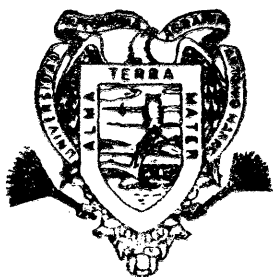


AMPLITUD ECOLOGICA DE *Opuntia lincheimeri*
Engelmann EN EL ESTADO DE COAHUILA

ANDRES RODRIGUEZ GAMEZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN MANEJO DE PASTIZALES



Universidad Autónoma Agraria

Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

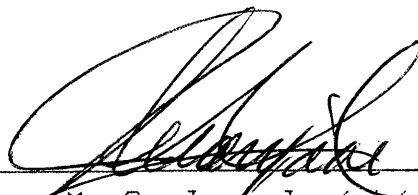
NOVIEMBRE DE 1990

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial para optar al grado de

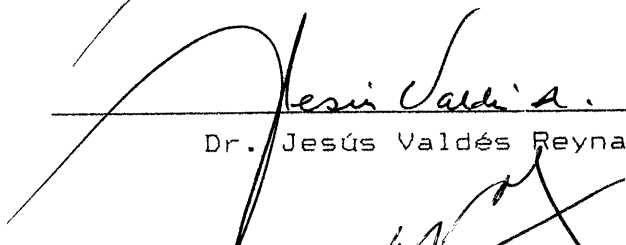
MAESTRO EN CIENCIAS
EN MANEJO DE PASTIZALES

COMITE PARTICULAR

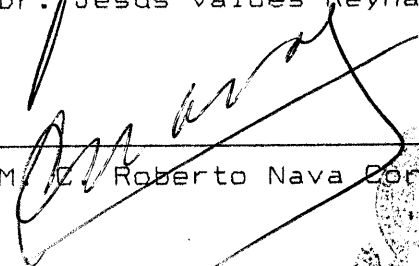
Asesor principal:


Ing. M. C. Juan José López González

Asesor:


Dr. Jesús Valdés Reyna

Asesor:


Ing. M. C. Roberto Nava Coronel


Dr. José Manuel Fernández Brondo

Subdirector de Asuntos de Postgrado


BIBLIOTECA
EGIDIO G. REDONATO
U. A. S. A. N.
SALTILLO, COAH.

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Noviembre de 1990.

En Memoria al:

BIOL. M.C. JORGE L. ELIZONDO ELIZONDO

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. M.C. Juan José López, por su asesoría, observaciones y apoyo a la realización de este trabajo.

Al Biol. M.C. Jorge L. Elizondo Elizondo (+), por su ayuda en la realización de este trabajo de tesis y asesoría prestada.

Al Dr. Jesús Valdés Reyna, por su asesoría y apoyo en la realización del trabajo de tesis.

Al Ing. M.C. Roberto Nava Coronel, por su asesoría y observaciones para la realización del presente trabajo.

Al Dr. Rolando Cavazos Cadena, por su ayuda brindada en el análisis estadístico del trabajo de tesis.

Al Ing. M.S. Juan Ricardo Reynaga, por sus observaciones y asesoría sobre la elaboración de este trabajo.

A mi Esposa Azálea Vega de Rodríguez por su apoyo, motivación y ayuda, en la realización de los estudios de Maestría y trabajo de tesis.

Al Biol. José A. Villarreal Quintanilla por su ayuda brindada en la determinación de las especies vegetales asociadas.

A la Academia del Departamento de Botánica de la UAAAN, por su apoyo para la realización de los estudios de Maestría y trabajo de tesis.

A los compañeros. Biol. Miguel Agustín Carranza Pérez, J. Manuel Sosa Morales, Manuel Martínez Medellín, Guillermo Salazar Macías, Ing. Pablo Avila Martínez y Raymundo Valdéz Pérez, por su ayuda desinteresada en el trabajo de campo y herbario, a la Biol. Ma. Guadalupe de la Peña Solís y T.I.Q. Ma. Guadalupe López Esquivel, por su ayuda en el trabajo de laboratorio.

Al Ing. M.S. Reginaldo de Luna Villarreal, Ex-Rector de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por su apoyo para estudiar la Maestría y realizar el trabajo de tesis.

Al Dr. Luis A. Aguirre Uribe, Secretario General de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por su apoyo para estudiar la Maestría.

A la Sra. Ma. Fidela Aguirre, Srita. Elsa A. Reyes de L. y Sra. Rosalva González Olett, por su ayuda en el trabajo mecanográfico.

A la Ing. Leticia Ayala, por la colaboración en el trabajo de cómputo.

Al CONACYT por su apoyo para la realización de los estudios de Maestría y trabajo de tesis.

Al Dr. José Francisco Rodríguez Martínez, por su ayuda brindada en los estudios de Maestría y por sus observaciones sobre el trabajo de Tesis.

Al Dr. José M. Fernández Brondo por sus consejos, observaciones y motivación para terminar la Tesis.

Al Dr. Eduardo Aizpuru G., Jefe de la Especialidad de Manejo de pastizales, por su motivación para terminar el presente trabajo.

Al Señor Jaime Rodríguez, por su ayuda en la elaboración de los mapas y figuras.

Al Depto. De Recursos Naturales de la UAAAN, por permitirme estudiar la Maestría y realizar el trabajo de tesis.

A la UAAAN, por permitirme realizar una etapa importante en mi formación profesional.

DEDICATORIA

Con amor y admiración a mi esposa

AZALEA.

Con cariño a mis hijos

Andrés y Karina Azálea.

Con respeto a mis compadres:

(+) Biol. M.C. Jorge L. Elizondo Elizondo

y Biol. Elva Valdés Vda. de Elizondo.

A mis Padres:

Sr. José Felipe Rodríguez González, y

Sra. Ma. de Jesús Gámez de Rodríguez.

A mis Suegros:

Sr. Ramiro Vega Borrego, y

Sra. Felicitas Treviño de Vega.

A mis compadres Manuel y Lidia Rodriguez.

A mis padrinos Antonio (+) y Ma. del Socorro González.

A mis hermanos y demás miembros de mi familia

COMPENDIO

AMPLITUD ECOLOGICA DE *Opuntia lindheimeri* Engelm
EN EL ESTADO DE COAHUILA

P o r
ANDRES RODRIGUEZ GAMEZ

MAESTRIA EN CIENCIAS
EN MANEJO DE PASTIZALES

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. NOVIEMBRE 1990

Ing. M.C. Juan José López González -Asesor-

Palabras clave: Amplitud ecológica, *Opuntia lindheimeri*,
variación morfológica, factores ambientales
nopal, densidad y distribución.

Los objetivos del presente estudio fueron: a)
determinar la amplitud ecológica de *Opuntia lindheimeri*,
Engelmann, en el Estado de Coahuila; b) determinar la
densidad de las poblaciones de esta especie; c) obtener una
descripción detallada de la variación morfológica dentro de
esta especie, para determinar su taxonomía, ch) determinar

los tipos de vegetación donde se presenta *Opuntia lindheimeri*, d) identificar las principales especies vegetales asociadas a *Opuntia lindheimeri*.

La amplitud ecológica de *Opuntia lindheimeri* comprende la parte oriental del Estado de Coahuila, penetrando hasta la porción central. No se encontró presente la especie en el Oeste debido al clima que es más seco por quedar comprendido en lo que es el extremo Sureste del Desierto Chihuahuense.

Las mayores densidades se encontraron en los Municipios de Sabinas, Progreso y Juárez, dentro del Matorral Mediano Espinoso de *Prosopis glandulosa*, *Porlieria angustifolia* y *Acacia rigidula*.

Esta especie presenta una alta variación morfológica, como respuesta a las diferentes condiciones ambientales presentes en el Estado de Coahuila y está representada por cuatro variedades. *Opuntia lindheimeri* var. *aciculata*, *O. lindheimeri* var. *lindheimeri*, *O. lindheimeri* var. *subarmata* y *O. lindheimeri* var. *tricolor*.

La variación morfológica dentro de las variedades fue alta lo cual sostiene su separación taxonómica entre ellas. La presencia o ausencia de espinas entre las variedades fue el carácter más constante y nos permite

diferenciarlas. Se consideraron diferentes condiciones ambientales para relacionarlas con la densidad de las poblaciones. Se definió la amplitud ecológica y la distribución de la especie, con lo cual se pueden plantear estrategias de manejo y/o explotación de este recurso tan abundante en el Estado de Coahuila.

ABSTRACT

ECOLOGICAL AMPLITUDE OF *Opuntia lindheimeri* Engelman
IN THE STATE OF COAHUILA

By
ANDRES RODRIGUEZ GAMEZ

MASTER OF SCIENCE
RANGE MANAGEMENT

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. NOVIEMBRE 1990

Ing. M.C. Juan J. López González - Advisor -

Key words: Ecological amplitude, *Opuntia lindheimeri*,
morphological variation, environmental factors,
prickly pear, density and distribution.

The objectives of the present study were: a) to determine the ecological amplitude of *Opuntia lindheimeri* Engelman in the state of Coahuila ; b) to determine the population density of the species; c) to obtain a detailed description of the morphological variation within species, to determine its taxonomy; ch) to determine the vegetation types where *Opuntia lindheimeri* is present, and d) to identify the principal plant species associated with *O. lindheimeri*.

Ecological amplitude of *Opuntia lindheimeri* included the east and central part of the state of Coahuila. The species was absent in the west part of the state, corresponding to the South-east region of the Chihuahuan Desert region, due to the dry climate.

Highest densities were measured in the municipalities of Sabinas, Progreso and Juarez, within the thornscrub dominated by *Prosopis glandulosa*, *Porlieria angustifolia* and *Acacia rigidula*.

As a result of the different environmental conditions of Coahuila State, the species showed a high morphological variation represented by four varieties; *Opuntia lindheimeri* var. *aciculata*, *O. lindheimeri* var. *lindheimeri*, *O. lindheimeri* var. *subarmata*, and *O. lindheimeri* var. *tricolor*.

Morphological variation within species supported taxonomical separation of varieties, the presence or absence of thorns was the contrastant character which allows their differentiation.

Environmental conditions were related to population densities. Ecological amplitude and species distribution were defined to purpose management and for exploitation strategies for this resource, so abundant in the state of Coahuila.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	xvi
INDICE DE FIGURAS	xix
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	5
CARACTERISTICAS GENERALES DEL GENERO <i>Opuntia</i>	5
IMPORTANCIA DEL GENERO <i>Opuntia</i>	6
CARACTERISTICAS DE <i>Opuntia lindheimeri</i>	8
DISTRIBUCION DE <i>Opuntia lindheimeri</i>	12
IMPORTANCIA DE <i>Opuntia lindheimeri</i>	14
AMPLITUD ECOLOGICA	15
VARIACION MORFOLOGICA	24
TAXONOMIA DEL COMPLEJO <i>Opuntia lindheimeri</i>	25
MATERIALES Y METODOS	31
DESCRIPCION Y LOCALIZACION DEL AREA	
DE ESTUDIO	31
UBICACION	32
GEOLOGIA	33
CLIMA	35
FISIOGRAFIA	36
SUELO	46
VEGETACION	58
METODOLOGIA DE MUESTREO	65
SITIOS DE MUESTREO	65
MUESTREO DE DENSIDAD DE <i>Opuntia lindheimeri</i>	66

DESCRIPCION DE LOS SITIOS DE MUESTREO	67
DETERMINACION DE LOS TIPOS DE VEGETACION	69
DETERMINACION DE LAS ESPECIES VEGETALES ASOCIADAS	70
DESCRIPCION DE LA VARIACION MORFOLOGICA DE <i>Opuntia lindheimeri</i>	71
METODOLOGIA DE ANALISIS	74
INTERVALOS DE CONFIANZA SIMULTANEOS	74
RESULTADOS	78
AMPLITUD ECOLOGICA DE <i>Opuntia lindheimeri</i>	78
DENSIDAD DE <i>Opuntia lindheimeri</i>	87
TIPOS DE VEGETACION DONDE ESTA PRESENTE <i>Opuntia lindheimeri</i>	94
ESPECIES ASOCIADAS A <i>Opuntia lindheimeri</i>	95
VARIACION MORFOLOGICA DE <i>Opuntia lindheimeri</i>	97
TAXONOMIA DE <i>Opuntia lindheimeri</i>	104
INTERVALOS DE CONFIANZA SIMULTANEOS	105
DISCUSION.....	112
AMPLITUD ECOLOGICA DE <i>Opuntia lindheimeri</i>	112
DENSIDAD DE <i>Opuntia lindheimeri</i>	114
TIPOS DE VEGETACION DONDE ESTA PRESENTE <i>Opuntia lindheimeri</i>	116
ESPECIES ASOCIADAS A <i>Opuntia lindheimeri</i>	117
VARIACION MORFOLOGICA DE <i>Opuntia lindheimeri</i> ...	118
TAXONOMIA DE <i>Opuntia lindheimeri</i>	121
INTERVALOS DE CONFIANZA SIMULTANEOS	123

CONCLUSIONES	129
RESUMEN	133
LITERATURA CITADA	135
APENDICE	145

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
2.1	VARIEDADES CORRESPONDIENTES PARA <i>Opuntia</i> <i>lindheimeri</i> VS <i>Opuntia engelmannii</i>	28
3.1	CARACTERES MORFOLOGICOS DE <i>Opuntia lindheimeri</i> EVALUADOS	72
4.1	CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS 120 SITIOS MUESTREADOS	89
4.2	ESTADISTICAS ELEMENTALES DE LAS CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS PROMEDIO EN MUESTRAS DE <i>Opuntia</i> <i>lindheimeri</i> var. <i>lindheimeri</i>	98
4.3	ESTADISTICAS ELEMENTALES DE LAS CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS PROMEDIO EN MUESTRAS DE <i>Opuntia</i> <i>lindheimeri</i> Engelm ann var. <i>tricolor</i>	99
4.4	ESTADISTICAS ELEMENTALES DE LAS CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS PROMEDIO EN MUESTRAS DE <i>Opuntia</i> <i>lindheimeri</i> Engelm ann var. <i>aciculata</i>	100

4.5	ESTADÍSTICAS ELEMENTALES DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS PROMEDIO EN MUESTRAS DE <i>Opuntia lindheimeri</i> Engelman var. <i>subarmata</i>	101
4.6	PORCENTAJES PARA FORMAS DE CLADODIOS Y COLOR DE ESPINAS DE LAS CUATRO VARIETADES DE <i>Opuntia lindheimeri</i>	103
4.7	CORRESPONDENCIA DE LAS VARIETADES DE <i>Opuntia engelmannii</i> Y <i>Opuntia lindheimeri</i>	105
4.8	TAXONOMIA DEL COMPLEJO <i>Opuntia lindheimeri</i>	105
4.9	INTERVALOS DE CONFIANZA SIMULTANEOS PARA LAS CUATRO VARIETADES DE <i>Opuntia lindheimeri</i> PARA EL CARACTER ESPINAS/AREOLA	107
4.10	INTERVALOS DE CONFIANZA SIMULTANEOS PARA LAS CUATRO VARIETADES DE <i>Opuntia lindheimeri</i> PARA EL CARACTER AREOLAS/CLADODIO	108
4.11	INTERVALOS DE CONFIANZA SIMULTANEOS PARA LAS CUATRO VARIETADES DE <i>Opuntia lindheimeri</i> PARA EL CARACTER DISTANCIA ENTRE AREOLAS	109
4.12	INTERVALOS DE CONFIANZA SIMULTANEOS PARA LAS CUATRO VARIETADES DE <i>Opuntia lindheimeri</i> PARA EL CARACTER LONGITUD TOTAL DE ESPINAS	111

A1.	CARACTERES MORFOLOGICOS de <i>Opuntia lindheimeri</i> var. <i>lindheimeri</i>	148
A2.	CARACTERES MORFOLOGICOS de <i>Opuntia lindheimeri</i> var. <i>tricolor</i>	150
A3.	CARACTERES MORFOLOGICOS de <i>Opuntia lindheimeri</i> var. <i>aciculata</i>	151
A4.	CARACTERES MORFOLOGICOS de <i>Opuntia lindheimeri</i> var. <i>subarmata</i>	150

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
3.1	UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO (ESTADO DE COAHUILA) SPP 1983	34
3.2	PROVINCIAS FISIOGRAFICAS DE COAHUILA SPP 1983	38
3.3	PROVINCIA DE LAS SIERRAS Y LLANURAS DEL NORTE CON SUS 3 SUBPROVINCIAS	40
3.4	PROVINCIA DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL CON SUS 6 SUBPROVINCIAS	43
3.5	PROVINCIA DE LAS GRANDES LLANURAS DE NORTEAMERICA, COMPENDIDA TOTALMENTE POR LA SUBPROVINCIA DE LAS LLANURAS DE COAHUILA Y NUEVO LEON	45
4.1	DISTRIBUCION DE <i>Opuntia lindheimeri</i> Engelm., EN EL ESTADO DE COAHUILA	79
4.2	PLANTA DE <i>Opuntia lindheimeri</i> var. <i>lindheimeri</i> , DONDE SE APRECIAN ALGUNAS DE SUS CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS	80

4.3	PLANTA DE <i>Opuntia lindheimeri</i> var. <i>tricolor</i> DONDE SE APRECIAN ALGUNAS DE SUS CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS	81
4.4	DISTRIBUCION DE <i>Opuntia lindheimeri</i> var. <i>lindheimeri</i> Y <i>O. lindheimeri</i> var. <i>tricolor</i> EN EL ESTADO DE COAHUILA	82
4.5	PLANTA DE <i>Opuntia lindheimeri</i> var. <i>aciculata</i> DONDE SE APRECIAN ALGUNAS DE SUS CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS	83
4.6a	PLANTA DE <i>Opuntia Lindheimeri</i> var. <i>Subarmata</i> DONDE SE APRECIAN ALGUNAS DE SUS CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS	84
4.6b	PLANTA DE <i>Opuntia lindheimeri</i> var. <i>subarmata</i> DONDE SE APRECIAN ALGUNAS DE SUS CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS Y SU HABITO DE CRECIMIENTO	85
4.7	DISTRIBUCION DE <i>Opuntia Lindheimeri</i> var. <i>aciculata</i> Y <i>O. Lindheimeri</i> var. <i>Subarmata</i> , EN EL ESTADO DE COAHUILA	86
4.8	RELACION DE MUNICIPIOS DEL ESTADO DE COAHUILA	88
5.1	INTERVALOS DE CONFIANZA SIMULTANEOS PARA LAS CUATRO VARIETADES DE <i>Opuntia lindheimeri</i> PARA EL CARACTER ESPINAS/AREOLA	124

5.2	INTERVALOS DE CONFIANZA SIMULTANEOS PARA LAS CUATRO VARIEDADES DE <i>Opuntia lindheimeri</i> PARA EL CARACTER AREOLAS/CLADODIO.....	125
5.3	INTERVALOS DE CONFIANZA SIMULTANEOS PARA LAS CUATRO VARIEDADES DE <i>Opuntia lindheimeri</i> PARA EL CARACTER DISTANCIA ENTRE AREOLAS.....	127
5.4	INTERVALOS DE CONFIANZA SIMULTANEOS PARA LAS CUATRO VARIEDADES DE <i>Opuntia lindheimeri</i> PARA EL CARACTER LONGITUD TOTAL DE ESPINAS.....	128
A1	FORMAS GEOMETRICAS PARA LA DETERMINACION DE LAS FORMAS DE CLADODIO, EN BASE A MORENO 1984	146
A2	CARACTERES MORFOLOGICS DE <i>Opuntia</i> Y FORMAS GEOMETRICAS PARA LA DETERMINACION DE LAS FORMAS DE CLADODIO EN BASE A WENIGER 1984	147

CAPITULO I

INTRODUCCION

Gran parte del territorio mexicano está constituido por zonas áridas y semiáridas, en las cuales se desarrollan una gran cantidad de especies vegetales que han logrado adaptarse a las condiciones ambientales que presentan dichas zonas, las cuales, por lo general, son extremosas, como: temperaturas variables, escasa precipitación, alta insolación, alta evaporación, suelos pobres en nutrientes y topografía accidentada.

Las poblaciones naturales de cactáceas en general y de nopales en particular varían enormemente debido a la gran diversidad ambiental que se presenta en las zonas áridas y semiáridas donde una diversidad fisiográfica produce microhabitats con un correspondiente desarrollo de diferentes poblaciones de nopales, donde la suma de factores ambientales como la temperatura, humedad, luz, suelo, salinidad y otros factores físicos y químicos, regulan la distribución de las plantas en una área geográfica determinada.

