; I.L. Wiggins. 1964 Vegetation and flora of the Sonoran Desert. Stanford University Press. Stanford, California. USA. 1740 p.
- Standley, P. C. 1924. Trees and shrubs of Mexico. *Cont. US Nat. Herb.* 23 (1): 848 p.
- Strasburger, E.; F. Noll; H. Schenck; A.F. W. Schimper. 1983. Tratado de botánica. 7^a. Ed. Marín. Barcelona, España. 1098p.
- Stubbendieck, J.; A.L. Hatch; K.L. Hirsch. 1986. North American range plants. 3rd. Ed. University of Nebraska Press. Lincoln, Nebraska. USA. 465p.
- Takhtajan, A. 1986. Floristic regions of the world. University of California Press. Great Britain. 125p.
- Tamayo, J.L. 1980. Geografía moderna de México. 9^a Ed. Trillas. México. D.F. 400 p.

Trease, J.E.; W.C Evans. 1984. Tratado de farmacognosia. Interamericana. México, D.F. 814 p.

Valdés, J.; H. Flores. 1986. Las gimnospermas de la flora halófila y gipsófila de México. An. Inst. Biol. (Ser. Botánica) 576:45-48.

Villarreal Q., J.A. 1994. Vegetación y flora de la sierra de la Paila. Sida 16:109-138.

Willis, J.C. 1973. A dictionary of the flowering plants and ferns. 8th Ed. Cambridge University Press. Cambridge, Great Britain. 1245 p.

Wiggins, I.L. 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press. Stanford, Cal. USA. 1025 p.

Young, J.A.; C.G. Young. 1986. Collecting, processing and, germinating seeds of wild plants. Timber. Portland, Oregon. USA. 326 p.

Young, J.A.; C.G. Young. 1992. Seeds of woody plants in North America. Diacorides. Portland, Oregon. USA. 497p.

Apéndices

Apéndice 1

Recolectores y los números de recolecta de los especímenes útiles de *Ephedra* L. El orden es por regiones fisiográficas del altiplano potosino. Los especímenes revisados están ordenados alfabéticamente por el apellido del recolector y el número de recolecta o s/n cuando no tenía. Entre parentésis se indica el acrónimo del herbario en el cual se revisó el espécimen y el número de registro cuando lo hubo.

Campo volcánico meridional:

E. compacta

A. Gómez 734 (SLPM 07639), A. Gómez 735 (SLPM 08514), F. Gómez 715 (SLPM 20414), S. Salas 585 (SLPM 19865).

Sierras inferiores:

E. antisyphilitica

R. Aguirre s/n (CHAPA), J. Ballín 535 (SLPM 17481), A. Gómez 643 (SLPM 08916), A. Gómez 743 (INEGI 10775), A. Gómez 810 (SLPM 11368), A. Gómez 830 (SLPM 11354), A. Gómez 922 (SLPM 08878), A. Gómez 934 (SLPM 11786), F. García 1002 (CHAPA), F. Medellín s/n (SLPM 09794), F. Medellín 861 (SLPM 07637), F. Medellín 1136 (SLPM 2868), C. Méndez 34 (SLPM 25312), J. Rzedowski 7539 (ENCB), J.

Rzedowski 9170 (ENCB), J. Rzedowski 6740 (SLPM 001076), S. Villegas s/n (CREZAS), S. Villegas y E. García s/n (CHAPA).

E. aspera

N. Barragán 2 (SLPM 2476), C. Díaz 3717 (CHAPA 16342), S. Fuentes s/n (MEXU 50267), E. García s/n (CREZAS), E. García s/n (CHAPA 17902), A. Gómez s/n (INEGI 10843), A. Gómez 948 (INEGI 07542), A. Gómez 949 (SLPM 07645), P. Hiriart 490 (MEXU 503427), C. Lundell 5165 (MEXU 53125), J. Maldonado s/n (INEGI 7345), J. Marroquín s/n (INIF 11544), F. Medellín 948 (SLPM 07642), F. Medellín 1152 (SLPM 07776), C. Méndez s/n (SLPM), C. Méndez s/n (SLPM), S. Villegas s/n (CREZAS), J. Rzedowski 5134 (INEGI 272), J. Rzedowski 6590 (CHAPA 9437), J. Rzedowski 6591 (CHAPA 9437), S. Salas 501 (SLPM 18885).

E. compacta

A. Gómez s/n (SLPM 10081), A. Gómez 165 (SLPM 07590), A. Gómez 734 (INEGI 7639), B. Juárez s/n (SLPM 22256), F. Medellín s/n (SLPM 07637), F. Medellín 1378 (SLPM 07579), L. Paray 2602 (ENCB 34328), A. Rivera 102 (ENCB 32277), J. Rzedowski 7285 (ENCB 26428), J. Rzedowski 8221 (SLPM 001744), S. Salas s/n (SLPM 22083), S. Salas s/n (SLPM 25606), S. Salas 404 (SLPM 19734), J. Villa s/n (SLPM 07615), J. Villa s/n (SLPM 08917).

E. pedunculata

E. García s/n (CREZAS), E. García s/n (CHAPA 14261), A. Gómez s/n (SLPM 11405), R. McVaugh 18203 (MEXU 559788), F. Medellín (SLPM 2838), J. Rzedowski 106

(SLPM 1338), J. Rzedowski 3304 (SLPM 001118), F. Takaki s/n (SLPM 11114), J. Valdez s/n (SLPM 103177), S. Villegas s/n (CREZAS), J. Villa s/n (SLPM 07618), J. Villatana s/n (SLPM 15492).

Valles y lomeríos boreo-centrales:

E. antisyphilitica

R. Banda s/n (MEXU 218307), R. Banda 36 (CHAPA 14224).

E. aspera

A. Gómez 650 (SLPM 08733), A. Gómez 764 (SLPM 08879).

E. compacta

A. Gómez 165 (SLPM 07590), A. Gómez 166 (SLPM 08003), A. Gómez 659 (SLPM 08886), A. Gómez 764 (ENCB 8829).

E. trifurca

A. Gómez 746 (SLPM 08516), A. Gómez 747 (SLPM 08872).

Apéndice 2. Unidades geográficas en las que se dividió el altiplano potosino

1. Valles y lomeríos Boreo-Centrales

Número	Nombre	Número	Nombre
1.01	Sierra El Mastrante	1.27	Cerro la Cardona
1.02	Sierra El Durazno	1.28	Juan Sarabia
1.03	Providencia	1.29	San Nicolás
1.04	Arroyo Las Trancas	1.30	Socorro de Dios
1.05	Picacho Las Hendiduras	1.31	Santo Domingo
1.06	Picacho El Carmen	1.32	La Herradura
1.07	Sierra El Pelón	1.33	Sierra el Sabino
1.08	Salinas	1.34	Rucio segundo
1.09	San José de Punteros	1.35	Arroyo Santa Rosa
1.10	Tolosa	1.36	Benito Juárez
1.11	El Tapado	1.37	Arroyo Las Burras
1.12	Las Cabras	1.38	La Mancha
1.13	El Arbolito	1.39	La Rusia
1.14	Reforma	1.40	El Salado
1.15	La Mesilla	1.41	Huarache
1.16	Zaragoza	1.42	Trueno
1.17	Pozo Blanco	1.43	Obscuro
1.18	Arroyo La Hediondilla	1.44	Arroyo El Orégano
1.19	Peñitas Moradas	1.45	Sierra El Bozal
1.20	El Cardonal	1.46	Cerro La Calera
1.21	El Pato	1.47	Cerro El Cabrero
1.22	Lagunillas	1.48	Cerro El Cobo
1.23	Santa Lucía	1.49	Sierra Sarteneja
1.24	La Dulcita	1.50	Puerto Madera
1.25	Santa María	1.51	San Rafael
1.26	San Francisco	1.52	Sierra Cerros del Aire

Apéndice 2. (continuación)