El Estado de Coahuila, ubicado casi en su totalidad dentro de la región natural conocida como Desierto

Chihuahuense presenta varias especies de nopales del género *Opuntia* spp., localizadas por regiones geográficas y ecológicas, una de estas especies es *Opuntia lindheimeri*, la cual tiene una amplia distribución desde la planicie costera de Tamaulipas pasando por Nuevo León y llegando a estar presente en la mayor parte del Estado, principalmente en su porción oriental en los límites con Nuevo León.

Esta especie presenta una alta distribución determinada por los factores ambientales como la altitud, temperatura, suelo, salinidad y humedad. Así mismo, presenta una alta variación morfológica determinada por estos factores, dentro de la variación están algunos caracteres como el tamaño y forma de los artículos o cladodios, la forma y número de areolas, número y longitud de las espinas y color de espinas y gloquidas (ver apéndice A).

Los nopales tienen varias ventajas para las áreas en las cuales se desarrollan, ya que reducen los costos de alimentación como forraje de emergencia durante los períodos de sequía y en el invierno, reducen la pérdida de suelo por erosión en sitios deteriorados por falta de cubierta vegetal, protegen a las gramíneas y otras herbáceas del apacentamiento y aportan alimento y hábitat a la fauna silvestre.

Por lo anterior, los objetivos del presente estudio son:

1. Determinar la amplitud ecológica de *Opuntia lindheimeri*, en el Estado de Coahuila.
2. Conocer la densidad de las poblaciones de esta especie
3. Obtener una descripción detallada de la variación morfológica dentro de esta especie para determinar su taxonomía.
4. Determinar los tipos de vegetación donde se presente *Opuntia lindheimeri* y las especies vegetales asociadas.

Con la información obtenida se pretende generar programas tendientes a darle un manejo adecuado a esta especie en beneficio de los pastizales de Coahuila, ya que los nopales son de las plantas más abundantes en el Estado.

Considerando que este trabajo es de tipo ecológico y se manejan una gran cantidad de variables ambientales y morfológicas que dificultan su análisis e interpretación, se elaborarán cuadros de concentración de datos por sitios de muestreo, cuadros de estadísticas elementales para los caracteres morfológicos y ciertas características cuantitativas de interés se analizarán estadísticamente utilizando intervalos de confianza simultáneos para

variación morfológica y apoyar la taxonomía del complejo *Opuntia lindheimeri*, estableciendo un marco de referencia metodológico para estudios similares.

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

Características Generales del Género *Opuntia*

Entre las plantas nativas que caracterizan el paisaje de las zonas áridas y semiáridas de México, está la familia de las cactáceas, donde el género *Opuntia* (nopales) está representado por numerosas especies. Este género se distribuye en todo el Continente Americano, aunque las especies y subespecies que comprende son en gran parte endémicas de América del Norte o de América del Sur, Bravo (1978). Agregando que la mayoría de las especies de nopales para México, se encuentran en las altiplanicies y crecen en suelos pedregosos con escaso contenido de materia orgánica, estando sujetos a condiciones de temperaturas extremas y de sequía prolongada. Los nopales no muestran adaptabilidad a los suelos arcillosos, compactos ni húmedos, prefieren los arenocalcáreos, sueltos poco profundos. Los suelos húmedos provocan enanismo y clorosis en las nopaleras, siendo además en dichas condiciones muy susceptibles al ataque de plagas y enfermedades.

Britton y Rose (1937); Bravo (1978) y Weniger (1984) señalan como características distintivas de *Opuntia* la

presencia de tallos articulados, hojas cilíndricas o cónicas en los tallos jóvenes, la presencia de glóquidas, la propiedad de ramificarse, tallos con areolas las que producen gloquidas y espinas, flores alternas, ovario con gloquidas y espinas, fruto con cáscara dura y semillas largas redondeadas de un lado y aplanadas de otro. (ver apéndice A y C).

Lamb y Lamb (1983) menciona que los nopales *Opuntia* spp, como la mayoría de las cactáceas son suculentos de "tallo", es decir, tienen un tallo muy desarrollado, el cual posee muchas capas de tejido blando que tienen la capacidad de almacenar agua. La superficie de los tallos posee en general una capa externa cerosa, la cual reduce la pérdida de agua por evaporación.

Importancia del Género *Opuntia*

Para describir la importancia del género *Opuntia* se consideran diferentes enfoques como los históricos, económicos y ecológicos.

Dentro del aspecto histórico, Thompson (1974) y Russell (1985) mencionan que las tribus que habitaban el Continente Norteamericano, entre ellas los Coahuiltecas, que ocupaban parte de la planicie árida del sur de Texas y el noreste de México abarcando los Estados de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila, usaban el nopal como alimento principal.

Griffiths (1905) reporta el uso del nopal como forraje para el ganado lechero y de carne, para los cerdos y ovejas y cabras en el sureste de Texas y el noreste de México por más de un siglo. Russell (1985) y Hanselka (1989) señalan que en las zonas áridas y semiáridas del Sur de Texas y Noreste de México los ganaderos se han enfrentado con severas sequías que han amenazado la existencia de la industria ganadera y cuando estas condiciones prevalecen, una alternativa para suplementar el alimento del ganado, son los nopales.

Con relación al aspecto económico, Griffith y Hare (1907) y Russell y Felker (1987) señalan que los nopales poseen una gran importancia en las áreas donde existen, ya que se pueden utilizar como forraje para el ganado o como alimento para grandes poblaciones de gente que lo consumen cuando los cladodios son jóvenes y se llaman nopalitos. Marroquín *et al.* (1964), Blanco (1966) y Correa *et al.* (1987) reportan que los nopales constituyen un magnífico sustituto de la alimentación de ganado lechero y de carne, principalmente cuando existe una escasez de otros tipos de forraje y Sibley (1989) y Monjauze y Le Houeron (1965) agregan que afortunadamente en el Sur de Texas y Noreste de México el nopal es un recurso ilimitado y barato para el sustento animal durante períodos de extensa sequía. Benavides (1985) y De Loach *et al.* (1985) menciona que el ganado desde el Sur de Texas, México y Centro y Sudamérica tienen una "alfalfa mexicana" a partir del nopal *Opuntia*

spp., que sirve como alimento de sostenimiento o de emergencia. Con respecto al valor nutritivo de los nopales Shoop *et al.* (1977) los describen como bajos en contenidos de proteínas y lípidos pero ricos en carbohidratos digeribles, en agua y vitaminas con una producción de energía digerible por unidad de agua alta.

Dentro del aspecto ecológico, los nopales tienen una gran importancia en los sitios donde abundan, ya que aportan alimento, protección y habitat a una gran cantidad de especies de fauna silvestre, como el venado cola blanca, el pécarí, la codorniz, liebres, conejos y roedores (Lehmann, 1984), agregando que sirven de protección a especies vegetales de tipo herbáceo y gramíneas.

Características de *Opuntia lindheimeri* Engelman

Bravo (1978) describe a esta especie como una planta arbustiva, suberecta a postrada, de 1 a 3 m de altura, artículos obovados a orbiculares o raramente alargados, normalmente de 15 a 25 cm de longitud, rara vez hasta de 12 cm de ancho la variedad *linguiformis*. Generalmente de 12 a 20 cm de ancho, de color verde y que tiende a verde azulado, más intenso conforme aumenta la latitud hacia el Oeste. Hojas angostamente cónicas de 3 a 9 cm de largo, espinas presentes en la mayoría de las areolas del artículo, salvo en las más basales, amarillas o a veces blanco amarillamiento, en ocasiones la base negra, morena o roja,

de una a seis por areola, generalmente una de ellas extendida subulada de 12 a 38 o hasta 50 mm de longitud, base de 0.7 cm de ancho.

Flores de 5 a 8 cm de diámetro, segmentos exteriores del perianto obovados de 0.6 a 3.5 cm de largo, mucronados de color amarillo a verde rojizo, segmentos de 6 a 12 o 15 cm de largo, anteras de 2 mm de largo, estilo de 1.2 a 2 cm de longitud, de color amarillo verdoso, lóbulos del estigma de 6 a 8 y de 4.5 a 6 mm de longitud. Fruto carnoso, obovado o alargado de 3 a 7 cm de longitud por 2.5 a 3 y hasta 3.8 cm de diámetro. Semillas de color bayo claro, asimétricamente elípticas de 3 a 4 mm de largo, de 2.5 a 3 mm de ancho y de 1.5 mm de espesor.

Weniger (1984) describe a *Opuntia engelmannii* como sinónimo de *Opuntia lindheimeri* con las siguientes características:

Tallos

Verticales, compactos o abiertos y arbustivos en forma difusa, comúnmente de 1 - 2 m alguna variedad de más de 3 m de longitud. Artículos circulares o muchas veces en forma de huevo, de 10 - 20 cm de largo, cuando maduros de color verde pálido a verde azulado, con la edad se vuelven verde amarillentos, hojas de aproximadamente 4-5 mm en longitud.

Areola

Pequeña y ovalada u oblonga, usualmente redondeada con una longitud aproximadamente de 1 cm cuando madura, algunas veces forman o presentan lana u otro tejido formando estructuras columnares hemisféricas.

Espinas

En número variable, típicamente de uno a cinco por areola, en cladodios maduros, algunas veces pueden estar entre 10 - 12 en cladodios de segundo año. Las espinas principales rígidas y de forma típica, otras son extendidas, más o menos flexibles, las hay largas y aplanadas, algunas son curvadas. Usualmente las espinas son enteramente amarillas con las bases cafés o moteadas de café. En algunas la base café puede ser blanquecina o con moteado café.

Flores

Grandes y llamativas, de 3.5-10 cm de diámetro, largas y amplias, amarillo claro, anaranjadas o rojo brillante, perianto de un solo color, nunca variado, ovario de una longitud de 2.5-7.5 cm de los estambres largos de color crema, antera del mismo color y estambres muy sensitivos, estilo blanquecino, lóbulos del estigma de cinco a diez, estilo verde o blanco.

Frutos

Variados, café rojizos, usualmente púrpura incompleto cuando están muy maduros. Completamente esféricos o en forma de pera, con o sin constricción en la base de 5-5 a 6.0 cm de longitud, con ombligo o lisos, semillas pequeñas de 12 mm.

Britton y Rose (1937), describen a *Opuntia lindheimeri* como una planta usualmente erecta, de 2 - 4 m de altura, con un tronco más o menos definido, pero muchas veces bajas y ramificadas de tipo arbustivo, artículos verdes o verde azulado, algunas veces glaucos, de forma orbicular u obovada, de cerca de 25 cm de longitud, hojas subuladas de 3 a 4 mm de longitud aplanadas con picos, areolas separadas aproximadamente por 6 cm. Espinas usualmente de una a seis, algunas veces dos, de .4 cm de longitud o más, en otros casos son cortas, de color amarillo pálido o blanquecino, algunas veces con la base café o negra.

Algunas plantas no tienen espinas, gloquidas amarillas por lo general o algunas veces cafés usualmente prominentes. pétalos amarillos o anaranjados, lóbulos del estigma verdes por lo general, fruto púrpura, piriforme u oblongo de 3.5 a 5.5 cm. de longitud.

Distribución de *Opuntia lindheimeri*

Esta especie es muy variable y está ampliamente extendida (Lamb y Lamb 1983), con sus muchas formas desde Texas, Nuevo México, Arizona y en todos los territorios de México que son fronterizos con los Estados Unidos.

Dawson (1963) y Britton y Rose (1937), mencionan que es una especie que se distribuye desde el Suroeste de Louisiana hasta el Sureste de Texas y Tamaulipas, México. Los segundos agregan que es muy común cerca de Brownsville y Corpus Christi cubriendo miles de acres.

Bravo (1978) señala que es una especie que presenta diversas variedades que tienen una amplia distribución desde el Sureste de Nuevo México a Texas y por la costa del Golfo hasta el Suroeste de Luisiana y en México en los Estados de Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Smith y Rechenthin (1964) y Grant y Grant (1979a) reportan que el acuerdo más ampliamente aceptado es que los nopales de Texas están representados por *Opuntia lindheimeri* como el más común en el Sur, mientras que *Opuntia engelmannii* y *Opuntia polyantha* son los más comunes en el Oeste y Noreste de Texas. El género *Opuntia* tiene muchas especies (Correa et al., 1987), pero las tres más comunes y ampliamente distribuidas para Texas son: *Opuntia*

engelmannii, *O. lindheimeri* y *O. polycantha*. *Opuntia lindheimeri* es poco común en las áreas de chaparral de encinos en la Sierra de Cuatrociénegas, Coahuila (Pinkava, 1984).

Weniger (1984) señala que esta especie tiene una amplia distribución desde la Costa del Golfo al Pacífico penetrando por México y en E.E.A.A. a lo largo de la Costa del Golfo hasta el Suroeste de Luisiana y el centro de Oklahoma, Sur de Abilene, Texas, Noreste de Nuevo México próximo a Santa Fe y escasamente al Suroeste de Arizona.

Anthony (1956), reporta que el rango de distribución de *Opuntia lindheimeri* desde el Suroeste de Luisiana hasta el Sur de Nuevo México pasando por el Sureste y Suroeste de Texas. En México para el Noreste de Tamaulipas.

Al Sur y al Este de San Antonio, Texas, Johnston, (1963) cita que en las praderas existen áreas con manchones de mezquites arbustivos asociados con *Opuntia lindheimeri* y algunas otras suculentas que son muy abundantes en áreas erosionadas.

Britton y Rose (1908) señalan que el rango de distribución de esta especie es Texas y Tamaulipas, mencionando que esta especie es claramente distinta de *Opuntia engelmannii*.

En la lista de especies de cactáceas del Parque Nacional Big Bend (Heil y Brack, 1986), reportan como rara a *Opuntia lindheimeri* en los desiertos planos.

La distribución de *Opuntia lindheimeri* comprende desde Texas hasta los límites del Sur de Nuevo León y Tamaulipas, prolongándose a veces hasta las partes húmedas de las inmediaciones de Ciudad Mante, Tamaulipas (Marroquín *et al.*, 1964).

Importancia de *Opuntia lindheimeri*

Entre las cactáceas importantes de la zona árida del Norte de México, Marroquín *et al.* (1964) mencionan a *Opuntia lindheimeri* como un nopal forrajero de primer orden que abunda en la planicie costera Tamaulipeca y Nuevoleonesa.

Esta especie no es importante en la producción de frutos y nopalitos, pero como forraje de emergencia es útil (Russell y Felker, 1987), mencionando que algunas plantaciones de *Opuntia lindheimeri* con espinas han sido usadas como un forraje de emergencia durante la sequía, especialmente en Texas, Estados Unidos de América después de quemar las espinas con antorcha de gas propano, agregan que en el Sur de Texas y el Noreste de México, el nopal *Opuntia lindheimeri* es muy abundante y ha sido utilizado como forraje de emergencia a pesar de su bajo nivel de proteína cruda y fósforo. Sin embargo, fertilizando con nitrógeno y

fósforo la productividad de esta especie y el valor nutritivo se pueden incrementar (González, 1989).

Amplitud Ecológica

Las especies vegetales presentan diferentes rangos de tolerancia a los distintos factores ambientales los cuales determinan su abundancia y distribución. Entre más tolerancia tengan a una variedad de factores como la temperatura, la humedad, el suelo y la luz, presentan mayor rango de distribución o de amplitud ecológica.

Las formaciones vegetales son un reflejo de las condiciones ambientales, por lo cual es factible predecir la estructura de la vegetación una vez que se conozcan los factores ambientales de importancia, así, el desierto seco (matorral xerófilo) se localiza en regiones templadas de escasa precipitación, con vegetación abierta y formas vegetales especiales como las cactáceas que se han adaptado eficientemente a dichas condiciones (Krebs, 1985).

Bell (1968) y Piñero (1976) consideran que algunos factores ambientales o una combinación de ellos, tales como la humedad, temperatura, luz, nutrientes y factores bióticos, pueden producir variaciones morfológicas en las plantas y a la vez pueden regular su distribución ecológica.

Por amplitud ecológica de una especie Brewer (1979), la entiende como el rango de tolerancia para múltiples condiciones ambientales y entre mayores rangos tengan las especies, mayor será su distribución.

Una especie está compuesta por un mosaico de poblaciones, cada una de las cuales difiere en sus características fisiológicas y algunas veces morfológicas que tienen una base genética y representan un valor de supervivencia, a dichas poblaciones se les llama "ecotipos". La diferenciación en ecotipos resulta de la selección por diferentes habitats y cuanto más amplios son los límites ecológicos de las especies, más numerosos serán sus ecotipos (Daubenmire, 1982; Mckell *et al.*, 1962).

Los ecotipos nos muestran tipos de variación dentro de las especies y Turreson (1922); Stebbins (1950) y Bell (1968), mencionan que son muy importantes en la evolución y muestran cierta regularidad, particularmente en relación con la adaptación a las condiciones ecológicas. Agregan que un ecotipo es el producto que resulta de una respuesta genotípica de una especie a un habitat particular.

Dentro de las cactáceas, Anthony (1954) señala que un pequeño rango de variación ocurre debido a variaciones locales en aporte de agua, altitud, suelo y exposición al sol. Agrega que la textura del suelo y la cobertura afectan el drenaje, lo cual es un factor importante que gobierna la

distribución local de las cactáceas y las asociaciones vegetales.

Cuando una serie de plantas genéticamente idénticas crecen en regiones diferentes, Daubenmire (1982) señala que las características de los individuos se desarrollan de acuerdo al habitat particular, por lo cual representan variaciones de muy ligeras a muy contrastantes, de acuerdo a la constitución hereditaria de dichos individuos. Las variaciones morfológicas inducidas por el ambiente ocurren como resultado de una exposición continua durante una gran parte del ciclo de vida, pero los ajustes fisiológicos pueden aparecer en unos cuantos días.

La diversidad fisiográfica produce una variedad de habitats, con un correspondiente desarrollo de muchas poblaciones diferentes de *Opuntia* (Anthony, 1956)..

La variación ambiental es causada por la influencia de los factores ambientales como la luz, agua, nutrientes, temperatura y suelo, los cuales regulan la amplitud ecológica de las especies (Jones y Luchsinger, 1979).

Las grandes altitudes, las bajas temperaturas y la competencia debida a la densidad en la vegetación mesófila, Anthony (1954) los considera como factores limitantes de las cactáceas y por lo tanto, regulan su distribución.

Como la distribución de *Opuntia lindheimeri* es amplia, abarcando desde Texas, Nuevo México y Arizona, en Estados Unidos y Noreste de México, se encuentra desde lugares costeros hasta altitudes de 1600 m (Lamb y Lamb, 1984).

El rango de distribución de las especies de nopal en general y de *Opuntia lindheimeri* en particular, se puede incrementar por la dispersión de artículos y semillas por acción del ganado y roedores Hanselka (1989); Harvey, 1936; Turner y Costello, 1942; Fodgen, 1978; Eddy, 1961 y agregan que los artículos derribados fácilmente producen nuevas raíces y de esta forma, aumentan la densidad y la distribución de los nopales.

Los insectos y las aves también juegan un papel importante en la dispersión, ya que aumentan la abundancia de las especies de nopal (Cook, 1942 y Holscher, 1944) y han destacado la relación entre el clima y la infestación de nopales por insectos.

Los nopales decrecen rápidamente con una alta precipitación después de una sequía (Reed y Peterson, 1961) y explican esta situación al hecho de que mucha humedad favorece la acción de los insectos.

Dentro de los factores ambientales que regulan la

abundancia y distribución de *Opuntia*, Thomas y Dorrow (1956) y Kinraide (1978), mencionan que el suelo y la sobreutilización tienen una mayor influencia que otros factores como el clima y los insectos.

Las infestaciones de *Opuntia* y otras cactáceas en algunas áreas, son la respuesta de diversos factores como el clima, la sobreutilización y los roedores a diferentes tipos de suelos (Houston, 1963; Niering *et al.*, 1963).

En las planicies centrales de Kansas y Colorado, la abundancia de nopaleras son mostradas como indicadores de una condición pobre de los pastizales debido a la sobreutilización (Turner y Costello, 1942; Kipple y Costello, 1960) y agregan que el clima o la sequía son probablemente los otros factores que regulan la abundancia de las especies de nopal.

Mancias (1972) menciona que las especies de nopales en México tienen su origen en el Estado de San Luis Potosí, apoyándose en la alta densidad y diversidad de especies que se presentan en dicha zona, donde son favorecidas por los terrenos calizos y por la baja altitud y no presentándose altas densidades en condiciones de bajas temperaturas o de exceso de humedad.