- 1.53 Mesa Palmas
1.54 Cerro El Llorón

2. Sierras Inferiores

Número	Nombre	Número	Nombre
2.01	San Luis Potosí	2.24	San Bartolo
2.02	Soledad de Graciano Sánchez	2.25	Los Amoles
2.03	La Melada	2.26	Milpitas
2.04	Bocas	2.27	Cerritos
2.05	Enrique Estrada	2.28	Sierra Las Paradas
2.06	Cerro el Divisadero	2.29	Sierra El Rincón
2.07	El Ojito	2.30	Sierra San Pedro
2.08	Villa de Zaragoza	2.31	San Rafael de Mitos
2.09	Sierra de Álvarez	2.32	Sierra Las Canoas
2.10	San Pedro	2.33	Sierra La Cuchilla Atravesada
2.11	Valle de los Fantasmas	2.34	Cerro El Coro
2.12	Cerro las Palmas	2.35	Sierra El Picacho del Gallo
2.13	Cerro El Huirico	2.36	Charco Cercado
2.14	Sierra Trejo	2.37	Cerro La Peña
2.15	Saucillo	2.38	Nuñez
2.16	Sierra La Noria	2.39	Sierra Los Librillos
2.17	La Reforma	2.40	Sierra El Pollo
2.18	Cerro Altamira	2.41	Picacho El Purgatorio
2.19	El Piloncillo	2.42	Cerro Sotano
2.20	Guaxcama	2.43	Picacho La Nopalera
2.21	Sierra El Tablón	2.44	Villa de Arista
2.22	Cabrero	2.45	Cañada Grande
2.23	Angostura	2.46	Villa de Guadalupe

Apéndice 2. (continuación)

2.47	Sierra la Ruda	2.74	Cerro El Orégano
2.48	La Trinidad	2.75	Sierra El Tizú
2.49	Sierra Coronado	2.76	Sierra El Coro
2.50	Moctezuma	2.77	Sierra Vieja
2.51	Noria de Santa Teresa	2.78	Arroyo Rancho Viejo
2.52	Picacho El Carmen	2.79	Mesa de San Juan
2.53	Venado	2.80	Cerro Verde
2.54	Cuchilla Las Arañas	2.81	Dr. Arroyo
2.55	San Antonio delas Huertas	2.82	Cerro Las Peñas
2.56	Asarco Mexicana	2.83	Sierra Chiscoa
2.57	Sierra El Borrego	2.84	Sierra del Silencio
2.58	Cerro la Cruz	2.85	Sierra de la Aguilita
2.59	Estación Vanegas	2.86	Cerro Gordo
2.60	El Manantial	2.87	Sierra Catorce
2.61	Sierra Blanco	2.88	Los Pocitos
2.62	Arroyo El Astillero	2.89	Cerro Frentón
2.63	Charcas	2.90	Cerro Los Perros
2.64	Mesa El Águila	2.91	Cerro de la Cruz
2.65	La Maroma	2.92	Sierra El Bable
2.66	San Bartolo	2.93	Cerro Chayotillo
2.67	Charcas	2.94	Guangoche
2.68	Matehuala		
2.69	San José de los Guajes		
2.70	San Antonio		
2.71	Cedral		
2.72	Sierra El Azul		
2.73	Sierra El Orégano		

Apéndice 2. (continuación)

3. Campo Volcánico Meridional

Número	Nombre
3.01	Sierra Las Minas
3.02	Guadalupe Victoria
3.03	El Salto
3.04	La Parada
3.05	Picacho Las Colmenas
3.06	Sierra de San Miguelito
3.07	Pinos
3.08	La Pendencia
3.09	La Peña
3.10	La Victoria
3.11	El Obraje

Apéndice 3a. Distribución geográfica y ecológica de *E. aspera* en la región fisiográfica sierras inferiores en el altiplano
potosino

Unidad Geográfica	Coordenadas	Altitud (m.s.n.m)	Clima	Vegetación	Sustrato geológico	Temperatura media anual (°C)	Precipitación anual (mm)
2.01	22°09'LN 100°58'LO	1850	BS ₀ kw(e)gw"	Mdm	Rs-cz	17.8	343.1
2.01	22°09'LN 100°58'LO	1850	BS ₀ kw(e)gw"	Mdm	Rs-cz	17.8	343.1
2.01	22°09'LN 100°58'LO	1850	BS ₀ hw(e)w"	Mdm	Rs-cz	17.8	343.1
2.01	22°09'LN 100°58'LO	1850	BS ₀ hw(e)w"	Mdm	Ri-extr.ácida	17.8	343.1
2.05	22°13'LN 100°47'LO	1930	BS ₀ kx'(w)(e)gw"	Mdr	Ri-extr.ácida	17.2	318.9
2.08	22°08'LN 100°47'LO	1880	BS ₀ kx'(w)(e)gw"	Mdm	Ri-r	17.5	371.2
2.10	22°13'LN 100°48'LO	1940	BS ₀ kx'(w)(e)gw"	Mdm	Rs-cz	17.2	318.9
2.10	22°13'LN 100°48'LO	1940	BS ₀ kx'(w)(e)gw"	Mdm	Rs-cz	17.2	318.9
2.27	22°40'LN 100°25'LO	1500	(A)Ca(x')(wo)(e)gw"	Mdr	Rs-cz	18.1	722
2.36	22°40'LN 100°42'LO	1600	BS ₀ hw(e)w"	Mdm	Rs-cz	18.6	328.3
2.36	22°40'LN 100°42'LO	1600	BS ₀ hw(e)w"	Mdm	Rs-cz	18.6	328.3
2.38	22°40'LN 100°32'LO	1600	(A)Ca(x')(wo)(e)gw"	Mdm	Rs-cz	18.1	722
2.38	22°40'LN 100°32'LO	1600	(A)Ca(x')(wo)(e)gw"	Mdm	Rs-cz	18.1	722
2.38	22°40'LN 100°32'LO	1600	(A)Ca(x')(wo)(e)gw"	Mdm	Rs-cz	18.1	722
2.58	23°20'LN 101°10'LO	2340	BS ₁ Kx'(w)(e)w"	Mdr	Rs-cz	17.1	401.1

Apéndice 3a. Continuación

Unidad Geográfica	Coordenadas	Altitud (m.s.n.m)	Clima	Vegetación	Sustrato geológico	Temperatura media anual (°C)	Precipitación anual (mm)
2.59	23°13'LN 101°00'LO	2250	BS ₁ Kx'(w)(e)w''	Mdm	Rs-cz	17.1	401.1
2.59	23°50'LN 101°10'LO	2450	BS ₁ Kx'(w)(e)w''	Mdm	Rs-cz	17.1	401.1
2.59	23°10'LN 101°58'LO	2120	BS ₁ Kx'(w)(e)w''	Mdm	Rs-cz	17.1	401.1
2.59	23°13'LN 101°00'LO	2250	BS ₁ Kx'(w)(e)w''	Mdr	Rs-cz	17.1	401.1
2.69	23°50'LN 101°10'LO	1700	BS ₁ Kx'(w)(e)w''	Mdm	Rs-cz	17.0	399
2.69	23°50'LN 101°10'LO	1700	BS ₁ Kx'(w)(e)w''	Mdr	Rs-cz	17.0	399
2.69	23°50'LN 101°10'LO	1700	BS ₁ Kx'(w)(e)w''	Mdr	Rs-cz	17.0	399
2.69	23°46'LN 100°45'LO	2150	BS ₁ Kx'(w)(e)w''	Mdr	Rs-cz	17.0	399
2.69	23°50'LN 101°10'LO	1800	BS ₁ Kx'(w)(e)w''	Mdr	Rs-cz	17.0	399
2.83	23°39'LN 100°38'LO	2000	BS ₁ Kx'(w)(e)w''	Mdr	Rs-cz	19.3	471.5

Mdr=Matorral desértico rosetófilo

Mdm=Matorral desértico micrófilo

Ri-r=Roca ígnea-riolita

Rs-cz=Roca sedimentaria-caliza

Ri-extr.ácida= Roca ígnea-extrusiva ácida

Apéndice 3b Distribución geográfica y ecológica de *E. antisyphilitica* en la región fisiográfica sierras inferiores en el altiplano potosino