Con fines descriptivos, el territorio Centro-Norte de México, Marroquín *et al.*, (1964) lo divide en tres zonas

nopaleras: a) Zona Nopalera Potosino-Zacatecana, que incluye parte de Aguascalientes, Jalisco, Durango y parte de Coahuila, con temperaturas medias mensuales de 12 a 20°C y con sustrato de origen ígneo; b) Zona Nopalera del Noreste de México, la cual comprende la región Norte de la planicie costera Nororiental, abarcando el Norte de Tamaulipas y el Norte y Oriente de Nuevo León, la cual es una zona de llanuras y colinas de poca elevación con vegetación de mezquite-nopales y pastizal, con una variación mensual de 5 mm de precipitación en la época seca a 100 mm en la época de lluvias y temperaturas medias mensuales de 11 a más de 30°C; y c) Zona Nopalera Difusa, que es la más amplia de las tres, se extiende desde las partes calizas de San Luis Potosí, Zacatecas y Nuevo León, hasta Coahuila y las partes áridas de Durango y Chihuahua. En esta zona se localizan la mayoría de las nopaleras de Coahuila.

La sobresaliente reproducción vegetativa entre los *Opuntiae*, es un factor muy significativo (Anthony, 1954) que les permite aumentar su rango de distribución al presentar varias características como son: 1) Una rápida invasión y establecimiento en nuevos hábitats disponibles, 2) Un crecimiento general en muchas áreas, y 3) Una gran variedad de formas. Además, el consumo de frutos y artículos por los animales y la sobreutilización y el disturbio alrededor de las nopaleras, estimulan un incremento en las poblaciones locales de *Opuntia*.

Las xerófitas crecen en regiones áridas, donde la lluvia es baja y la insolación del día es alta (Neals *et al.*, 1968), sin embargo, las plantas muestran adaptaciones fisiológicas a la sequía. Aatman y Dittmer (1966) agregan que las plantas desérticas compensan parcialmente su incapacidad para escapar de extremos climáticos por tener amplio rango de tolerancia a la temperatura, lo cual les permite mantener sus actividades.

Las temperaturas toleradas por las especies Xerófitas herbáceas en pastizales secos son de 50°C a 55°C y el nopal (*Opuntia* spp.) sobrevive a temperaturaas aproximadas a los 63°C, este incremento en la resistencia al calor (Headley, 1972) la menciona que se debe en parte a la estabilidad molecular y a las proteínas enzimáticas.

Las cactáceas como *Opuntia leavis* y *Opuntia polycantha*, exhiben poca pérdida de agua, viabilidad excepcional, bajos requerimientos nutricionales, baja actividad fotosintética, baja translocación y bajo rango de transpiración comparadas con plantas de maíz y soya (Chow *et al.*, 1965) y agregan que el número limitado de estomas, la cutícula cerosa y la alta capacidad de las células del mucílago del nopal para almacenar agua, son las características responsables de su capacidad fisiológica y adaptativa para tolerar el ambiente en el cual se desarrollan.

La densidad y la amplitud de las nopaleras están reguladas por los factores ambientales como el tipo de suelo, la precipitación, el drenaje, la exposición, el régimen de apacentamiento del área y los recientes eventos históricos de uso (Janzen, 1986; Kipple y Costello, 1960) que consideran estos hechos para que las nopaleras sean de las comunidades más conspicuas en el Desierto Chihuahuense. El alto consumo de frutos de nopaleras por liebres, roedores, venados, ardillas, pecari, ovejas, coyotes, tortugas, reptiles y aves, contribuyen a la dispersión de semillas viables de nopal, lo que ocasiona que haya un incremento en su rango de distribución.

En las planicies Edwards, en Texas, *Opuntia lindheimeri* muestra preferencia por los suelos húmedos (Grant, 1979b) comparada con *Opuntia edwardsii* que prefiere los suelos bien drenados.

En relación a los nopales forrajeros de la Sierra de la Paila, municipios de Ramos Arizpe y General Cepeda, Coahuila, Espinoza ,(1987) señala que *Opuntia lindheimeri* se ve favorecida por la creciente disponibilidad de nutrientes minerales como fósforo y potasio, asociada con suelos de bajo contenido de arena y escasa elevación sobre el nivel del mar, en estas condiciones, tienden a desarrollarse plantas robustas con mayor crecimiento lateral que vertical. Agrega que los suelos que presentan pH menos alcalino, favorecen la presencia de plantas con una mayor longitud de

cladodios y más areolas por cladodio. Concluyendo de que la distribución local de los nopales en la Sierra de La Paila está determinada por la presencia de un gradiente de disponibilidad de nutrientes minerales (Magnesio, Fósforo y Potasio) y por un aspecto completo de acumulación y descomposición de materia orgánica asociado con la altitud y la pendiente.

Marroquín *et al.* (1964) describe a *Opuntia lindheimeri* como una especie que crece en suelos profundos, presentando un desarrollo que va de una forma casi rastrera hasta la subarborea, eludiendo por lo general los lomeríos y suelos drenados y prefiriendo las planicies costeras.

En las planicies Edwards en Texas, Grant y Grant (1979a) señalan que *Opuntia lindheimeri* es la especie más abundante, *O. edwardsii* es la segunda y *O. phaeacantha major* es la menos común, agregando que la abundancia relativa puede ser considerada como un indicador de ventaja competitiva y la posición subordinada de *O. phaeacantha major* en el orden de dominancia se debe a un relicto de la especie, que en otro tiempo fue abundante, pero que tal vez debido a que cambios climáticos y de otro tipo en los siglos y milenios recientes han favorecido la expansión de *Opuntia lindheimeri* y *O. edwardsii* a expensas de *O. phaeacantha major*, describiendo que *O. lindheimeri* muestra preferencia por los suelos húmedos y *O. edwardsii* prefiere los suelos bien drenados, considerando a las tres especies como

simpátricas.

Variación Morfológica

Dentro de una especie vegetal se presenta una alta variación morfológica y fisiológica determinada por el ambiente en el cual se desarrolla y cuando las especies tienen un amplio rango de distribución mayor será su variación, ya que ocupan una gran diversidad de ambientes, (Daubenmire 1982) y por lo tanto, toleran diferentes condiciones ecológicas. Bravo (1978), señala que el género *Opuntia* está ampliamente distribuido en la República Mexicana y presenta muchas variaciones debido a la poliploidia y a la hibridación que se presenta en las poblaciones naturales y se traduce en fuertes variaciones morfológicas individuales y poblacionales. Elizondo y Whebe(1987) agregan que *Opuntia lindheimeri* presenta una amplia gama de variación como respuesta a las diversas condiciones ecológicas que existen , lo que ha permitido que en Coahuila se presenten cuatro variedades de esta especie, siendo las características más significativas la forma del cladodio, la distancia entre las areolas, disposición de las gloquidas y la forma y color del fruto, como se muestra en el Cuadro 2.1.

Los nopales del centro de Texas, entre ellos *Opuntia lindheimeri*, presentan variaciones que han permitido la formación de razas; locales localizadas por regiones

geográficas (Grant y Grant, 1979b), distinguiendo para esta especie dos razas, una raza de las llanuras y planicies costeras del Este y Sureste de Texas y una segunda raza geográfica que ocurre en las Sabáanas más áridas de las colinas de Texas al Oeste, llamándola raza de las colinas; la raza de las llanuras es más alta y tiene espinas de color amarillo puro, mientras que la raza de las colinas es más baja y tiene espinas que varían desde amarillo hasta café rosadas. Mencionando, además, que las poblaciones de *Opuntia lindheimeri* en el Desierto Chihuahuense posiblemente formen una tercera raza geográfica y que otros autores han reportado a la variedad *Opuntia lindheimeri* var. *tricolor* como una raza en los llanos del Río Grande, al Sur de Texas, y a *Opuntia lindheimeri* var. *lehmanii* una raza de las partes costeras del Sur de Texas.

Taxonomía del Complejo *Opuntia lindheimeri*

Dentro del género *Opuntia* se habían reconocido más de 900 miembros antes de 1919, (Anthony, 1956), indicando que este número se ha reducido mucho ya que existían algunos nombres con sinónimos y en la actualidad se reconocen aproximadamente 250 especies y es el resultado del reconocimiento de la alta capacidad de variación dentro de las especies y de la redefinición de descripciones basadas en material estéril. Este autor agrega que debido a que el género *Opuntia* es menos especializado en sus modificaciones con respecto a otros géneros de cactáceas, responde más

fácil y claramente a las condiciones ambientales fluctuantes de los habitats xerofíticos y en esta forma producen muchas variaciones donde la diversidad fisiográfica produce una variedad de habitats con un correspondiente desarrollo de poblaciones diferentes de *Opuntia*. Dentro de las *Opuntias* se utilizan caracteres suficientemente constantes que son de valor taxonómico como son: hábito de crecimiento (postrado, erecto o arborescente), tipo de raíces (tuberosas o fibrosas), forma de los artículos (cilíndricos o aplanados), distancia entre areolas, forma y color de espinas, forma del estilo, tipos de frutos (secos, carnosos, desnudos o con espinas), forma del ombligo del fruto y tamaño de las semillas, sin embargo, estos caracteres pueden modificarse considerablemente bajo condiciones adversas de clima y suelo, agregando que entre las *Opuntia* la mayor variación es expresada en:

- Tamaño de artículos y hojas
- Número de espinas por areola
- Proporción de areolas con espinas o desnudas por artículo
- Longitud de las espinas individuales.

Ocurriendo un pequeño rango de variación en presencia o ausencia de tronco, cantidad de artículos con cobertura glauca, tamaño y forma del ovario y fruto, siendo estas variaciones causadas por diferencias locales de aporte de agua, altitud, tipo de suelo y exposición al sol,

lo que ocasiona que se hagan descripciones taxonómicas erróneas o duplicadas.

Rowley (1958) señala que el género *Opuntia* ha sido de los menos afortunados en los cortes taxonómicos debido a que muchas descripciones se basaron en las semillas o en caracteres vegetativos como la forma y longitud de los artículos o sobre la distribución geográfica. Bravo (1978) menciona que *Opuntia lindheimeri* presenta variedades que forman un gran complejo, algunas de ellas han sido confundidas y frecuentemente se les han aplicado diversos nombres, señalando para Coahuila tres variedades que son: *O. lindheimeri* var. *lindheimeri*, *O. lindheimeri* var. *tricolor* y *O. lindheimeri* var. *aciculata*. Britton y Rose (1937) agregan que esta especie es extremadamente variable, compuesta de muchas razas que difieren en estructura, color de flores, tamaño y forma de artículos y frutos, hábito de crecimiento desde formas bajas y postradas hasta más o menos erectos con ramificaciones laterales.

En Texas se presenta una alta variación dentro y entre poblaciones de nopales Grant y Grant (1979 a, b), siendo la mayor parte resultado de la hibridación natural de tres especies simpátricas: *Opuntia lindheimeri*, *O. edwardsii* y *O. phaeacantha* var. *major*, las cuales se hibridizan en todas las posibles combinaciones.

Weniger (1984), considera a *Opuntia lindheimeri*,

Engelmann, como sinónimo de *Opuntia engelmannii* SD, y la correspondencia entre las variedades propuestas por Weniger (1984) y las propuestas por Bravo (1978) y Elizondo y Wehbe (1987), se muestra en el Cuadro 2.2.

Cuadro 2.2. Variedades correspondientes para *Opuntia lindheimeri* vs. *Opuntia engelmannii*

Weniger (1984)	Bravo (1978), Elizondo y Wehbe (1987)
<i>Opuntia engelmannii</i> var. <i>cacanapa</i> (gr) Weniger	<i>O. lindheimeri</i> var. <i>tricolor</i>
<i>Opuntia engelmannii</i> var. <i>aciculata</i>	<i>O. lindheimeri</i> var. <i>aciculata</i>
<i>Opuntia engelmannii</i> var. <i>subarmata</i>	<i>O. lindheimeri</i> var. <i>subarmata</i>
<i>Opuntia engelmannii</i> SD	<i>O. lindheimeri</i> var. <i>lindheimeri</i>

Anthony (1954), señala que los *Opuntiae* presentan un verdadero problema taxonómico ya que muchas de sus características son una marcada respuesta a las condiciones ambientales y prevalece entre ellos la reproducción asexual. *Opuntia engelmannii*, *O. phaeacantha* y *O. lindheimeri* pueden ser interpretadas como un complejo polimórfico que tiene un gradiente de variación continuo dentro de estas especies, por lo cual debe sostenerse su separación taxonómica, ya que muchas variaciones pueden ocurrir a nivel individual y se pueden reconocer las diferencias.

De acuerdo con Bravo (1978) *Opuntia lindheimeri* pertenece al:

Género *Opuntia*

Subgénero *Opuntia (Platyopuntia)*

Serie Dillenianae

y presenta tres variedades para Coahuila.

Opuntia lindheimeri var. *aciculata*

Opuntia lindheimeri var. *tricolor*

Opuntia lindheimeri var. *lindheimeri*

y Elizondo y Wehbe (1987) reportan otra variedad *Opuntia lindheimeri* var. *subarmata*.

La clave para identificar las variedades de acuerdo con Bravo (1978) con modificaciones al agregar la variedad *subarmata* por Elizondo y Wehbe (1978), es la siguiente:

- A. Espinas presentes en casi todas las areolas de artículo
 - B. Espinas de 1.2 a 4 o 5 cm de longitud var. *lindheimeri*
 - BB. Espinas de 5 a 7.5 cm de longitud var. *tricolor*
- AA. Espinas ausentes en la mayoría de las areolas del artículo.
 - B. Artículos más largos que anchos de color verde oscuro var. *aciculata*

BB. Artículos más anchos que largos de color

verde azulado

var *subarmata*

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

Descripción y Localización del Area de Estudio

El presente estudio se realizó en el Estado de Coahuila, compuesto por 38 municipios, con una superficie total de 151,578.37 km², ocupando el 7.8 por ciento de la superficie nacional y es la tercera de las Entidades del territorio de México de acuerdo a la información aportada por la síntesis Geográfica del Estado de Coahuila de la Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP), (1983).

El territorio mexicano posee una posición geográfica privilegiada en lo que se refiere a la gran variedad de climas, de entre los cuales las zonas áridas y semiáridas ocupan una extensión considerable (Streeta y Mosiño, 1963), agregando que la pluviosidad, temperatura y evaporación son los tres factores básicos cuyos valores en proporciones diversas determinan la aridez de un lugar, correspondiendo al Estado de Coahuila estar localizado dentro de las extensiones áridas más importantes que cubren prácticamente la totalidad de su superficie, fuera de las zonas montañosas y que una línea Norte-Sur, que pasa entre Saltillo y Torreón viene a ser un eje a uno y otro lado del cual se encuentran

todos los grados de aridez, en dirección de cada una de las cadenas montañosas que delimitan la Altiplanicie Mexicana. De hecho, esta región es geográficamente hablando una extensión meridional de los inmensos territorios de los Estados Unidos que cubren los Estados de Texas y Nuevo México. En dirección sur la aridez disminuye progresivamente hacia Matehuala y San Luis Potosí y, hasta las cercanías de Guanajuato, donde se deja sentir el clima tropical de altura, característico de la mesa central, con inviernos térmicamente no diferenciados. La región árida comprendida por dichos Estados (Coahuila y Chihuahua) en el norte de la República Mexicana, es la más importante en extensión y al mismo tiempo una de las más altas del mundo, con una altura media de 1500 m.

El Estado de Coahuila queda comprendido en su mayor parte en el Desierto Chihuahuense, donde la porción sur de éste se extiende desde los límites de Zacatecas y San Luis Potosí hacia el norte, pasando por Saltillo, Torreón y Chihuahua, conteniendo diversos tipos de vegetación con especies dominantes de *Opuntia*, *Yucca*, *Acacia*, *Prosopis*, *Larrea*, *Agave* y *Jatropha* (Janzen, 1986).

Ubicación

El Estado de Coahuila se localiza entre los $24^{\circ}32'13''$ y los $29^{\circ}52'47''$ de latitud norte; y entre los $99^{\circ}50'30''$ y los $103^{\circ}57'03''$ de longitud oeste. Limita al norte

con los Estados Unidos, particularmente con Texas a través del Río Bravo, por el oriente con Nuevo León, por el sur con Zacatecas y en un vertiente al sureste con San Luis Potosí; por el suroeste con Durango y por el poniente con Chihuahua (SPP, 1983) (Figura 3.1).

Geología

El territorio Coahuilense se constituye en su mayor extensión de rocas sedimentarias, marinas y continentales con edades que datan del Paleozoico hasta el Cuaternario. Las más típicas son las calizas del Mesozoico. Estas rocas se ven afectadas por intensos plegamientos, afloramientos e intrusiones, la posición de los plegamientos es en dirección Este-Oeste en el sur del Estado y Noreste-Sureste en el resto. Asimismo, las sierras se orientan preferentemente en tales direcciones.

Existen diversas regiones en el Estado que se componen de rocas ígneas con edades que varían desde el triásico hasta el cuaternario. las rocas extrusivas son las más jóvenes y forman, en algunos casos, las áreas más altas de las sierras, mientras que las intrusivas quedan expuestas en pequeños cuerpos debido a la erosión de las rocas sedimentarias, a las cuales intrusionaron y en algunos casos mineralizaron. En algunos lugares afloran conglomerados continentales terciarios que constituyen lomeríos y extensas bajadas en las sierras. Los depósitos más recientes son

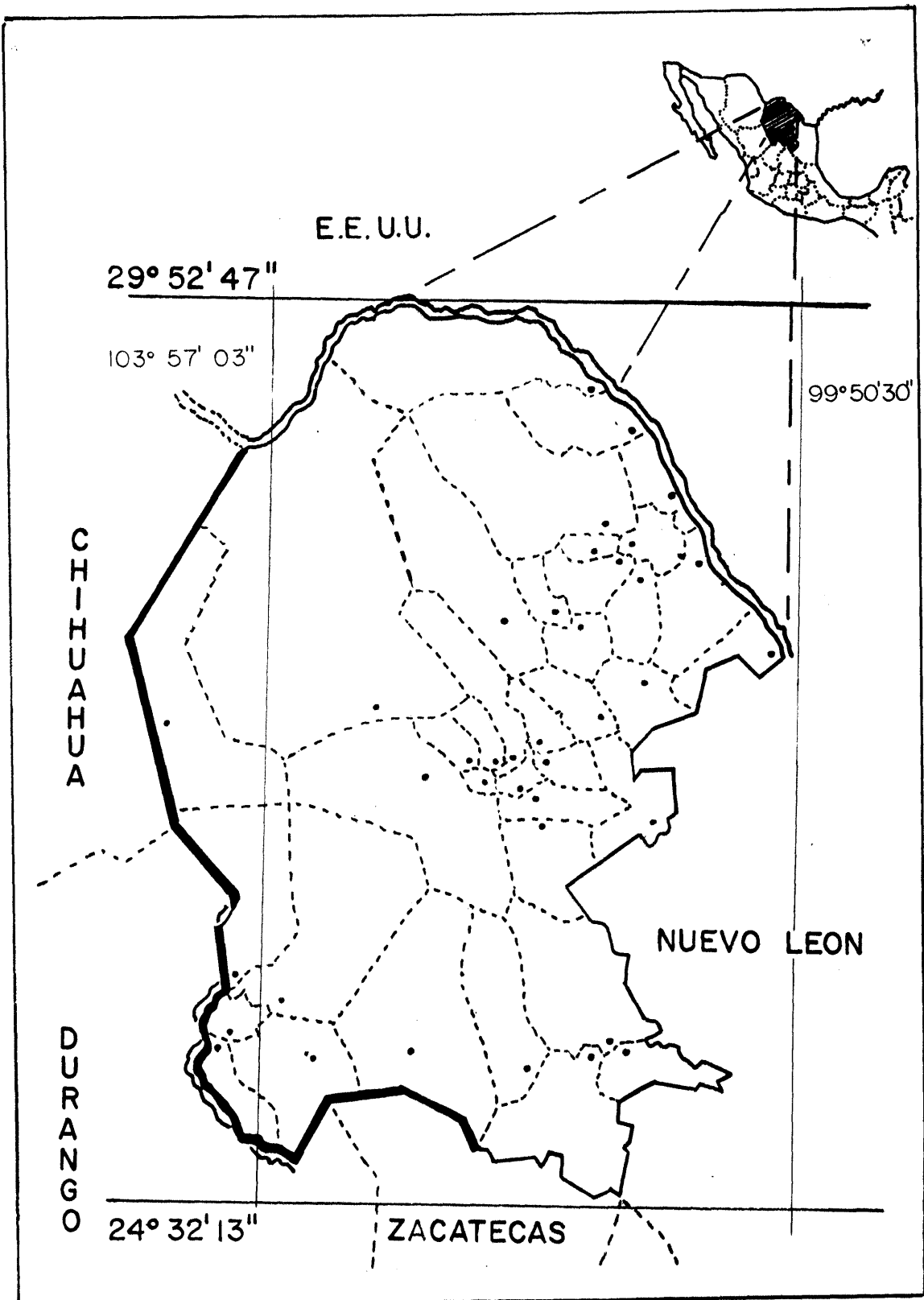


Figura. 3.- Ubicación del area de estudio, (Estado de Coahuila).