Unidad Geográfica	Coordenadas	Altitud (m.s.n.m)	Clima	Vegetación	Sustrato geológico	Temperatura media anual (°C)	Precipitación anual (mm)
2.01	22°15'LN 100°55'LO	1835	BS ₀ kw(e)gw"	Mdr	Ri-extr.ácida	17.8	343.1
2.05	22°13'LN 100°47'LO	1930	BS ₀ kx'(w)(e)gw"	Mdm	Ri-r	17.2	318.9
2.05	22°15'LN 100°51'LO	1840	BS ₀ kx'(w)(e)gw"	Mdm	Ri-r	17.2	318.9
2.05	22°15'LN 100°51'LO	1840	BS ₀ kx'(w)(e)gw"	Mdm	Ri-r	17.2	318.9
2.06	22°22'LN 100°47'LO	1750	BS ₀ hw(e)w"	Mdm	Ri-r	18.6	328.3
2.05	22°20'LN 100°45'LO	2050	BS ₀ kx'(w)(e)gw"	Mdm	Ri-r	17.2	318.9
2.09	22°15'LN 100°32'LO	1960	Bs ₁ hw(e)gw"	Mdr	Ri-r	18.7	602.8
2.36	22°33'LN 100°40'LO	1500	BS ₀ hw(e)w"	Mdm	Rs-cz	18.6	328.3
2.36	22°33'LN 100°40'LO	1600	BS ₁ hx'(w)(e)w"	Mdm	Rs-cz	19.3	471.5
2.38	22°40'LN 100°32'LO	1600	(A)Ca(x')(wo)(e)gw"	Mdr	Rs-cz	18.1	722
2.44	22°45'LN 101°05'LO	1640	Bs ₁ hw(e)gw"	Mdm	Rs-cz	18.2	449.9
2.46	23°10'LN 100°30'LO	1400	BWhw(i)g	Zacatal	Rs-cz	20.9	336.1
2.50	22°39'LN 100°51'LO	1720	BS ₀ hw(e)gw"	Mdm	Rs-cz	18.9	330.8
2.68	23°39'LN 100°29'LO	1780	BS ₁ hx'(w)(e)w"	Mdr	Rs-cz	19.3	471.5
2.68	23°40'LN 100°25'LO	1810	BS ₁ hx'(w)(e)w"	Mdr	Rs-cz	19.3	471.5

Apéndice 3b Continuación

Unidad Geográfica	Coordenadas	Altitud (m.s.n.m)	Clima	Vegetación	Sustrato geológico	Temperatura media anual (°C)	Precipitación anual (mm)
2.68	23°40'LN 100°25'LO	1650	BS ₁ hx'(w)(e)w''	Mdr	Rs-cz	19.3	471.5
2.68	23°40'LN 100°30'LO	1600	BS ₁ hx'(w)(e)w''	Mdr	Rs-cz	19.3	471.5
2.69	23°05'LN 100°28'LO	2000	(A)Ca(x')(wo)(e)gw''	Mdr	Rs-cz	18.1	722
2.69	23°02'LN 100°28'LO	2140	(A)Ca(x')(wo)(e)gw''	Zacatal	Rs-cz	18.1	722

Mdr=Matorral desértico rosetófilo

Mdm=Matorral desértico micrófilo

Ri-r=Roca ígnea-riolita

Rs-cz=Roca sedimentaria-caliza

Ri-extr.ácida= Roca ígnea-extrusiva ácida

Apéndice 3c. Distribución geográfica y ecológica de *E. compacta* en la región fisiográfica sierras inferiores en el altiplano potosino

Unidad Geográfica	Coordenadas	Altitud (m.s.n.m)	Clima	Vegetación	Sustrato geológico	Temperatura media anual (°C)	Precipitación anual (mm)
2.01	22°09'LN 100°59'LO	1850	BS ₀ kw(e)gw"	Mdm	Ri-extr.ácida	17.8	343.1
2.01	22°09'LN 100°59'LO	1850	BS ₀ kw(e)gw"	Mdm	Ri-extr.ácida	17.8	343.1
2.01	22°09'LN 100°59'LO	1850	BS ₀ kw(e)gw"	Mdm	Ri-extr.ácida	17.8	343.1
2.01	22°20'LN 100°55'LO	1820	BS ₀ kw(e)gw"	Mdm	Ri-extr.ácida	17.8	343.1
2.08	22°02'LN 100°32'LO	1980	BS ₀ kx'(w)(e)gw"	Mdm	Ri-r	17.5	371.2
2.10	22°13'LN 100°40'LO	2150	BS ₀ kw(e)gw"	Mdr	Rs-cz	17.8	343.1
2.10	22°13'LN 100°40'LO	2150	BS ₀ kw(e)gw"	Mdr	Rs-cz	17.8	343.1
2.10	22°13'LN 100°40'LO	2150	BS ₀ kw(e)gw"	Mdm	Rs-cz	17.8	343.1
2.10	22°13'LN 100°40'LO	2000	BS ₀ kw(e)gw"	Mdr	Rs-cz	17.8	343.1
2.10	22°13'LN 100°40'LO	2100	BS ₀ kw(e)gw"	Mdr	Rs-cz	17.8	343.1
2.16	22°14'LN 100°15'LO	1115	BS ₁ hx'(w)(e)g	Mdm	Rs-cz	20.5	538.6
2.50	22°47'LN 100°07'LO	1650	BS ₀ hw(e)gw"	Mdm	Rs-cz	18.9	330.8
2.59	23°13'LN 101°02'LO	2100	BS ₁ Kx'(w)(e)w"	Mc	Rs-cz	17.1	401.1
2.59	23°13'LN 101°02'LO	2100	BS ₁ Kx'(w)(e)w"	Zacatal	Rs-cz	17.1	401.1
2.67	23°05'LN 101°07'LO	2000	BS ₁ hx'(w)(e)w"	Zacatal	Rs-cz	18.2	269.8

Apéndice 3c. Continuación

Unidad Geográfica	Coordenadas	Altitud (m.s.n.m)	Clima	Vegetación	Sustrato geológico	Temperatura media anual (°C)	Precipitación anual (mm)
2.67	23°05'LN 101°07'LO	2000	BS _o hx'(w)(e)w"	Zacatal	Rs-cz	18.2	269.8
2.69	23°10'LN 100°35'LO	1200	BWhw(i')g	Mdm	Rs-cz	20.9	336.1
2.69	23°10'LN 100°35'LO	1200	BWhw(i')g	Mdm	Rs-cz	20.9	336.1
2.69	23°10'LN 100°35'LO	1200	BWhw(i')g	Mdm	Rs-cz	20.9	336.1
2.69	23°10'LN 100°35'LO	1500	BWhw(i')g	Mdr	Rs-cz	20.9	336.1
2.70	23°39'LN 101°38'LO	1960	BS ₁ Kx'(w)(e)w"	Mdm	Rs-cz	19.3	471.5
2.70	23°39'LN 101°38'LO	1960	BS ₁ Kx'(w)(e)w"	Mdm	Rs-cz	19.3	471.5
2.70	23°41'LN 100°38'LO	1980	BS ₁ Kx'(w)(e)w"	Zacatal	Rs-cz	19.3	471.5
2.71	23°42'LN 100°55'LO	2850	BS _o hx'(w)(e)w"	Mdm	Rs-cz	18.2	269.8
2.71	23°42'LN 100°55'LO	2850	BS _o hx'(w)(e)w"	Mdm	Rs-cz	18.2	269.8
2.71	23°40'LN 100°55'LO	2850	BS _o hx'(w)(e)w"	Zacatal	Rs-cz	19.3	471.5

Mdr=Matorral desértico rosetófilo
Mdm=Matorral desértico micrófilo
Mc=Matorral crasicauale
Ri-r=Roca ígnea-riolita
Rs-cz=Roca sedimentaria-caliza
Ri-extr.ácida= Roca ígnea-extrusiva ácida