SPP, 1983.

aluviones compuestos por detritos de diversas rocas que cubren la mayor parte de los llanos y alcanzan espesores de cientos de metros. Finalmente las rocas metamórficas paleozoicas afloran en pequeñas áreas dispersas por varias zonas de la Entidad (SPP, 1983).

Clima

El Estado de Coahuila está situado en su mayor parte en el oriente de una gran área climática denominada Desierto Chihuahuense o Desierto del Norte de México. Esta región, que fisiográficamente abarca extensas áreas de la Sierra Madre Oriental por todo el centro y oeste de Coahuila, y el oriente Chihuahuense, hasta los Estados de Texas y Nuevo México, en Estados Unidos, se caracteriza por poseer climas continentales, secos y muy secos, que van desde los semicálidos, predominantes en los bolsones coahuilenses, hasta los templados en las partes más altas y las más septentrionales. La parte nororiental del Estado se ubica al este de la barrera orográfica de la Sierra Madre y así los climas que se presentan en estos terrenos son más húmedos y cálidos y la influencia marítima es en general más notable.

Son tres las áreas en las que puede dividirse al Estado por sus climas: el occidente muy seco, que comprende extensas llanuras desérticas de la provincia de Sierras y Llanuras del Norte y algunas otras, el Centro y el Sur, en

los que se asocian climas desde secos templados y los templados subhúmedos en las cumbres serranas, con predominancia de climas secos y que coincide con el área de la Sierra Madre Oriental en el Estado; por último el noreste semiseco con influencia marítima más notoria, que corresponde en general a los terrenos de las grandes llanuras de Norteamérica (SPP, 1983).

De acuerdo con García (1973), el clima en el Estado de Coahuila corresponde a los tipos BS y BW que son secos y desérticos, en algunas áreas de las sierras el tipo de clima es el C, que es templado, subhúmedo, con lluvias la mayor parte del año. La precipitación en general para todo el Estado es escasa la mayor parte del año, con Isoyetas de 200 y 300 mm, y la temperatura es extremosa, la humedad atmosférica baja y la evaporación es elevada. En general, el clima es muy extremoso con veranos muy calurosos y los inviernos fríos.

Fisiografía

Los límites del Estado de Coahuila encierran arcos que corresponden a tres provincias fisiográficas de México (Figura 3.2).

1. La provincia de Sierras y Llanuras del Norte.
2. La provincia de la Sierra Madre Oriental
3. La provincia de las Grandes Llanuras de

Norteamérica.

Provincia de las Sierras y Llanuras del Norte

Esta provincia es árida y semiárida, se extiende profundamente en territorio de Estados Unidos y presenta penetraciones digitadas desde ese país al extremo norte del Estado de Sonora. Su extensión principal dentro del territorio de México, al Sur del Río Bravo, colinda al Oeste con la Sierra Madre oriental y tiene un punto de contacto en el extremo sur con la Mesa Central. Comprende parte de los Estados de Chihuahua, Coahuila y Durango. ▽

En esta provincia se alternan llanuras y sierras, más espaciadas están en el sureste que en el noreste. Estas sierras son abruptas y se levantan de 500 a 1000 m, sobre las llanuras y de 2000 a 3000 m de altitud. Suelen estar rodeadas de amplias bajadas que las semisepultan. La elevación de las llanuras tiene un mínimo de 800 m de altitud a las orillas del Río Bavo en la zona de Ojinaga. Casi todas se encuentran a unos 1000 m de altitud y sólo en el sur llegan a 1400 m, como ocurre en la Laguna de Mayrán.

Los llanos en general están cubiertos de aluviones y a veces tienen acumulaciones salitrosas ("barriales").

La morfología es de bolsones, cuencas de drenaje interno más o menos rodeadas de sierras en las que se extienden sobre las llanuras centrales las amplias bajadas

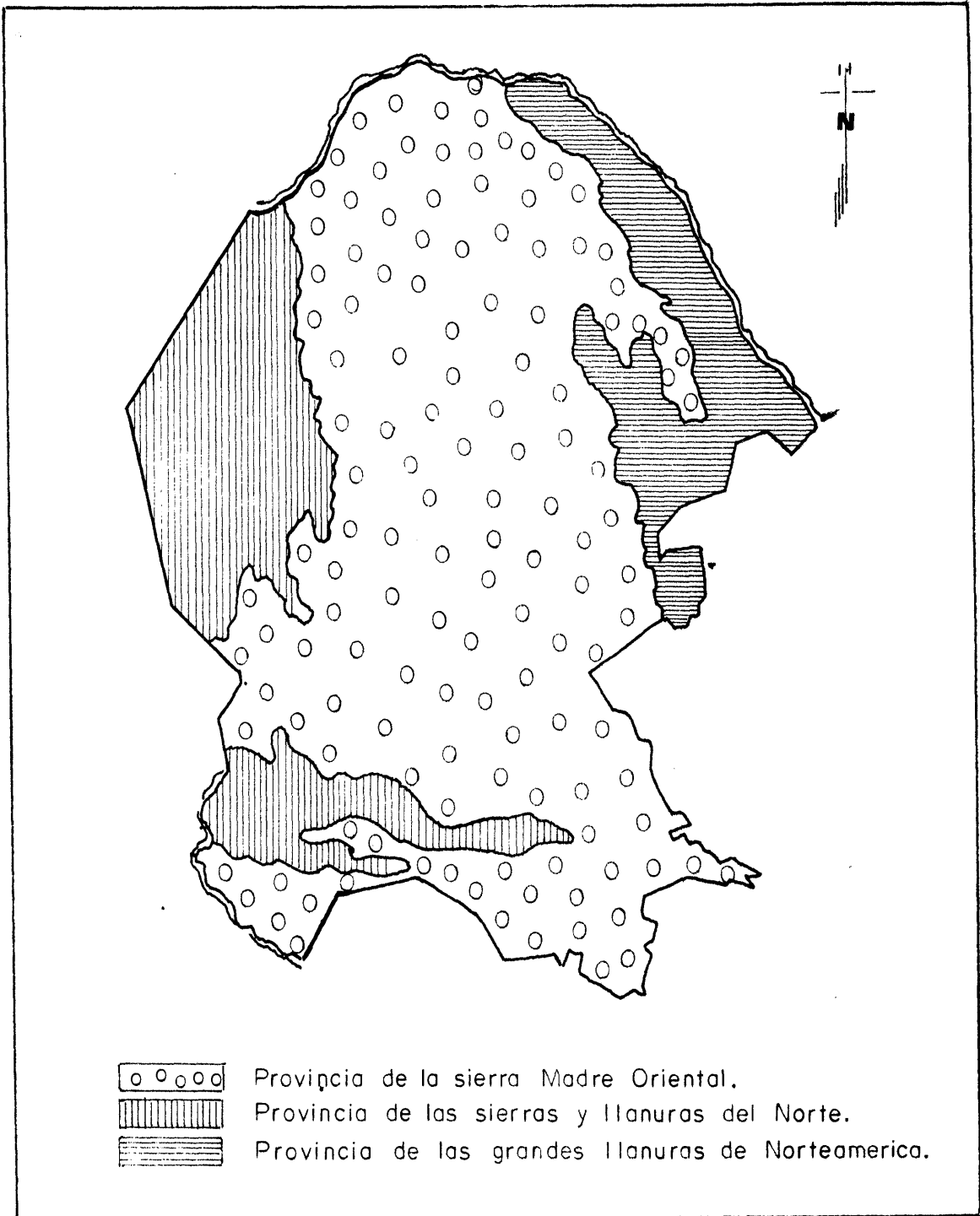


Figura.3.2 _ Provincias fisiográficas de Coahuila, SPP. (1983).

aluviales de pendientes leves. Con estas condiciones impera el drenaje endorreico, o sea, drenaje interior de desierto y carencia de redes fluviales organizadas y coherentes. El patrón climático de la provincia es muy sencillo, dominan los climas muy secos, cálidos.

Esta provincia comprende tres subprovincias (Figura 3.3).

1. Subprovincia de las llanuras y sierras volcánicas
2. Subprovincia del Bolsón de Mapimí
3. Subprovincia de la Laguna de Mayrán

Provincia de la Sierra Madre Oriental

Esta provincia ocupa la mayor parte del Estado de Coahuila y corre desde sus inicios en la frontera y sus límites con la del Eje Neovolcánico en las crecanías de Pachuca, Hidalgo, en sentido burdamente paralelo a la costa del Golfo de México. A la altura de Monterrey, N.L., tuerce abruptamente al oeste para extenderse hasta la Sierra Madre Occidental al norte de Cuencamé, Durango. Colinda al norte con la provincia de las Sierras y Llanuras del Norte y la de Sierras de Coahuila; al Oeste con la Mesa Central y en una pequeña franja al extremo noreste, con la Sierra Madre Occidental; al sur con la provincia del eje Neovolcánico; y al este con las grandes Llanuras de Norteamérica y la Llanura Costera del Golfo Norte. Abarca parte de los Estados

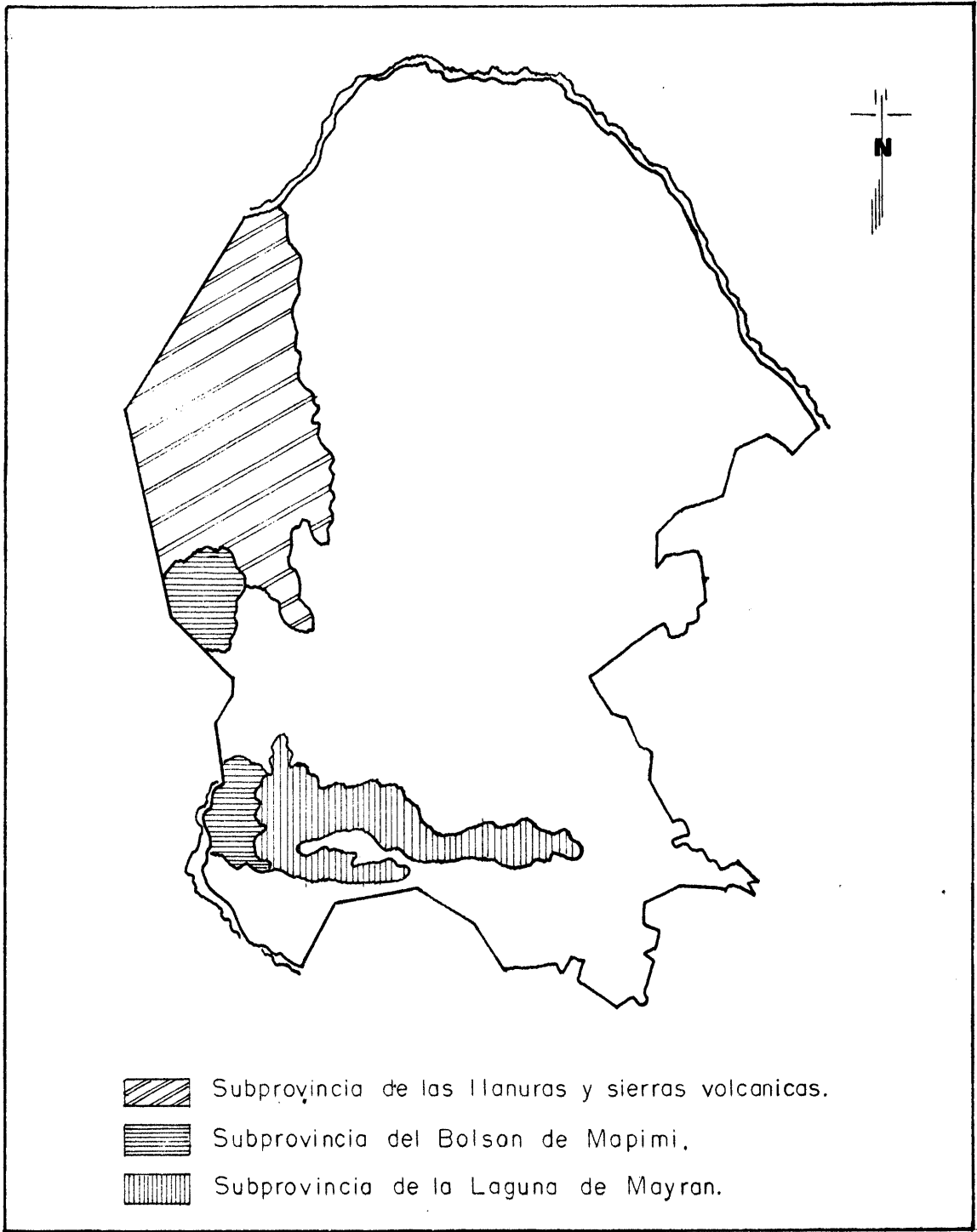


Figura. 3.3_ Provincia de las sierras y llanuras del Norte con sus 3 Subprovincias.

de Durango, Coahuila, Zacatecas, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro, Veracruz, Hidalgo y Puebla.

En lo fundamental, la Sierra Madre Oriental es un conjunto de sierras menores de estratos plegados, tales estratos son de antiguas rocas sedimentarias marinas (cretácicas y del Jurásico Superior) entre las que predominan en forma destacada las calizas quedando en segundo plano las areniscas y las rocas arcillosas (lutitas). El plegamiento se manifiesta de múltiples maneras, pero su forma más notoria en estas sierras es la que produce una topografía de fuertes ondulados paralelos alargados, semejantes a la superficie de un techo de lámina corrugada. Las crestas reciben el nombre de anticlinales y los senos de sinclinales.

En general, las altitudes de las cumbres de la Sierra Madre Oriental caen entre los 2000 y 3000 msnm, pero en su mayor parte más elevada, que se ubica entre Saltillo y Ciudad Victoria, alcanza más de 3000 m de altitud. La Sierra Madre Oriental presenta una imponente escarpa sobre la llanura costera del Golfo del Norte, pero su transición hacia la Mesa Central y la provincia del Eje neovolcánico de las mismas y a los rellenos de materiales y aluviales y volcánicos. Dada la predominancia de calizas en la provincia, se han producido particularmente en la porción media y sur de la misma, considerables manifestaciones de

"Carso", esto es, de geoformas resultantes en la disolución de la roca por el agua. Estos procesos han tenido una influencia muy patente sobre las condiciones naturales y el paisaje de dicha región de la sierra. La intensa infiltración del agua al subsuelo, típica de los carsos, han formado extensos sistemas cavernarios, así como también han generado copiosos manantiales, especialmente al pie de la sierra, como en el Paraíso, próximo a Ciudad Mante. Son frecuentes grandes dolinas de presiones circulares u ovaladas de piso plano producidas por la disolución de la roca, lo mismo que depresiones aún más extensas formadas por la fusión de dolinas vecinas y el desplome de techos de cavernas.

Los climas varían sobre una amplia gama de condiciones de temperatura y precipitación. En las sierras transversales, Torreón-Salttillo, impera un rígido régimen cálido seco de desierto.

Esta provincia comprende seis subprovincias (Figura 3.4).

1. Subprovincia de las Sierras Transversales
2. Subprovincia de la gran Sierra Plegada
3. Subprovincia de los pliegues Saltillo-Parras
4. Subprovincia de la Sierra de la Paila
5. Subprovincia de las Sierras y Llanuras Coahuilenses

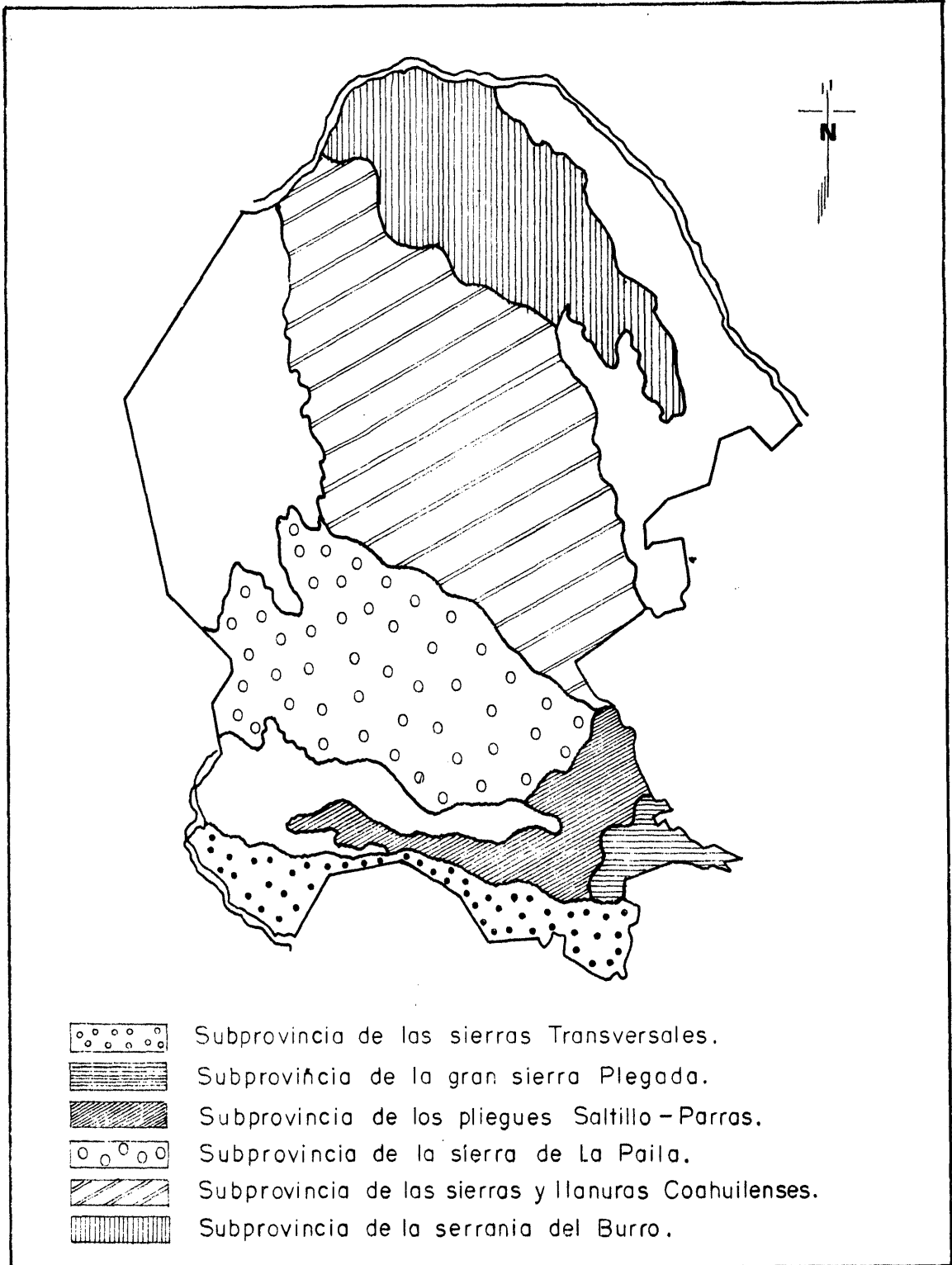


Figura. 3.4._ Provincia de la sierra Madre Oriental con sus 6 Subprovincias.

6. Subprovincia de la Sierra del Burro

Provincia de la Gran Llanura de Norteamérica

Es una gran provincia fisiográfica que se extiende, de norte a sur, desde las provincias políticas Canadienses de Alberta (al Norte y Este de la misma), y Saskatchewan (Oeste y Sur) hasta el norte de México en Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Atraviesa el centro de los Estados Unidos de Norteamérica sobre los territorios orientales de los Estados de Montana, Wyoming, Colorado y Nuevo México, los occidentales de Dakota Norte, Dakota Sur, Oklahoma y casi todo el territorio de Nebraska y Kansas. Sus límites en el poniente (con las Montañas Rocallosas y en México, con la Sierra Madre Oriental).

El rasgo más destacado de esta provincia es la fuerte dominancia de amplias llanuras, muy planas y cubiertas de vegetación de pradera, antiguo habitat del bisonte. De las subprovincias que integran a la gran llanura de Norteamérica, sólo queda una dentro del territorio mexicano, que es la siguiente:

Subprovincia de las llanuras de Coahuila y Nuevo León (Figura 3.5).