Apéndice 3d Distribución geográfica y ecológica de *E. pedunculata* en la región fisiográfica sierras inferiores en el
altiplano potosino

Unidad Geográfica	Coordenadas	Altitud (m.s.n.m)	Clima	Vegetación	Sustrato geológico	Temperatura media anual (°C)	Precipitación anual (mm)
2.01	22°09'LN 100°59'LO	1850	BS ₀ kw(e)gw"	Mdm	Ri-extr.ácida	17.8	343.1
2.01	22°09'LN 100°59'LO	1850	BS ₀ kw(e)gw"	Mdm	Ri-extr.ácida	17.8	343.1
2.01	22°09'LN 100°59'LO	1850	BS ₀ kw(e)gw"	Mdm	Ri-extr.ácida	17.8	343.1
2.01	22°09'LN 100°59'LO	1850	BS ₀ kw(e)gw"	Mdm	Ri-extr.ácida	17.8	343.1
2.36	23°02'LN 100°28'LO	1780	(A)Ca(x')(wo)(e)gw"	Mdr	Rs-cz	18.1	722
2.38	22°40'LN 100°32'LO	1600	(A)Ca(x')(wo)(e)gw"	Mdr	Rs-cz	18.1	722
2.38	22°40'LN 100°32'LO	1600	(A)Ca(x')(wo)(e)gw"	Mdr	Rs-cz	18.1	722
2.38	22°40'LN 100°32'LO	1600	(A)Ca(x')(wo)(e)gw"	Mdr	Rs-cz	18.1	722
2.46	23°20'LN 100°35'LO	1400	BWhw(i')g	Mdm	Rs-cz	20.9	336.1
2.59	23°55'LN 101°01'LO	1750	BS ₁ kx'(w)(e)w"	Mdm	Rs-cz	17.1	291.8
2.60	24°13'LN 100°55'LO	1750	BS ₁ kx'(w)(e)w"	Mdm	Rs-cz	17.7	291.8
2.60	24°10'LN 100°55'LO	1750	BS ₁ kx'(w)(e)w"	Mdm	Rs-cz	17.7	291.8
2.68	23°10'LN 100°35'LO	1250	BWhw(i')g	Mdm	Rs-cz	20.9	336.1
2.68	23°40'LN 100°35'LO	1660	BS ₁ kx'(w)(e)w"	Mdm	Rs-cz	19.3	471.5
2.69	23°20'LN 100°30'LO	1770	BS ₁ kx'(w)(e)w"	Mdm	Rs-cz	19.3	471.5

**Apéndice 3d Continuación
en el altiplano potosino**

Unidad Geográfica	Coordenadas	Altitud (m.s.n.m)	Clima	Vegetación	Sustrato geológico	Temperatura media anual (°C)	Precipitación anual (mm)
2.69	23°15'LN 100°30'LO	1750	BS _h x'(w)(e)w''	Mdm	Rs-cz	17.7	291.8

Mdr=Matorral desértico rosetófilo

Mdm=Matorral desértico micrófilo

Ri-r=Roca ígnea-riolita

Rs-cz=Roca sedimentaria-caliza

Ri-extr.ácida= Roca ígnea-extrusiva ácida

Apéndice 3e. Distribución geográfica y ecológica de *Ephedra* L. en la región fisiográfica valles y lomeríos boreo-centrales en el altiplano potosino