Esta subprovincia limita al norte y este con el Río Bravo, al oeste con la Sierra Madre Oriental y al Sureste

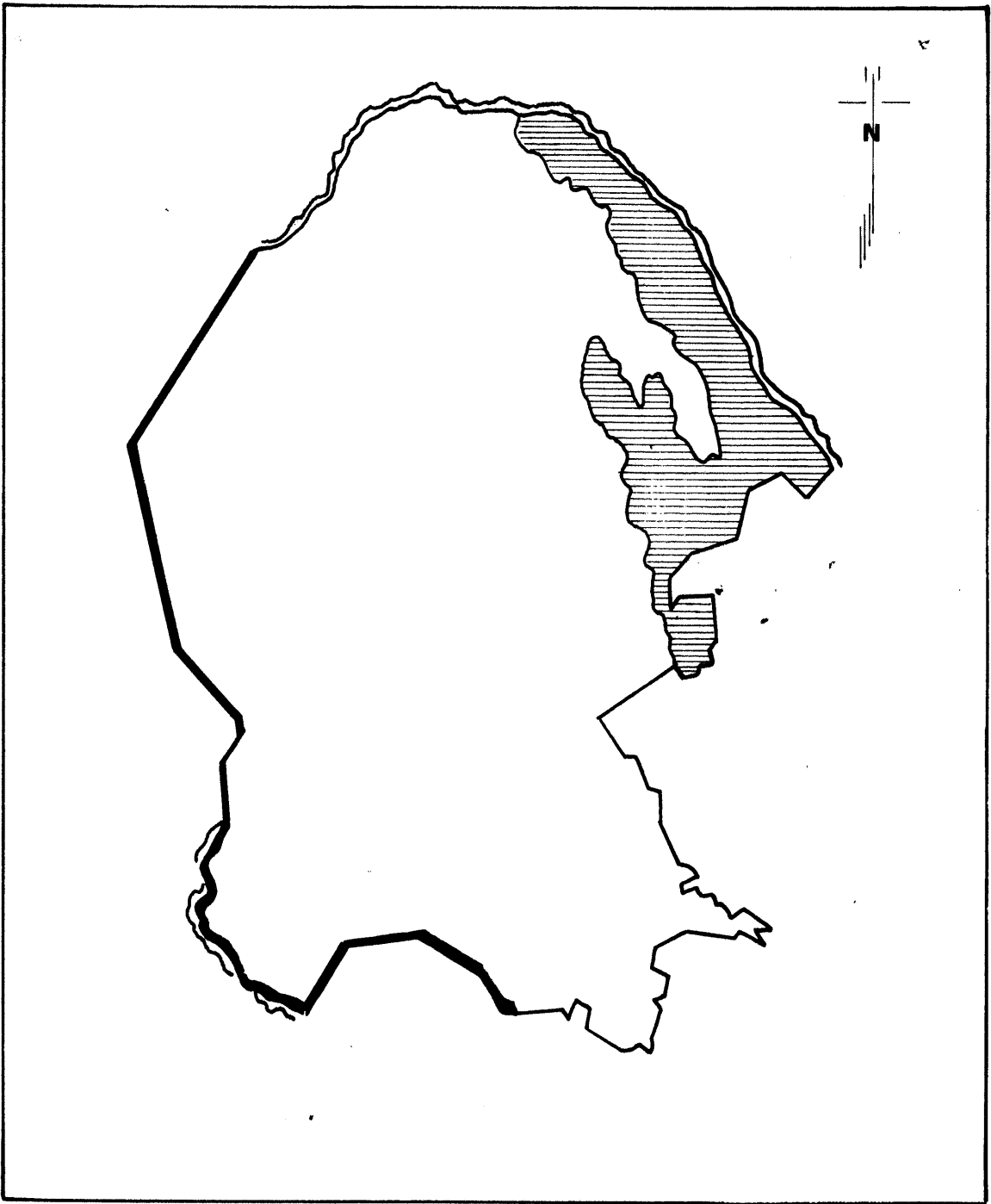


Figura. 3.5, Provincia de las grandes llanuras de Norteamérica, comprendida totalmente por la subprovincia de las llanuras de Coahuila y Nuevo Leon.

con la Llanura Costera del Golfo Norte. Abarca parte de los Estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas y se caracteriza por la presencia de llanos interrumpidos por lomeríos dispersos, bajos, de pendientes suaves y consituidos en forma dominante por materiales conglomeráticos. Una de las llanuras más amplias de esta zona, es la que se extiende desde ciudad Anáhuac, Nuevo León, hasta Nueva Rosita, Coahuila, cuya altitud aproximada es de 500 m. Esta subprovincia forma parte de la región conocida como llanura costera o plano inclinado y en su parte norte más o menos a la altura de Nuevo Laredo, Tamaulipas, la que se ubica en territorio Coahuilense, donde cubre 25,665.89 km² del área estatal y comprende por completo los municipios de Allende, Hidalgo, Jiménez, Nava y Piedras Negras; y partés considerables de Acuña, Candela, Escobedo, Guerrero, Juárez, Morelos, Múzquiz, Progreso, Sabinas, San Juan de Sabinas, Villa Unión y Zaragoza.

Suelo

El patrón edáfico presente en el Estado de Coahuila es variable y está determinado por las condiciones topográficas, geomorfológicas y climáticas de la zona.

En base a las subprovincias fisiográficas comprendidas en el Estado de Coahuila, los tipos de suelos que presenta son los siguientes:

En la Subprovincia llanuras y sierras volcánicas de la provincia Sierra y llanuras del Norte con las condiciones topográficas y geomorfológicas presentes, se encuentran en abundancia xerosoles y yermosoles, que son suelos típicamente localizados en zonas con clima seco o semiseco.

En las sierras que ocupan una considerable parte de la subprovincia, dominan los suelos someros de colores claros, -litosol y regosol calcárico-, con baja capacidad de retención de nutrientes y muy pobres en materia orgánica. En sus partes más bajas, estas sierras presentan suelos de color pardo amarillento -xerosoles háplicos- y suelos negros calcáreos poco profundos de textura fina, rendzinas, en éstos el contenido de nutrientes es alto, al igual que el de materia orgánica.

Las amplias llanuras que abarcan más de la tercera parte de esta zona, están dominadas por suelos de color pardo claro, profundos de textura media y fina, xerosoles y yermosoles, tanto háplicos como lúvicos, estos con subsuelos rojizos de textura fina. En pequeñas lomas y en las bajadas se encuentran otros suelos claros, como lo son regosoles calcáricos así como otros muy someros, litosoles limitados por caliche o roca. Los suelos lúvicos, que ocupan generalmente las partes más bajas de los bolsones, frecuentemente muestran problemas de salinidad y sodicidad, además se hallan asociados a suelos salinos profundos de

textura fina -Solonchak órticos y takyricos-.

Subprovincia BOLSON DE MAPIMI

En la subprovincia bolsón de Mapimí de la provincia Sierras y Llanuras del Norte, en las llanuras, sistemas más extensos del bolsón, dominan los suelos profundos de origen aluvial o lacustre, de textura media o fina y con un contenido moderado de salinidad y sodicidad. Estos suelos son de color claro o amarillento y se denominan yermosoles háplicos y cálcicos. Su contenido de nutrientes es alto y muy bajo el de materia orgánica y su capacidad de retención de nutrientes es moderada.

En los fondos del bolsón se encuentran principalmente los solonchaks órticos de textura fina y color claro y yermosoles lúvicos pardo-rojizo, además de yermosoles gypsico, cálcico y háplico, y solonefz, estos últimos con texturas finas y fases salinas y sódicas.

En la zona situada entre las lagunas del Rey y Palomas, se constituyen dunas, en las que dominan los Regosoles calcáricos y eútricos, profundos, de color claro y textura gruesa o media.

Los yermosoles háplicos y regosoles clacáricos, con fase salina y sódica, son los suelos que cubren una mayor porción del sistema de topofomas denominado bajada con lomeríos, el cual forma parte del valle La Palangana. En los

lomeríos y sierras que abarcan zonas relativamente pequeñas del bolsón, los suelos son de origen residual, someros, de color claro y textura media. Estos suelos son de tipo litosoles y regosoles calcáricos.

Subprovincia de la Laguna de Mayrán

Subprovincia de la Laguna de Mayrán en las extensas llanuras de la subprovincia conocidas como desierto o Laguna de Mayrán y Laguna de Viesca, dominan los suelos tipo Solonchaks Orticos y Takyrlicos, que son de origen lacustre o aluvial, profundos de colores pardo claro o blanco, textura media o fina y con altos contenidos de sales y sodio. Estos suelos poseen una capacidad de retención de nutrientes moderada o alta y un bajo contenido de materia orgánica.

Por otro lado, de acuerdo a la dominancia, se encuentran los suelos claros, de origen aluvial, textura media o fina y con muy bajos contenidos de materia orgánica, que se clasifican como yermosoles háplicos y cálcicos y que tienen una capacidad de retención de nutrientes moderada y un alto contenido de los mismos. Estos suelos presentan cargas moderadas de sales solubles. En las llanuras se localizan también los xerosoles háplicos, lúvicos y cálcicos, que son de color pardo amarillento, textura media y con moderada salinidad y sodicidad.

Provincia de la Sierra Madre Oriental

Subprovincia de las Sierras Transversales

Los suelos dominantes son someros de color claro, textura media, de tipo litosoles, los cuales se muestran asociados en pendientes menos fuertes, a suelos más profundos con alto contenido de nutrientes y bajo en materia orgánica de tipo regosoles calcáricos. Además se encuentran suelos de color pardo amarillento, de textura media limitados en su profundidad por roca o gravas, denominados xerosoles háplicos. Entre los litosoles dominantes se llegan a encontrar otros suelos, tales como los formados a partir de depósitos aluviales recientes: fluvisoles calcáricos. En cumbres y laderas se hallan suelos negros limitados en profundidad por un estrato rocoso, rendzinas.

Subprovincia de la Gran Sierra Plegada

En esta subprovincia dominan los suelos someros, de origen residual y textura media -litosoles-, que se encuentran en todas las sierras como la de Arteaga, Las Bayas, De la Nieve y Del Pame. Estos suelos se presentan asociados a otros un poco más profundos y más oscuros -rendzinas- o bien a suelos claros, profundos y de textura media -regosoles calcáricos-.

En las bajadas abundan los suelos claros de textura media -regosoles calcáricos- así como los pardos amarillentos denominados xerosoles háplicos.

También se encuentran en suelos someros como los litosoles y rendzinas, sobre todo en las sierras asociadas a las bajadas o bien, suelos muy oscuros y profundos del tipo Feozem calcárico. Los dos últimos tipos de suelo son los que se encuentran en el Valle Intermontano pero asociados a xerosol háplico. Prácticamente todos los suelos de la subprovincia están limitados por alguna fase física ya sea gravosa, pedregosa o petrocálcica.

Subprovincia Pliegues Saltillo-Parras

Los sistemas montañosos de la subprovincia presentan abundantes afloramientos rocosos que se alternan con áreas de suelos muy someros. Los litosoles menores de 10 cm de profundidad, que sobreyacen a la roca, son los más abundantes. Los regosoles calcáricos, derivados de calizas o areniscas, se encuentran asociados al litosol en la mayor parte de las laderas, y son suelos de textura media o gruesa, colores claros y bajo contenido en materia orgánica.

En las zonas más altas de las sierras se presentan los suelos tipo Rendzina, de textura fina o intermedia.

Las amplias bajadas que flanquean a las sierras, formadas frecuentemente por conglomerados continentales coluvio-aluviales, presentan suelos más profundos que las sierras, generalmente pedregosos o gravosos, y limitados en su profundidad por capas de guijarros o piedras, o bien por

extensas y potentes láminas de caliche. Los Regosoles calcáricos de textura media muy gravosos y pobres en materia orgánica, se alternan en estas zonas con otros suelos muy similares pero que presentan mayor desarrollo de estructura en los horizontes superficiales denominados xerosoles háplicos, también gravosos, calcáreos y relativamente pobres en materia orgánica.

Sobre los caliches fuertemente cementados descansan suelos de origen coluvio-aluvial, entre los que se cuentan los Regosoles, Litosoles y algunos fluvisoles arenosos o de textura media, así como otros más oscuros que éstos y con mayores contenidos de materia orgánica, que se originan a partir de materiales aluviales muy calcáreos o del mismo caliche y se clasifican como Rendzinas y feozems calcáricos.

En los sistemas denominados lomeros se localizan suelos residuales de tipos Regosoles calcáricos, litosoles y xerosoles, tanto háplicos como cálcicos, con profundidad menor a 50 cm. En las llanuras y fondo de valles, de relieve plano o con pendientes muy leves, suelen presentarse suelos más profundos derivados de materiales aluviales, siendo los xerosoles los más abundantes.

Los xerosoles háplicos o cálcicos de las llanuras son de colores claros, pobres en materia orgánica, tienen una moderada o alta capacidad de retención de nutrientes y

un contenido alto de los mismos, en ocasiones son salinos y sódicos. Asociados a estos se encuentran suelos similares con contenidos más altos de materia orgánica en el horizonte A- Feozems calcáricos y Castañozem, en las partes más bajas suelos fuertemente salinos, como lo son Solonchaks árticos que sustentan pastizales o vegetación resistente a las sales y al sodio

Subprovincia Sierra de la Paila

En esta subprovincia, como en otras de la entidad, la naturaleza y distribución de los suelos dependen, por un lado, del clima desde semiseco templado en las cumbres de las sierras más elevadas, hasta los muy secos en llanuras y bolsones; y por el otro lado dependen de la morfología general de los terrenos.

Las sierras, sistemas dominantes en cuanto a su extensión, presentan relativamente escasas áreas cubiertas con suelo.

Es común encontrar grandes zonas en las laderas en que se alternan abundantes afloramientos rocosos con suelos muy someros -Litosoles y Regosoles calcáricos- de origen residual, colores claros y bajos contenidos en materia orgánica.

En las partes superiores de las sierras más altas en

particular en la de la Paila y por arriba de los 1600 m de altitud, los suelos son determinados por el régimen climático y predominan los arcillosos y ricos en materia orgánica de color pardo oscuro o negro, clasificados como Litosoles y Rendzinas. Estos últimos no sobrepasan a los 30cm de profundidad en la mayoría de los casos y descansan sobre calizas, son fértiles y en ocasiones calcáreos.

En las sierras de la Paila y de la Fragua se localizan llanos altos y valles intermontanos que pueden presentar suelos más profundos como xerosoles háplicos o gypsicos, estos últimos ricos en yeso, con influencia de afloramientos de este tipo de roca en laderas cercanas.

En la Paila se encuentran además suelos de origen aluvial, ricos en materia orgánica, como Castañozem y Feozem. Las sierras de esta subprovincia están rodeadas por amplias bajadas, en las que predominan suelos gravosos o que sobreyacen a caliche, entre los que dominan los Xerosoles háplicos de color claro y textura media y regosoles calcáricos semejantes a los anteriores.

En las llanuras que forman la parte baja de los bolsones, se encuentran suelos profundos de origen aluvial predominantemente. Es común encontrar asociaciones de Xerosoles y Yermosoles

Finalmente, en las partes bajas de los llanos, se localizan suelos salinos y sódicos Solonchak y algunos Solonetz así como áreas de suelos arenosos de origen eólico que forman dunas y que se clasifican como Regosoles calcáricos.

Subprovincia de las Sierras y Llanuras Coahuilenses

En las sierras de esta subprovincia dominan los suelos tipo litosoles, de color pardo y textura media, asociados a otros suelos más profundos y oscuros que sobreyacen a material calcáreo y se ubican en las regiones más altas. Estos suelos se denominan Rendzinas. También se encuentra a los litosoles asociados con Regosoles calcáricos, suelos claros de textura media y limitados por un estrato rocoso.

En algunas porciones de las sierras, particularmente hacia la parte norte de la subprovincia, dominan los Regosoles calcáricos asociados a Litosoles y Rendzinas. Se presentan también, aunque en menor proporción, Xerosoles háplicos y cálcicos de color pardo claro, textura media y generalmente profundos; y Planosol mólico y Feozem háplico, suelos oscuros de textura media limitados por una fase lítica.

Las llanuras de la subprovincia que frecuentemente

tienen pisos rocosos, presentan dominancia de Xerosoles háplicos y cálcicos limitados por fases líticas y petrocálcicas con una superficie gravosa o pedregosa.

En zonas donde se acumula el agua se encuentran Xerosoles lúvicos y gypsicos que presentan problemas de salinidad y sodicidad. Además, se encuentran suelos aluviales o lacustres muy alcalinos, con una fase sódica y textura fina, de tipo Solonchak órtico. Estos suelos tienen índices de capacidad de retención y de contenido de nutrientes moderados y contienen poca materia orgánica. A veces llegan a encontrarse Rendzinas, Feozem calcárico y Vertisol crómico.

Subprovincia de la Serranía del Burro

En los sistemas de topoformas que constituyen la mayor parte de la Subprovincia, en las sierras, dominan los suelos tipo litosoles, someros y de color pardo oscuro y les siguen en importancia las rendzinas, con frecuencia asociadas con Regosol calcárico o Xerosoles háplico y cálcico. Estos suelos cubren el pequeño sistema de lomeríos, aunque aquí la dominancia se invierte, siendo los suelos más importantes el Xerosol háplico y el Regosol calcárico.

En las bajadas que también son sistemas pequeños, dominan Xerosol háplico, cálcico y lúvico, todos los suelos

de las bajadas son de origen coluvial o coluvio-aluvial.

Por último, en los valles intermontanos de la sierra del Burro, el factor edáfico es similar a los de la mayor parte de la Subprovincia por lo que se puede decir que los suelos de esta Subprovincia son uniformes.

Provincia de las Grandes Llanuras de Norteamérica

Subprovincia de las Llanuras de Coahuila y Nuevo León

En las amplias llanuras de esta Subprovincia dominan los suelos de origen aluvial, color pardo amarillento, profundos y de textura fina. Estos suelos, clasificados como Xerosoles cálcicos, tienen una capacidad de retención y un contenido de nutrientes alto, pero su contenido de materia orgánica es bajo o moderado. Otros suelos que se hallan en estas zonas son los Castañozem cálcicos.

En los lomeríos que se localizan distribuidos en el norte, centro y oeste de la Subprovincia, abundan las Rendzinas asociadas con suelos poco desarrollados de color claro y limitados por fases lítica o petrocálcica, se clasifican como Regosoles calcáricos. Se ubican allí otros suelos muy someros, los Litosoles, así como algunos Xerosoles háplicos de textura media, color pardo amarillento y algo más profundo, aunque gravosos.

En las bajadas dominan los Xerosoles cálcicos, de textura media o fina. En las mesetas abundan los suelos someros -litosoles- y los poco profundos -Regosoles calcáricos- que son de origen residual y están limitados por fases líticas. En la sierra ubicada en el noreste de la Subprovincia se encuentran también estos tipos de suelos, pero asociados con Rendzinas.

En los valles dominan los Xerosoles háplicos y cálcicos. Otros suelos que se encuentran en estos valles son las Rendzinas y Castañozem.

Vegetación

La vegetación en la mayor parte del área de estudio es de tipo arbustivo (matorrales), con algunos manchones de bosque en las partes altas de las sierras (SPP, 1983), presentándose los siguientes tipos de vegetación.

- 1) Matorral xerófilo
 - a) Matorral rosetófilo
 - b) Matorral micrófilo
- 2) Matorral submontano
- 3) Matorral halófilo
- 4) Pastizal gypsófilo
- 5) Bosque de pino

La cubierta vegetal de las regiones de clima árido y semiárido de México es tan variada desde el punto de vista fisonómico que diversos autores (Muller, 1947; Shreve, 1951; Rzedowski, 1957, 1966; Miranda y Hernández, 1963) reconocieron y denominaron para esta parte del país una serie de tipos de vegetación caracterizados por su aspecto sobresaliente (Rzedowski, 1978). El mismo autor agrega que es recomendable reunir todas las comunidades de porte arbustivo, propias de las zonas áridas y semiáridas bajo el rubro colectivo de "Matorral Xerófilo". Tal decisión está apoyada también en las afinidades de tipo ecológico y florístico que presentan entre sí las diferentes comunidades que prosperan en las zonas áridas.