Especie	Unidad Geográfica	Coordenadas	Altitud (m.s.n.m)	Clima	Vegetación	Sustrato geológico	Temperatura media anual (°C)	Precipitación anual (mm)
<i>E. aspera</i>	1.09	22°45'LN 101°45'LO	2116	BSokx'(w)(e)gw	Mdm	Ri-r	16.2	349.6
	1.26	22°18'LN 101°35'LO	2030	Cb(x')(wo)(i')w"	Mdm	Ri-r	17	524.2
	1.26	22°18'LN 101°35'LO	2200	Cb(x')(wo)(i')w"	Mdm	Ri-r	17	524.2
	1.32	22°02'LN 101°45'LO	2100	BSokx'(w)(e)gw	Mdm	Ri-r	16.2	349.6
	132	22°02'LN 101°45'LO	2050	BSokx'(w)(e)gw	Mdr	Ri-r	16.2	349.6
	1.45	23°07'LN 101°07'LO	2150	BS1hx'(w)(e)w"	Mdm	Ri-r	17.1	401.1
	1.45	23°07'LN 101°07'LO	2020	BS1hx'(w)(e)w"	Mdm	Ri-r	17.1	401.1
	1.54	23°55'LN 101°25'LO	2140	BSokx'(w)(e)gw	Mdm	Ri-r	17.1	401.1
	<i>E. antisyphilitica</i>	1.28	22°28'LN 101°35'LO	2050	Cb(x')(wo)(i')w"	Zacatal	Ri-r	17
1.28		22°28'LN 101°35'LO	2050	Cb(x')(wo)(i')w"	Mdm	Ri-r	17	524.2
<i>E. compacta</i>	1.26	22°20'LN 101°17'LO	2200	Cb(x')(wo)(i')w"	Mdm	Ri-r	17	524.2
	1.26	22°45'LN 101°20'LO	2250	Cb(x')(wo)(i')w"	Mdm	Ri-r	17	524.2
	1.28	22°28'LN 101°35'LO	2040	Cb(x')(wo)(i')w"	Mdm	Ri-r	17	524.2

Apéndice 3e. Continuación

Especie	Unidad Geográfica	Coordenadas	Altitud (m.s.n.m)	Clima	Vegetación	Sustrato geológico	Temperatura media anual (°C)	Precipitación anual (mm)
	1.30	23°32' LN 101°35' LO	2080	Cb(x')(wo)(i')w"	Mdm	Rs-cz	17	524.2
	1.30	23°32' LN 101°35' LO	2080	Cb(x')(wo)(i')w"	Mdm	Rs-cz	17	524.2
	1.32	22°02' LN 101°45' LO	2100	BSokx'(w)(e)gw	Mdm	Rs-cz	16.2	349.6
	1.45	23°35' LN 101°25' LO	1960	Cb(x')(wo)(i')w"	Mdm	Rs-cz	17	524.2
	1.45	23°35' LN 101°25' LO	2110	Cb(x')(wo)(i')w"	Mdm	Rs-cz	17	524.2
<i>E.trifurca</i>	1.33	22°20' LN 101°45' LO	2000	Cb(x')(wo)(i')w"	Zacatal	Rs-cz	17	524.2
	1.33	22°20' LN 101°45' LO	2000	Cb(x')(wo)(i')w"	Zacatal	Rs-cz	17	524.2
	1.33	22°20' LN 101°45' LO	2000	Cb(x')(wo)(i')w"	Zacatal	Rs-cz	17	524.2

Mdr=Matorral desértico rosetófilo
Mdm=Matorral desértico micrófilo
Ri-r=Roca ígnea-riolita
Rs-cz=Roca sedimentaria-caliza

Apéndice 3f. Distribución geográfica y ecológica de E.compacta en la región fisiográfica campo volcánico meridional en el altiplano potosino

Unidad Geográfica	Coordenadas	Altitud (m.s.n.m)	Clima	Vegetación	Sustrato geológico	Temperatura media anual (°C)	Precipitación anual (mm)
3.04	22°18'LN 101°35'LO	2000	BS ₁ kw(e)gw"	Mdm	Ri-r	17.5	409
3.07	22°18'LN 101°35'LO	2400	BS ₀ Kx'(w)(i)w"	Mdr	Rs-cz	16.2	349.6
3.07	22°18'LN 101°35'LO	2400	BS ₀ Kx'(w)(i)w"	Mdr	Rs-cz	16.2	349.6
3.08	22°35'LN 101°40'LO	2340	BS ₀ kx'(w)(e)gw"	Mdr	Rs-cz	16.2	349.6

Mdr=Matorral desértico rosetófilo
Mdm=Matorral desértico micrófilo