El Matorral Xerófilo cubre la mayor parte del territorio de la Península de Baja California, así como grandes extensiones de la Planicie costera y las montañas bajas de Sonora. Es característico, asimismo, de muy amplias áreas de la altiplanicie, desde Chihuahua y Coahuila hasta Jalisco, Guanajuato, Hidalgo y el Estado de México, prolongándose aún más al sur en forma de faja estrecha a través de Puebla hasta Oaxaca. Además, constituye la vegetación de una parte de la Planicie Costera Nororiental, desde el este de Coahuila, hasta el centro de Tamaulipas, penetrando hacia muchos parajes de la Sierra Madre Oriental (Johnston, 1944; Johnston, 1963).

De acuerdo con Rzedowski (1978), la vegetación de Coahuila corresponde en su mayor parte al matorral xerófilo, donde el clima varía ampliamente. La temperatura media anual varía de 12 a 26°C. En general el clima es extremo, en particular durante el día (promedio anual de oscilación diurna hasta de 20°C). La insolación suele ser muy intensa, la humedad atmosférica baja y en consecuencia la evaporación y la transpiración alcanzan valores altos. La precipitación media anual es en general inferior a 700 mm y en amplias extensiones está comprendida entre 100 y 400 mm. La lluvia, además de escasa, suele ser irregular, con fuertes diferencias de un año a otro.

Otros tipos de vegetación también presentes en el Estado de Coahuila (Rzedowski, 1978), son: Bosques de coníferas y vegetación halófila.

El bosque de coníferas se presenta en las partes más elevadas de algunas de las sierras aisladas del Estado de Coahuila (Sierra de la Madera, Sierra del Carmen, Sierra de Parras y Sierra de Arteaga), dominado por *Pinus arizonica*, a veces con *P. teocote*, *P. montezumae*, *Abies*, *Pseudotsuga*, *Populus*, *Acer* y varias especies de *Quercus*.

La vegetación halófila es característica de suelos con alto contenido de sales solubles, puede asumir formas diversas, florística, fisonómica y ecológicamente muy

disímiles, pues pueden dominar en ella formas herbáceas, arbustivas y aún arbóreas.

Algunas comunidades halófitas son parte de los pastizales (pastizales halófitos) y matorrales xerófilos (mezquiales).

COTECOCOA (1979), menciona 23 tipos de vegetación para Coahuila, basados en su productividad forrajera, su producción aprovechable y los coeficientes de agostadero correspondientes a 139 sitios.

La relación de tipos de vegetación es la siguiente:

Bosque Aciculifolio

Bosque Aciculiescuamifolio

Pastizal Amacolado Arborescente

Matorral Mediano Espinoso

Matorral Mediano Subespinoso

Bosque Latifoliado Esclerófilo Caducifolio

Palmar de Sabal

Bosque Escuamifolio

Matorral Alto Espinoso

Matorral Crasicaule

Pastizal Mediano Abierto

Matorral Inerme Parvifolio

Agrupación de Halófitos

Pastizal Halófito Abierto
 Bosque Oligocilindrocaule Rosulifolio
 Pastizal Amacollado Abierto
 Pastizal Amacollado Arbosufrutescente
 Matorral Oligocilindrocaule Afilo
 Matorral Crasirosulifolio Espinoso
 Bosque Escleroaciculifolio
 Pastizal Halófito Arbosufrutescente
 Matorral Mediano Subinerme
 Matorral Bajo Espinoso

De acuerdo con Leopold (1950), Coahuila está cubierta en su mayor parte por la zona de vegetación de Desierto y por la zona de Mezquital-Pastizal en sus límites con Nevo León. La zona de vegetación de desierto cubre el noreste de México incluyendo Coahuila, con varias asociaciones dadas por las especies, como son:

- a) Area de cactáceas
- b) Area de *Larrea* y *Flourensia*

El área de cactáceas presenta como especies dominantes a cactáceas y *Yuccas* asociados con *Cordia greggii*, *Atriplex* sp., *Koeberlinia spinosa*, *Buddleja marrubifolia* y *Euphorbia antisyphillitica* y como especies subdominantes a, *Parthenium argentatum*, *Agave lechuguilla* y *Larrea* sp. y a lo largo de arroyos o escurrimientos a *Prosopis* sp.

El área de *Larrea* y *Flourensia*, se caracteriza por ser una vegetación abierta esparcida y generalmente dominada por *Larrea tridentata* y *Flourensia cernua* en los valles y a lo largo de arroyos y escurrimientos *Prosopis*, *Celtis*, *Mimosa*, *Acacia* y *Opuntia*.

De acuerdo con Morafka (1977), la vegetación que corresponde a la porción del Desierto Chihuahuense, que abarca la mayor parte del Estado de Coahuila, es de tipo arbustiva, con las siguientes especies características: *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua*, *Parthenium incanum*, *Agave lechuguilla*, *Parthenium argentatum*, *Euphorbia antispyllitica*, *Fouquieria splendens* y *Boutelova* sp.

Miranda y Hernández (1963), clasificaron los tipos de vegetación de México basados fundamentalmente en su fisonomía, derivada a su vez de la forma de vida (Biotipo) de sus especies dominantes. Forma de vida y en consecuencia fisonomía, son en cierto modo expresión de los factores del medio, ya sea climáticos, edáficos o bióticos, en que un determinado tipo de vegetación o los elementos que lo forman, se desenvuelven señalando una evidente relación entre clima y vegetación. En base a estos autores, para Coahuila se presentan los siguientes tipos de vegetación, indicando el tipo de clima correspondiente:

Tipo de vegetación	Clima
Matorral espinoso con espinas	
laterales	Aw., BSk, Cwa
Isotales	BSk, Bsk, Bw
Matorral espinoso con espinas	
terminales	BSh, BSk, Bw
Matorral inerme parvifolio	BSh, BSk, Bw
Magueyales, lechugillales	
guapillales	
(Crasirosulifolios espinoso)	BSh, BSk, Bw
Pastizales	BSk
Agrupación de halófitos	Am, Aw, Bs, Bw
Pinares	CF, Cwa, Cwb, Cwe

De acuerdo con Johnston (1974), el Desierto Chihuahuense presenta las siguientes comunidades vegetales:

- Comunidad de *Larrea* y *Flourensia*, es la más amplia y forma lo que se llama Matorral Desértico Micrófilo.

- Comunidad "chaparrillo" denominada por Gentry, ocurriendo en suelos calcáreos de ladera con especies características como *Acacia neovernicosa*, *Parthenium incanum* y *Viguiera stenoloba*.

- Matorral rosetófilo de *Agave lechuguilla*

- Mezquital de *Prosopis glandulosa*, *Acacia constricta*, *Atriplex canescens*.

- Chaparral con *Quercus* spp, *Fraxinus*, *Garrya*, *Rhus* y *Ceanothus*.

- Matorral de pinos y enebros con *Pinus* (piñoneros) y *Juniperus* spp.

- Bosque de pinos (pinares) con *Pinus* spp.

- Izotal, dominado por plantas grandes con hojas arrosetadas como *Yucca filifera*, *Yucca carnerosana* y *Dasylyrion* spp.

Metodología de Muestreo

Sitios de Muestreo

Para determinar la amplitud ecológica de *O. lindheimeri* se hicieron recorridos por el área de estudio para la selección de sitios de muestreo, usando la cartografía de SAHOP (1982) y SPP (1983) y CETENAL (1972 a, b, c, d, e, f, g, h, i; 1975 a, b, c, d, e; 1976 a, b, c, d, e, f).

Se muestrearon un total de 120 sitios localizados en diferentes municipios, correspondiendo principalmente a los del centro y este en los límites con Nuevo León. Los sitios se seleccionaron en áreas donde se encontraron poblaciones de *Opuntia lindheimeri*, en el período de junio 1987 hasta agosto de 1989.

Algunos sitios se establecieron en terrenos ejidales y otros en ranchos particulares.

En la parte Oeste del Estado, en sus porciones Sur-Centro y Norte, no se localizaron poblaciones de *Opuntia lindheimeri*, por lo cual no se hicieron sitios de muestreo.

En los Municipios de Sabinas, Progreso, Juárez y Ramos Arizpe se realizaron el mayor número de sitios, ya que en ellos se encontraron grandes poblaciones de *Opuntia lindheimeri*.

Muestreo de densidad de *Opuntia lindheimeri*

Para calcular la densidad de las poblaciones de esta especie, se utilizaron parcelas de 20 x 20 m (400 m²), en los sitios previamente seleccionados, siguiendo las pautas marcadas por Dosting (1956), Chapman (1976), Cox (1977) y Muller-Dombois y Ellenberg (1974). Dentro de cada parcela se contó el número de individuos presentes de *Opuntia*

lindheimeri, posteriormente se calculó su densidad, utilizando la siguiente fórmula matemática:

$$D = n(sp) / A$$

donde: D = densidad

n(sp) = número de individuos de la especie presentes en la parcela

A = tamaño del área muestreada (parcela)

La densidad es definida como el número de individuos de una especie particular por unidad de área, Chapman (1976) y Pieper (1978).

Descripción de los Sitios de Muestreo

Para la descripción de los sitios de muestreo, con el levantamiento de datos del ambiente, se utilizaron formas de inventario (Forma 1), siguiendo los criterios de COTECOCA (1967), con modificaciones.

En cada sitio se determinaron algunas variables observables y medibles *in situ*, utilizando el altímetro, clisímetro y brújula, las otras se consultaban en cartas climáticas, edáficas, y de uso del suelo.

La ubicación exacta de los sitios se hizo en base a la cartografía de SAHOP (1982) y SPP (1983). Las variables

FORMA I

INVENTARIO DEL AMBIENTE Y VEGETACION

TAMAÑO DEL AREA MUESTREADA _____

SITIO _____ LOCALIDAD _____

MUNICIPIO _____ ESTADO _____

FECHA _____ REALIZADO POR _____

DESCRIPCION DEL SITIO: _____

TIPO DE VEGETACION _____

TIPO DE CLIMA _____ PEDREGOSIDAD _____

RECOSIDAD _____ PENDIENTE _____

EXPOSICION _____ ALTITUD _____

LATITUD _____ LONGITUD _____

EROSION _____ % DE EROSION _____

UTILIZACION DEL AREA _____

OBSERVACIONES _____

_____ESPECIES ASOCIADAS _____
_____NUMERO DE INDIVIDUOS DE Opuntia lindheimeri _____DENSIDAD DE Opuntia lindheimeri (PLANTAS POR Ha) _____

ambientales como altitud, latitud, longitud, tipo de suelo, tipos de erosión, exposición, pedregosidad, rocosidad, utilización del área, tipo de vegetación y especies asociadas se anotaron al momento de la realización del muestreo. El tipo de clima se consultó en las cartas climáticas de SPP (1983) y COTECOCA (1979).

Además, en cada sitio se colectó material botánico para su descripción detallada, parte de este material se herborizó para su conservación posterior y se depositó en el herbario de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (ANSM)*, donde se catalogó como material de herbario.

Para llenar la forma de descripción de los sitios de muestreo, se basó en la guía propuesta por COTECOCA (1967) y Marroquín et al (1964), y García (1973), con modificaciones.

Determinación de los Tipos de Vegetación

Para determinar los tipos de vegetación donde se localizaron poblaciones naturales de *Opuntia lindheimeri*, se siguieron los criterios de COTECOCA (1967 y 1979) y de Miranda y Hernández (1963), tomando como base la fisonomía y las especies dominantes, que caracterizan cada sitio donde se realizaron los muestreos.

COTECOCA (1967) señala que la vegetación y sus

* Siglas aprobadas por TAXON, 26 (4) p. 487, 1977.

formas de vida son el efecto del complejo clima-suelo, emanado de un modelo impuesto por los procesos genéticos a través del período geológico, Gentry (1957) menciona que la fisonomía es sólo una expresión de la forma de vida de los vegetales dominantes, agregando que para ubicar la fisonomía en unidades que manifiesten diferencias de la intrerelación de factores ecológicos, es necesario usar una clasificación basada en un sistema de descripción y registro que refleje la estructura de la vegetación, o sea, las características cualitativas y cuantitativas de dicha vegetación. Definiendo un tipo vegetativo como una comunidad vegetal con características fisonómicas definidas: pastizal, matorral, bosque, selva alta perenifolia, etc., y a las especies dominantes como aquéllas que contribuyen con mayor número a formar la comunidad.

Determinación de las Especies Vegetales Asociadas

Para determinar las especies asociadas a *Opuntia lidheimeri* se colectó material botánico el cual se herborizó en el Herbario ANSM, donde se hizo la determinación correcta, utilizando claves artificiales basadas en Correl y Johnston (1970) y Gould (1975), así como la comparación con material ya integrado al herbario, colectado en las mismas áreas donde se realizaron los sitios de muestreo.

Para cubrir este objetivo, el material colectado se

colocaba en bolsas de plástico, después se prensaba, utilizando tijeras, piolet, prensa botánica y etiquetas para la toma de datos sobre las especies colectadas.

En los sitios de muestreo se colectó material botánico de la mayoría de las especies arbustivas y gramíneas presentes. En la descripción de especies asociadas, sólo se anotaron las más importantes, en cuanto a densidad y caracterización del sitio.

Descripción de la Variación Morfológica de *Opuntia lindheimeri*

Para conocer la variación morfológica de *Opuntia lindheimeri* se describieron un total de 130 muestras herborizadas y frescas pertenecientes a las cuatro variedades que se encuentran en el Estado de Coahuila.

El material descrito es el que se encuentra en el Herbario ANSM así como material fresco de los jardines y Jardín Botánico de la UAAAN y muestras de diferentes Municipios colectadas en los sitios de muestreo.

Los caracteres vegetativos sobre los que se hizo la descripción de las muestras, fueron los siguientes, en base al trabajo de Van de Venter et al. (1984) y Elizondo y Wehbe (1987), sobre Morfología de *Opuntia aurantiaca* y *Opuntia lindheimeri* respectivamente. (Cuadro 3.1)

Cuadro 3.1. Caracteres morfológicos de *Opuntia lindheimeri* evaluados

- Longitud del cladodio (cm)	LC
- Ancho del cladodio (cm)	AC
- Número de areolas por cladodio	A/C
- Forma de cladodio	FC
- Forma de la areola	FA
- Longitud media de las areolas (mm)	LA
- Ancho medio de las areolas (mm)	AA
- Distancia media de las areolas ¹	DA
- Número medio de espinas por areola*	EA
- Longitud media de todas las espinas (cm)	LTE
- Longitud media de la espina más larga (cm)	LEML
- Color de espinas	CE
- Color de gloquidas	CG

La forma del cladodio y de las areolas se basó en los caracteres morfológicos de *Opuntia* propuestos por Weniger (1984), y en las formas geométricas propuesta por Moreno (1984).

Para describir los caracteres morfológicos se siguió el siguiente procedimiento:

1. Longitud de cladodio (LC). Se obtuvo en base a la

distancia en cm, entre los dos extremos del cladodio (la base inferior y el ápice)

2. Ancho del cladodio (AC) se obtuvo en base a la distancia en cm, entre los extremos laterales del cladodio.

3. Número de areolas por cladodio (AC). Se obtuvo contando el número total de areola por cladodio en una cara (cara superior).

4. Forma del cladodio (FC). Se determinó comparando la forma del cladodio con la forma geométrica propuesta por Moreno (1984) y Weniger (1984).

5. Forma de la areola (FA) se determinó en base al criterio de circulares o alargados en base a los valores de longitud y ancho en mm.

6. Longitud media de las areolas (LA). Se obtuvo sacando el promedio de longitud en mm de ocho areolas medidas por cladodio.

7. Ancho medio de las areolas en mm (AA). Se obtuvo sacando el promedio de lo ancho de ocho areolas medidas por cladodio.

8. Distancia media de las areolas (DA). Se obtuvo sacando

el promedio de ocho distancias (cm) medidas entre areola por cladodio.

9. Número medio de espinas por areola (EA). Se obtuvo sacando el promedio del número de espinas por areola de un total de ocho areolas medidas por cladodio.

10. Longitud media de todas las espinas en cm (LTE). Se obtuvo sacando el promedio de 15 espinas medidas por cladodio.

11. Longitud media de la espina más larga en cm (LEML). Se obtuvo sacando el promedio de las cinco espinas más largas medidas por cladodio.

12. Color de espina (CE). Se obtuvo observando el color de las espinas del material ya herborizado y fresco.

13. Color de gloquidas (CG). Se obtuvo observando el color de las gloquidas del material ya herborizado y fresco.

Metodología de Análisis

Intervalos de Confianza Simultáneos

Para analizar las posibles diferencias entre los caracteres morfológicos de las cuatro variedades de *Opuntia*

lindheimeri consideradas en este estudio, se utilizó el método estadístico de intervalos de confianza simultáneos al nivel de 95 por ciento de confianza. Entre las diferentes maneras de construir tales intervalos, se seleccionó el llamado Método de Bon Ferrari (Miller, 1966) el cual puede describirse de la siguiente manera:

A. Se selecciona el nivel de confianza deseado, digamos $1 - \alpha = 0.05$

B. Sea n el número total de variedades para las que se desea encontrar un intervalo de confianza para algunas características morfológicas de interés y calcule:

$$\bar{\alpha} = \alpha/n \quad (= 00.0125)$$

C. Para cada variedad, construya un intervalo de confianza con un nivel

$$1 - \bar{\alpha} = 0.9875$$

D. Los n intervalos que se construyeron en la parte C, tienen una confianza conjunta de al menos

$$1 - \alpha.$$

En nuestro caso, estos pasos se implementaron de la siguiente manera:

A. El nivel deseado de confianza se seleccionó como:

$$1 - \alpha = 0.95,$$

o equivalente, $\alpha = 0.05$.

B. El número de variedades consideradas fue, $n = 4$,
luego $\bar{\alpha} = 0.05/4 = 0.125$

C. Dada una variedad, el intervalo de confianza para característica de interés, C se construyó mediante la fórmula:

$$\bar{x} - [St_{\alpha/2, n-1} / \sqrt{n}] \leq C \leq \bar{x} + [St_{\alpha/2, n-1} / \sqrt{n}]$$

Este es el método estandar basado en la distribución t de student (Ostle, 1981) y Steel y Torrie (1980)

Los valores de \bar{x} , S y n se obtuvieron de las medidas de los caracteres morfológicos y $t_{\alpha/2, n-1}$ es el percentil de correspondencia de $1 - \bar{\alpha}/2$ de la distribución.

Para determinar el percentil de $t_{\alpha/2, n-1}$ se utilizó la aproximación

$$t_{\alpha/2, n-1} \approx z_{\alpha/2} + [(z_{\alpha/2})^3 + z_{\alpha/2}] / [4 \cdot (n - 1)]$$

propuesta por Peiser (1943) y Scheffé (1959).

En nuestro caso, $\alpha/2 = 0.0625$. Desde luego $z_{\alpha/2}^-$ son los percentiles de la distribución normal estandar.

D. Los cuatro intervalos de confianza construidos en (C) tienen un coeficiente de confianza de al menos 95 por ciento.

Además se diseñaron varios cuadros que contienen información referente a los caracteres morfológicos, así como de otras variables de interés para detectar posibles diferencias entre las variedades (ver apéndice A1 y A2).

Para cada variedad estudiada se determinó el porcentaje de correspondencia a cada categoría de formas propuestas por Weniger (1984) y Moreno (1984). (Ver apéndice A1 y A2.)

Finalmente se elaboraron cuadros de concentración de datos para estadísticas elementales.

CAPITULO IV

RESULTADOS

Amplitud Ecológica de *Opuntia lindheimeri*

La presencia de poblaciones de *Opuntia lindheimeri* en diferentes ambientes, le permite presentar una gran amplitud ecológica, siendo vasta su distribución en el Estado de Coahuila. Comprende la parte oriental en sus porciones Norte, Centro y Sur, como se muestra en la Figura 4.1, abarcando los Municipios de Saltillo, Arteaga, Ramos Arizpe, Castaños, Candela, Monclova, Abasolo, Escobedo, Progreso, Juárez, Sabinas, Hidalgo, Guerrero, Villa Unión, Nava, Jiménez, Piedras Negras, Acuña, Allende, Zaragoza, Múzquiz, Nueva Rosita, Morelos y General Cepeda. Esta amplitud abarca diferentes tipos de suelos y clima, siendo éstos en su mayoría de tipo BS y BW con alguna variación.

De las cuatro variedades encontradas de *Opuntia lindheimeri* las variedades *lindheimeri* y *tricolor* (Figuras 4.2 y 4.3) presentaron un mayor rango de distribución, y por lo tanto, tienen una mayor amplitud ecológica, como se muestra en la Figura 4.4 y las variedades *aciculata* y *subarmata* (Figuras 4.5, 4.6a y 4.6b) presentaron un menor rango de distribución, lo cual se aprecia en la Figura 4.7

Se muestrearon 120 sitios para evaluar las

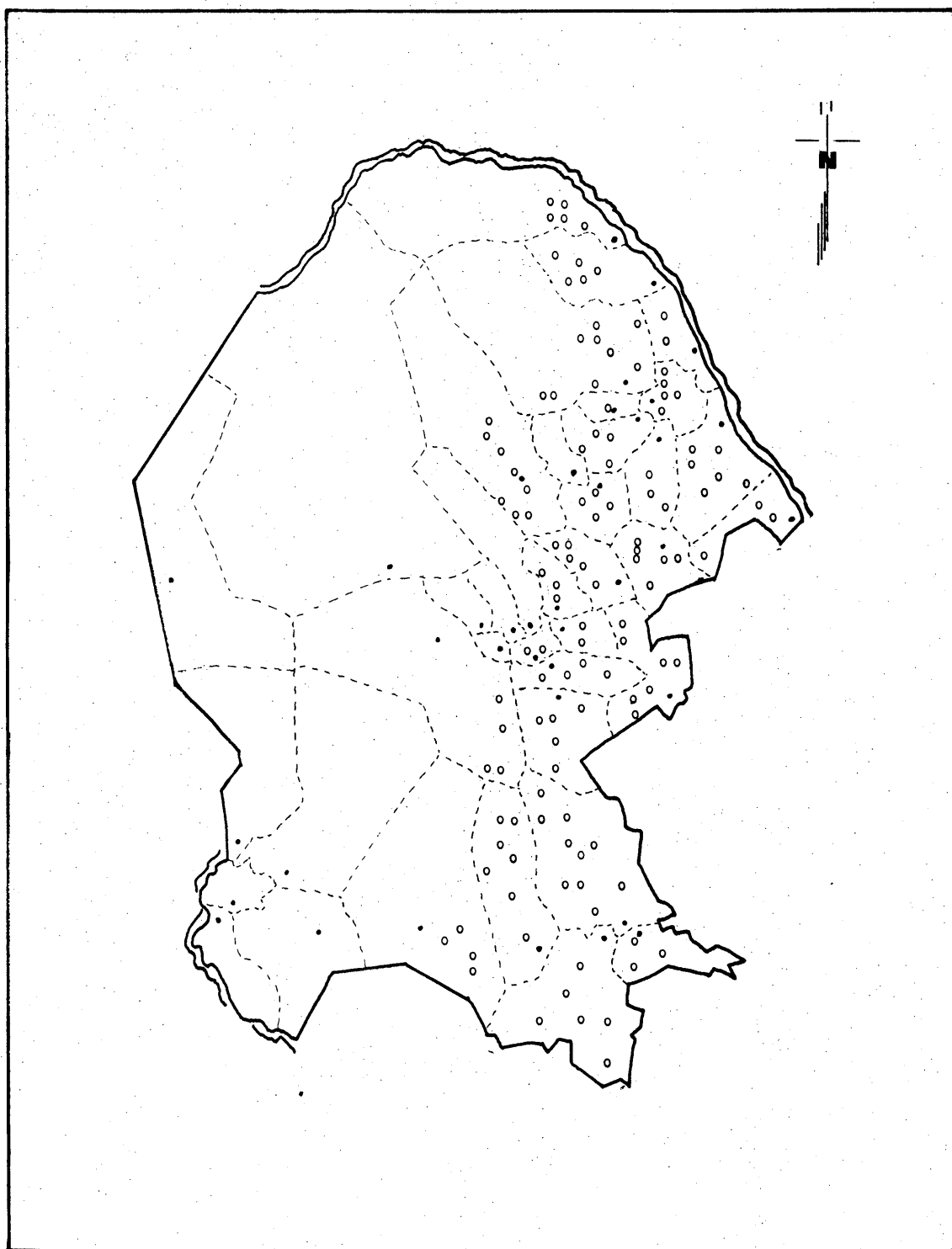


Figura. 4.1. Distribución de *Opuntia lindheimeri* Engelman, en el Estado de Coahuila.



Figura 4.2. Planta de Opuntia lindheimeri var. lindheimeri donde se aprecian algunas de sus características morfológicas.



Figura 4.3. Planta de Opuntia lindheimeri var. tricolor, donde se aprecian algunas de sus características morfológicas.

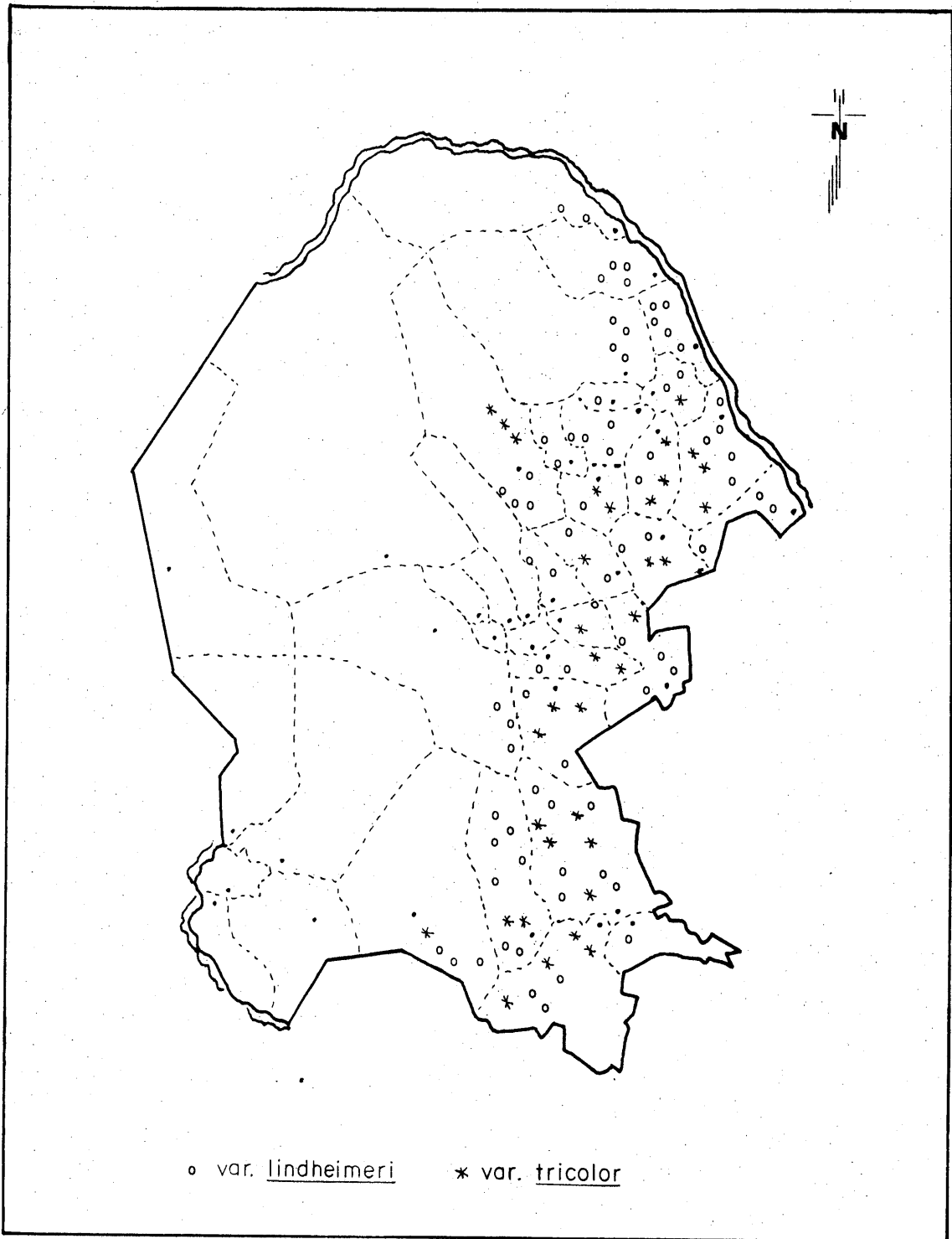


Figura. 4.4. Distribución de *Opuntia lindheimeri* var. lindheimeri y *O. lindheimeri* var. tricolor, en el Estado de Coahuila.



Figura 4.5. Planta de Opuntia lindheimeri var. aciculata donde se aprecian algunas de sus características morfológicas.



Figura 4.6a. Planta de Opuntia lindheimeri var. subarmata donde se aprecian algunas de sus características morfológicas



Figura 4.6b. Planta de Opuntia lindheimeri var. subarmata donde se aprecian algunas de sus características morfológicas y su hábito de crecimiento.

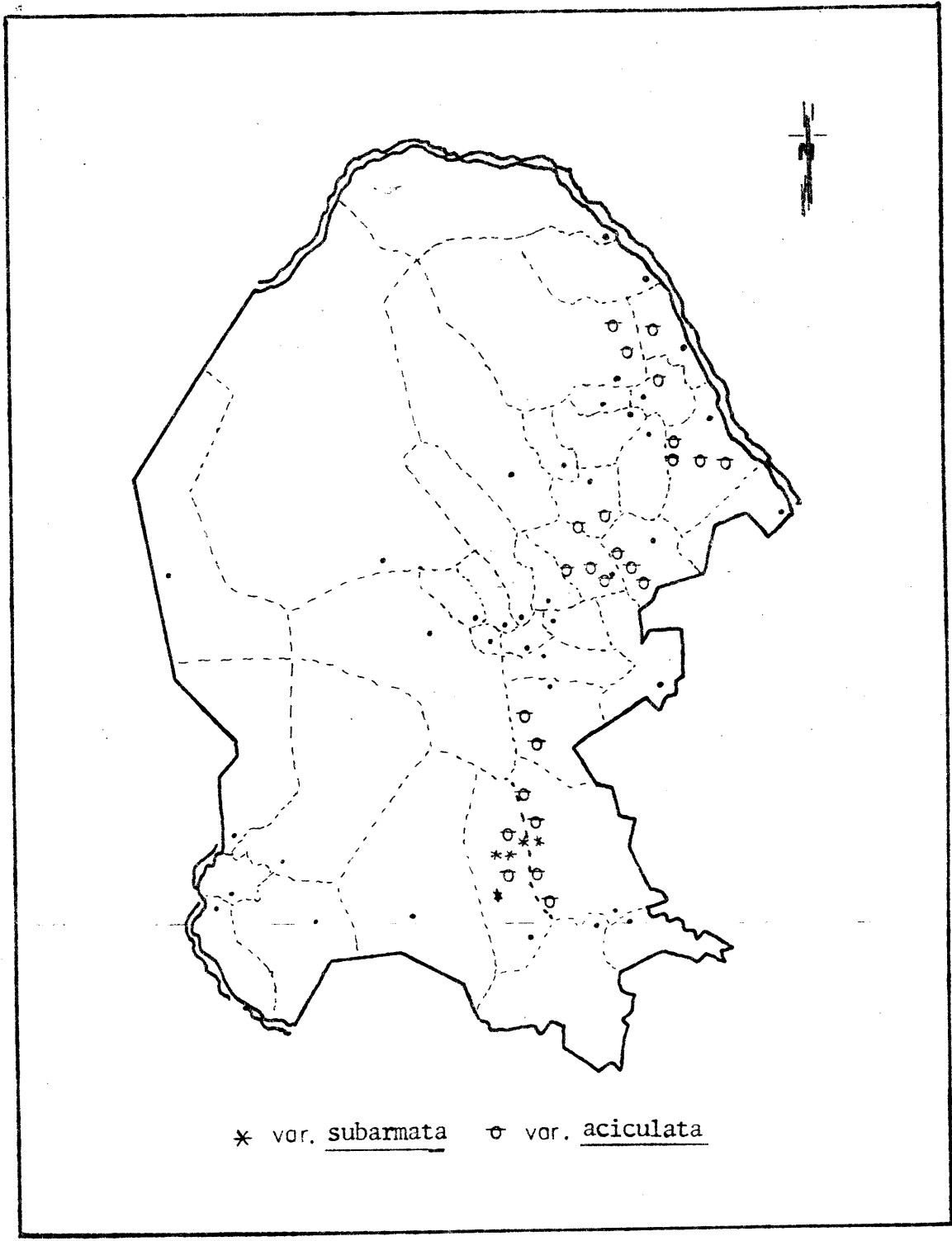


Figura. 4.7 Distribución de *Opuntia lindheimeri* var. aciculata y *O. lindheimeri* var. subarmata.

poblaciones de *Opuntia lindheimeri*, y conocer su densidad así como las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla, como el clima, suelo, altitud, exposición, tipo de vegetación y especies asociadas, lo cual se muestra en el Cuadro 4.1, elaborado en base a Barbour (1969) con modificaciones. Los sitios están concentrados por Municipios (Figura 4.8) correspondientes a las porciones Sureste, Centro-Este y Noreste del Estado.

Densidad de *Opuntia lindheimeri*

Se calculó la densidad de las poblaciones de *Opuntia lindheimeri*, en las áreas donde se encontró presente, utilizando parcelas de 20 x 20 m (400 m²). Las densidades obtenidas son muy variadas desde sitios con 175 p/ha hasta 5500 p/ha, es decir, con 0.55 p/m².

Las mayores densidades correspondieron a los sitios localizados en los Municipios de Sabinas, Progreso y Juárez, confirmando lo señalado por COTECOCA (1979) que menciona a esta especie como característica de los matorrales crasicaules y espinosos de los valles de dichas regiones (Cuadro 4.1).

Para determinar la densidad de cada sitio se realizaron muestreos inventariando un total de 120 sitios correspondientes a todos los municipios de la parte Oriental

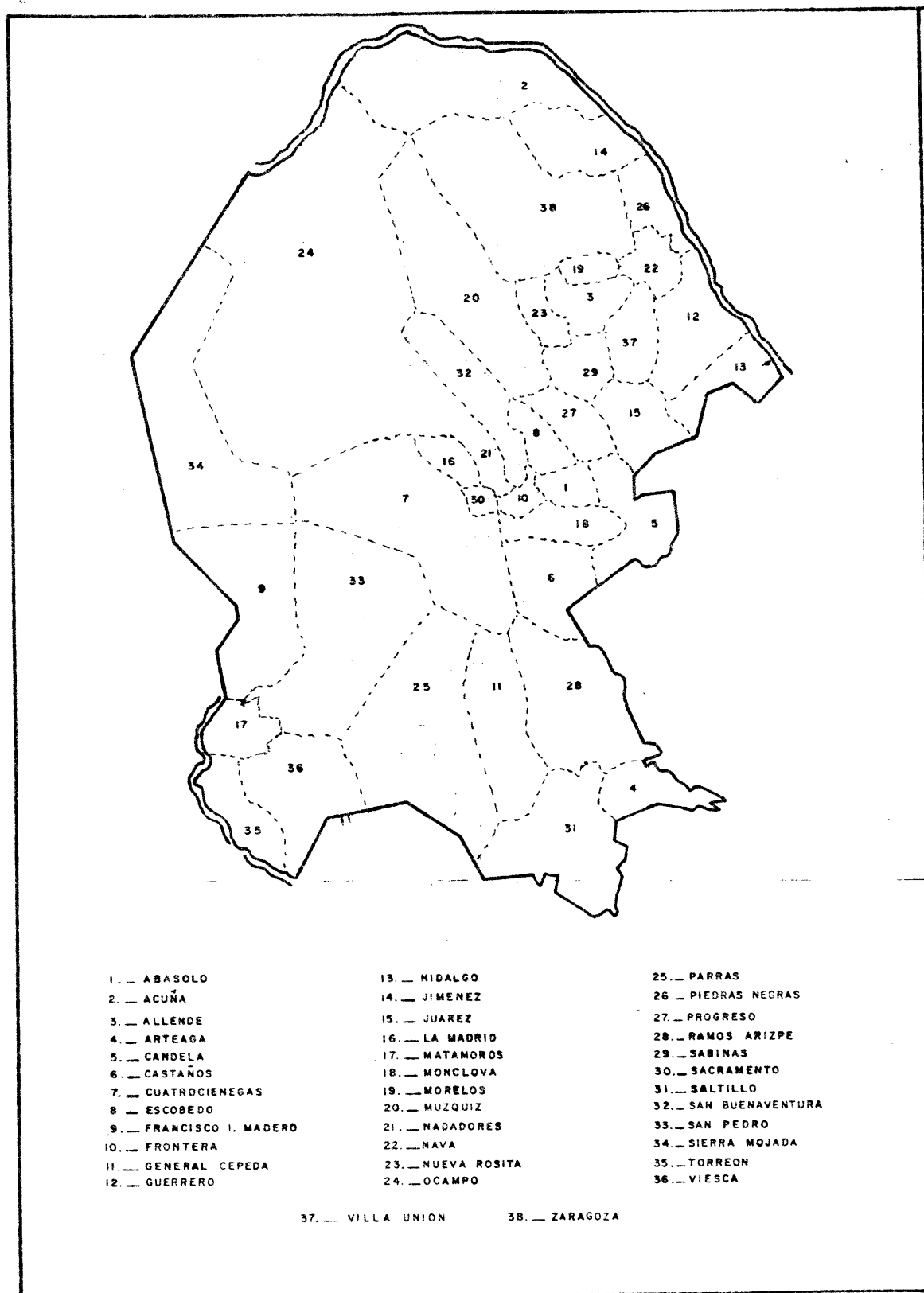


Figura. 4.8. Relación de municipios del Estado de Coahuila.

Cuadro 4.1. Características generales de los 120 sitios muestreados

Sitio	Mpio.	Clima ^{1/}	Suelo ^{2/}	Alt. msnm	Exp ^{3/}	Lat.	Long.	Tipo de ^{4/} veg-	Spp ^{5/} asoc. de <u>O. lindheimeri</u>	Densidad p/h
1-2-6	28	BSoh	CH-CA	1400	O	25°35'	101°35'	M-CRE	Ag.le. He.gl. Le.Fr.	1500
3-4-5	25	BWh	Si-Gr	1450	O	25°25'	102°02'	M-I-P	La.Tr. Fi.ce. Mi.bi.	200
7-8-9-10	11	BS ₁ K	CH-GR	2200	E	25°17'	101°39'	B-Ac	Pi.ce. Ju.mo. Li.me.	1050
11-12-13	28	BSoK	CH-GR	1950	N	26°05'	101°25'	B.Ac.	Pi.ar. Ju.Fl. Qu.gl.	750
14-15-16-17	6	BSoK	CH.CA	1500	E	26°18'	101°20'	M.CRE.	Ag.le. Ac.co. Eu.an.	738
18-19-20	31	BWh	Si.GR.	1500	O	25°04'	101°21'	M-I-P	La.tr. Fl.ce. Pa.in.	300
21-22	4	BSoh	CH.CA	1450	E	25°30'	100°40'	M.Cre.	Ag.le. Da.Ce. Mi.bi.	190
23-24-25	7	BWh	XE-HA	1200	S	27°05'	102°08'	M-I-P	La.tr. Se.gr. Ac.co.	175

Cuadro 4.1.continuación

Sitio	Mpio.	Clima ^{1/} /Suelo ^{2/}	Alt. msnm	Exp ^{3/} / Lat.	Long.	Tipo de veg ^{4/}	Spp ^{5/} asoc.	Densidad de <u>O. lindheimeri</u> p/h
26-27-28 29-30	10	BSoK CH.CA.	750	0 26°55'	101°30'	M-I-P	La.tr. Ac.co. Pr.gl.	180
3-32-33	18	BSoH CH.GR.	420	0 26°51'	101°05'	M.M.E	Pr.gl. Ac.co. Ac.ri.	280
34-35-36 37-38	5	BSoH CH.GR.	450	N 26°42'	100°41'	M.M.E.	Pr.gl. Ac.ri. Po.an.	490
39-40-41 42-43-44	27	BSoH CH.GR.	350	o 27°20'	101°21'	M.A.E.	Pr.gl. Ac.ri. Po.an. Ce.te.	5450
45-46-47 48-49	15	BSoH CH.GR.	330	o 27°39'	101°35'	M.A.E.	Pr.gl. Ac.ri. Po.an.	4850
50-51-52 53-54-55 56-57-58	29	BSoH IG.Ch.	410	o 27°45'	101°02'	M.A.E.	Pr.gl. Ac.ri. Le.fr. Po.an.	5500
59-60-61	12	BSoH CH.GR.	350	0 28°36'	101°38'	B.LA.Es. ca.	Qu. spp Ac.ri. Pr.gl. Ar.ar.	1150

Cuadro 4.1.continuación

Sitio	Mpio.	Clima ^{1/}	Suelo ^{2/}	Alt. msnm	Exp- ^{3/}	Lat.	Long.	Tipo de veg- ^{4/}	Spp. ^{5/} Asoc.	Densidad de O. <u>lindheimeri</u>
62-63-64	8	BSoh	CH.GR.	270	0	27°08'	101°07'	M.M.E.	Pr.gl. Ce.te. Ac.ri.	3875
65-66-67	13	BSoh	IG.CH.	380	o	27°50'	99°58'	MME	Pr.gl. Po.an. Ac.ri.	3800
68-69	37	BSoh	CH.CA	350	o	28°16'	100°39'	MME	Pr.gl. Po.an. Ac.ri.	2600
70-71-72 73-74-74	20	BSoh	CH.CA.	730	S	28°26'	101°41'	MME	Pr.gl. Po.an. Ac.ri. Ac.be.	745
76-77-78 79-80	20	BSoh	Li.CA	890	S	27°57'	101°53'	MME	Ac.ri. Le.fr. Da.ce. Po.an.	930
81-82-83 84-85-86	23	BSoh	CH.GR.	450	0	27°54'	101°10'	MME	Pr.gl. Ac.ri. Po.an. Ce.te.	1700
87-88-89	19	BSoh	CH.CA.	400	0	28°21'	100°58'	MME	Pr.gl. Po.an. Ac.ri.	2300

Cuadro 4.1.continuación

Sitio	Mpio.	Clima ^{1/}	Suelo ^{2/}	Alt. msnm	Exp ^{3/}	Lat.	Long.	Tipo de veg ^{4/}	Spp ^{5/} asoc.	Densidad de <u>O. lindheimeri</u> p/h
90-91-92 93-94-95	38	BSoh	CH-CA	330	0	28°25'	101°01'	MME	Ac.ri. Le.pr. Ac.be. Pr.gl.	625
96-97-98 99-100	26	BSoh	CH.CA	390	0	28°36'	100°38'	MME	Pr.gl. Po.en. Ac.ri.	3300
101-102- 103	14	BSoh	SI	330	0	29°10'	101°46'	MME	Pr.gl. Po.on. Ac.ri. Ac.be.	2600
104-105- 106-107- 108-109	2	BSoh	SI	320	0	29°23'	101°09'	MME	Pr.gl. Ac.ri. Le.fr.	1600
110-111- 112	3	BSoh	CH.CA	380	0	28°16'	100°42'	MME	Pr.gl. Ac.ri. Ac.be. Le.fr.	1730
113-114 115	22	BSoh	CH.CA	400	0	28°18'	100°40'	MME	Ac.ri. Pr.gl. Po.an.	2225

Cuadro 4.1.continuación

Mpio	Clima ^{1/}	Suelo ^{2/}	Alt. msnm	Exp. ^{3/}	Lat.	Long.	Tipo de veg. ^{4/}	Spp ^{5/} asoc ⁻	Densidad de O. lindheimeri p/h	
116-117 118-119 120	16	BSok	CH.CA	830	S	27°02'	101°47'	MME	Ac.ri. Po.an. Pr.gl.	238

1) Bs = Climas secos o áridos

VW = Climas muy áridos o muy secos

o = Cociente de precipitación/
temperatura debajo de 22.9

l = Cociente de precipitación/
temperatura mayor de 22.9

h = Temperatura media anual sobre
18°C

K = Temperatura media anual del mes
más caliente sobre 18°C

2) CH.CA = Chesnut calcáreo

SI.GR. = Sierozem-gris

CH.GR. = Chesnut-gris

XE.HA. = Xerosol-háptico

IG.CH. = Igneo-chesnut

LI-CA. = Litosol-calcáreo

SI. = Sierozem

3) o = indefinida

E = Este

N = Norte

O = Oeste

S = Sur

4) M.CRE. = Matorral crasirosulifolio espinoso
MIP = Matorral inerme parvifolio
B.Ac. = Bosque aciculiescuamifolio
MME = Matorral mediano espinoso
MAE = Matorral alto espinoso
B.La.Es.Ca. = Bosque latifoliado esclerofilo
caducifolio

5) Ag.le. = Agave lechuguilla

Fl.ce. = Fluorensia cernua

La.tr. = Larrea tridentata

Pi.ce. = Pinus cembroides

Pi.ar. = Pinus arizonica

Ac.co. = Acacia constricta

Da.ce. = Dasyliirion cedrosanum

Ac.ri. = Acacia rigidula

Ce.te. = Cercidium texanum

Ac.be. = Acacia berladieri

Mi.bi. = Mimosa biuncifera

Li.me. = Lindleyella mespi-
loides

Pa.in. = Parthenium incanum

Ar.ar. = Arbutus arizonica

He.gl. = Hecthia olomerata

Ju.mo. = Juniperus monosperma

Ju.fl. = Juniperus flaccida

Se.gr. = Sericodes greggii

Eu.an. = Euphorbia

antisiphylitica

Po.an. = Porlieria angusti-
folia

Le.fr. = Leucophyllum
frutescens

Qu.gl. = Quercus glaucoides

Pr.gl. = Prosopis glandulosa

del Estado donde se localizaron poblaciones naturales de la especie.

Se encontraron altas densidades en diferentes condiciones de clima, suelo, altitud y exposición, con lo cual se aprecia que esta especie tiene una amplia tolerancia ambiental, lo cual le permite tener una distribución geográfica grande.

Tipos de Vegetación Donde Está Presente

Opuntia lindheimeri

Esta especie se encontró presente en diferentes tipos de vegetación, desde los matorrales xerófilos hasta el bosque de pino encino, como se muestra en el Cuadro 4.1.

El matorral mediano espinoso, mezclado con el matorral crasicauale (*Crasirosulifolio* espinoso) es el que está presente en la mayoría de los sitios donde se encontró *Opuntia lindheimeri* y coincide con las mayores poblaciones y densidades de la especie, apoyando a COTECOCA (1979).

En el matorral inerme parvifolio se encontraron pequeñas poblaciones, coincidiendo en lo expuesto por COTECOCA (1979), ya que este matorral es característico del Desierto Chihuahuense. En algunas de las Sierras de la Paila y el Tejocote de los Municipios de Ramos Arizpe y General Cepeda respectivamente, se localizaron manchones de bosque

con pequeñas poblaciones de *Opuntia lindheimeri*.

En la Sierra de Santa Rosa en el Municipio de Múzquiz, se localizó una población grande de *Opuntia lindheimeri* var *tricolor* en el matorral crasirosulifolio cercano al bosque de *Quercus*.

La relación de los tipos de vegetación donde está presente *Opuntia lindheimeri* es la siguiente:

- Matorral crasirosulifolio espinoso
- Matorral inerme parvifolio
- Matorral mediano espinoso
- Matorral alto espinoso
- Bosque aciculiescuamifolio
- Bosque latifoliado esclerófico caducifolio

Estos tipos de vegetación pueden presentar varias asociaciones de acuerdo a las especies que los caractericen, como se aprecia en el Cuadro 4.1.

Especies Asociadas a *Opuntia lindheimeri*

Las especies asociadas a *Opuntia lindheimeri* se determinaron en base al material botánico que se colectó en cada sitio de muestreo, lo cual se aprecia en el Cuadro 4.1. Entre las especies mayormente asociadas se encuentran

Prosopis glandulosa (mezquite), *Forlisteria angustifolia* (guayacán), *Acacia rigidula* (chaparro prieto), y *Leucophyllum frutescens* (cenizo). Las especies asociadas se señalan con símbolos en base a los sugeridos por Nickerson et al. (1976).

En las áreas donde se localizaron las mayores poblaciones de *Opuntia lindheimeri* (Municipios de Sabinas, Progreso y Juárez), las principales especies asociadas son las señaladas anteriormente, coincidiendo con COTECOCA (1979). En la parte Sureste del Estado se encontró a *Opuntia lindheimeri* asociada con *Agave lechuguilla* (lechuguilla), *Acacia constricta* (largoncillo) y *Hechtia glomerata* (guapilla).

En los sitios localizados en las áreas de bosque, las especies asociadas son: *Pinus arizonica* (pino), *Juniperus flaccida* (tascate), *Quercus glaucoides* (encino) y *Lindleyella mespiloides* (barreta).

En el matrral inerme parvifolio de *Larrea tridentata* (gobernadora), y *Flourensia cernua* (hojasén), se localizaron pequeñas poblaciones de *Opuntia lindheimeri*, apoyando a COTECOCA (1979), y Johnston (1974), ya que estas especies son de lugares más secos que corresponden al Desierto Chihuahuense.

Variación Morfológica de *Opuntia lindheimeri*

El análisis de 130 muestras de *Opuntia lindheimeri* (Cuadros A1-A4) correspondientes a las cuatro variedades, nos permitió determinar que es una especie con una alta variación morfológica, desde la forma y tamaño del cladodio, hasta la presencia y/o ausencia de espinas. La presencia de las cuatro variedades reportadas por Elizondo y Wehebe (1987) fue confirmada con este estudio y las variaciones morfológicas entre ellas se presentan en los Cuadros 4.2-4.5 de estadísticas elementales, donde se señalan la variedad así como los diferentes caracteres morfológicos descritos como son: longitud de cladodio, ancho del cladodio, espinas por areola, longitud total de espinas, longitud de la espina más larga, y distancia entre areolas. Además se indican los valores máximos y mínimos, la media, la varianza, desviación estándar y el coeficiente de variación para dichos caracteres morfológicos. Se puede apreciar que existe una diferencia entre los valores máximos y mínimos por lo cual el coeficiente de variación es alto para algunos caracteres, confirmado lo expuesto por Anthony (1956), Weniger (1984) y Elizondo y Wehebe (1987) quienes describen a la especie *Opuntia lindheimeri* con una alta variación morfológica. Los caracteres considerados en los cuadros de estadísticas elementales son de tipo cuantitativo. La forma del cladodio y de la areola y el color de espinas y gloquidas no se consideraron por ser de

Cuadro 4.2. Estadísticas elementales de las características morfológicas promedio en muestras de Opuntia lindheimeri Engelman var. lindheimeri

	Valor máximo	Valor mínimo	Media (\bar{x})	Varianza (S^2)	Desviación (S)	Coefficiente de variación (%) S/\bar{x}
Longitud del cladodio	28.1	13.6	19.733	14.999	3.872	.196 19.626
Ancho del cladodio	24.7	11.5	16.416	11.955	3.457	.210 21.063
Areola por cladodio	58	16	22.104	99.159	9.957	.450 45.046
Espinas por areola	7.7	0.0	2.591	2.759	1.661	.641 64.106
Longitud total de las espinas (cm)	4.8	1.0	2.433	1.025	1.012	.415
Longitud de la espina más larga (cm)	5.9	1.4	3.39	1.332	1.154	.340 34.057
Distancia entre areolas	5.0	1.8	3.322	0.5915	0.769	.231 23.148

Cuadro 4.3. Estadísticas elementales de las características morfológicas promedio en muestras de Opuntia lindheimeri Engelman var. tricolor

Variable	Valor máximo	Valor mínimo	Media (\bar{x})	Varianza (S^2)	Desviación (S)	Coficiente de variación (%) S/\bar{x}
Longitud del cladodio	28.4	9.5	19.003	14.249	3.774	.198 19.864
Ancho del cladodio	23.6	9.9	17.896	10.564	3.250	.181 18.161
Areola por cladodio	50	15	25.878	48.234	6.945	.268 26.837
Espinas por areola	3.2	0.8	1.775	0.427	0.653	.368 38.836
Longitud de todas las espinas (cm)	3.8	0.8	2.724	0.384	0.619	.227 22.760
Longitud de la espina más larga (cm)	4.9	0.8	3.396	0.809	0.842	.248 24.896
Distancia entre areolas	4.5	2.7	3.487	0.201	0.449	.128 12.880

Cuadro 4.4. Estadísticas elementales de las características morfológicas promedio en muestras de Opuntia lindheimeri Engelman. var. aciculata.

Variable	Valor máximo	valor mínimo	Media (\bar{x})	Varianza (S^2)	Desviación (S)	Coefficiente de variación (%) s/\bar{x}
Longitud del cladodio	18.9	16.9	22.306	11.388	3.374	.1512 15.125
Ancho del cladodio	27.3	10.8	17.843	12.905	3.592	.201 20.133
Areolas por cladodio	52	19	29.066	69.581	8.341	.286 28.696
Espinas por areola	1.7	0.0	0.523	0.324	0.569	1.087 108.795
Longitud total de las espinas (cm)	1.9	0.0	0.733	0.451	0.671	0.915 91.54
Longitud de espina más larga (cm)	2.3	0.0	1.00	0.719	0.848	.848 84.80
Distancia entre areolas	4.9	2.6	3.753	0.449	0.670	.178 17.352

Cuadro 4.5. Estadísticas elementales de las características morfológicas promedio en muestras de Opuntia lindheimeri Engelman var. subarmata

Variable	Valor máximo	Valor mínimo	Media (\bar{x})	Varianza (S^2)	Desviación estándar (S)	Coefficiente de variación (%) (S/\bar{x})
Longitud del cladodio	30.4	19.5	24.765	9.138	3.023	.122 12.206
Ancho del cladodio	33.7	20.0	25.068	11.732	3.425	.136 13.663
Areolas por cladodio	43	28	33.241	11.189	3.345	.100 10.063
Espinas por areolas	--	--	--	--	--	--
Longitud de todas las espinas (cm)	--	--	--	--	--	--
Longitud de la espina más larga (cm)	--	--	--	--	--	--
Distancia entre areolas	5.5	3.5	4.537	0.326	0.570	.125 12.584

U.A.A.A.N.

00775

tipo cualitativo y pueden ser objeto de diferentes interpretaciones. Los porcentajes de forma de cladodio y color de espinas se presentan en el Cuadro 4.6, donde se pueden apreciar los diferentes tipos de formas y sus proporciones. En la variedad *lindheimeri*, con una $n = 48$, el 58 por ciento de los cladodios correspondió a la forma circular, el 35 por ciento a la elíptica y el 16.6 por ciento a la ovada. El color de las espinas fue un 76.59 por ciento amarillas, 14.89 por ciento cafés y 8.51 por ciento ocres, confirmando la descripción dada por Bravo (1978) para esa variedad.

La variedad *tricolor*, con una $n = 33$, presentó un 27.27 por ciento de cladodios de forma oblata y un 18.18 por ciento para todas las formas restantes ovadas, circulares, obovadas y elípticas. El color de espinas fue de 100 por ciento amarillas.

La variedad *aciculata*, con una $n = 30$, presentó un 36.66 por ciento de cladodios de forma elíptica, un 30.00 por ciento circulares, un 26.66 por ciento lanceoladas y un 3.33 por ciento de ovados y oblatos. El color de espinas con una $n = 20$, ya que algunas muestras no tienen espinas, fue de un 100 por ciento amarillas.

La variedad *subarmata*, con una $n = 29$, presentó un 62.06 por ciento de cladodios en forma oblata, un 27.58 por

Cuadro 4.6. Porcentajes para formas de cladodios y color de espinas de las cuatro variedades de Opuntia lindheimeri

Variedad <u>lindheimeri</u>			Variedad <u>tricolor</u>		
n = 48			n = 33		
Formas de cladodios	22 circulares	58.33%	Formas de cladodios	9 oblatos	27.27%
	12 elípticos	25.00%		6 ovados	18.18%
	8 ovadas	16.66%		6 circulares	18.18%
Color de espinas	36 amarillas	86.59%	Color de espinas	6 obovados	18.18%
	7 cafés	14.89%		6 elípticos	18.18%
	4 ocres	8.51%		33 amarillas	100%
Variedad <u>aciculata</u>			Variedad <u>subarmata</u>		
n = 30			n = 29		
Formas de cladodios	11 elípticos	36.66%	Formas de cladodios	18 oblatos	62.06%
	9 circulares	30.00%		8 circulares	27.58%
	8 lanceolados	26.66%		2 elípticos	6.89%
	1 ovado	3.33%		1 ovado	3.33%
	1 oblato	3.33%			
Color de espinas	20 amarillas	100%	Color de espinas	Sin espinas	
	13 sin espinas	00%			

ciento circulares, un 6.89 elípticos y un 3.44 por ciento ovados. El porcentaje de color de espinas fue de 00, ya que es una variedad que no presenta espinas.,

La alta variación morfológica mostrada por esta especie se puede considerar como una respuesta a las diferentes condiciones ambientales en que se desarrolla, apoyando lo que mencionan varios autores como Bravo (1978), Daubenmire (1982) y Grant (1989).

Taxonomía del Complejo *Opuntia lindheimeri*

La alta variación morfológica presentada por *Opuntia lindheimeri*, apoya su taxonomía y permite sostener su separación en cuatro variedades. Las 130 muestras analizadas morfológicamente coinciden con las descripciones de Bravo (1978) y Elizondo y Wehebe (1987), lo cual confirma lo expuesto por Anthony (1956), en que señala que algunos caracteres morfológicos son suficientemente constantes y son de valor taxonómico, entre los que podemos mencionar forma del cladodio, número de espinas, forma y color de espinas y distancia entre las areolas.

Las cuatro variedades de *Opuntia lindheimeri* (Bravo, 1978; Elizondo y Wehebe, 1987) encontradas para Coahuila, corresponden a las equivalentes propuestas por Weniger (1984) para *Opuntia engelmannii*. (Cuadro 4.7).

Cuadro 4.7. Correspondencia de las variedades de *O. engelmannii* y *Opuntia lindheimeri*

Weniger 1984	Bravo (1978), Elizondo y Wehbe (1987)
<i>Opuntia engelmannii</i> var. <i>cacanapa</i> (gr.) Weniger	<i>O. lindheimeri</i> var. <i>tricolor</i>
<i>O. engelmannii</i> var. <i>aciculata</i>	<i>O. lindheimeri</i> var. <i>aciculata</i>
<i>O. engelmannii</i> var. <i>subamarta</i>	<i>O. lindheimeri</i> var. <i>subamarta</i>
<i>O. engelmannii</i> SD	<i>O. lindheimeri</i> var. <i>lindheimeri</i>

En base al material analizado y a la descripción del complejo por Bravo (1978), y la revisión hecha por Elizondo y Wehbe (1987), la taxonomía del complejo *Opuntia lindheimeri* se concentra en el Cuadro 4.8.

Cuadro 4.8. Taxonomía del Complejo *Opuntia lindheimeri*

Familia	Cactaceae
Género	<i>Opuntia</i>
Subgénero	<i>Opuntia</i>
Serie	Dillenianae
Especie	<i>lindheimeri</i>
Variedades	<i>lindheimeri</i> <i>aciculata</i> <i>tricolor</i> <i>subamarta</i>

Intervalos de Confianza Simultáneos

Los intervalos de confianza simultáneos construidos para las variables morfológicas de interés (Cuadros 4.9, 4.10, 4.11 y 4.12) nos muestran los siguientes resultados.

Con respecto a la característica espinas/areola (Cuadro 4.9), se aprecia que la diferencia presentada entre las variedades *lindheimeri* y *tricolor*, no es estadísticamente significativa pues los intervalos de confianza correspondientes se intersectan, además podemos afirmar que la variedad *subarmata* posee o espinas/areola y que la variedad *aciculata* tiene un rango de espinas/areola entre .25 y .8, lo cual la hace diferente de las dos primeras (*lindheimeri* y *tricolor*), y no se intersecta con ellas.

En relación a la característica areolas/cladodio (Cuadro 4.10), se observa que las variedades *lindheimeri*, *tricolor* y *aciculata* presentan intervalos que se intersectan por lo cual no tienen una diferencia estadísticamente significativa y se puede determinar que la variedad *subarmata* presenta un intervalo entre 31.589 y 34.893, el cual es mayor que el de las tres variedades anteriores, por lo tanto, esta variedad sí presenta una diferencia estadísticamente significativa.

En lo referente a la característica de distancia entre areolas (Cuadro 4.11) se observa que las variedades *lindheimeri*, *tricolor* y *aciculata* presentan intervalos que se intersectan, por lo cual estadísticamente no tienen diferencia significativa, sólo la variedad *subarmata* tiene un intervalo mayor lo que le permite separarse de las

Cuadro 4.9. Intervalos de confianza simultáneos para las cuatro variedades de O. lindheimeri para el carácter espinas/areola

<u>O. lindheimeri</u> var. <u>lindheimeri</u>		<u>O. lindheimeri</u> var. <u>tricolor</u>	
\bar{x}_2	2.591	\bar{x}_2	2.591
S^2	2.759	S^2	0.427
S	1.661	S	0.653
n	48	n	33
t .00625	2.594	t .00625	2.639
$\frac{S}{\sqrt{n}} t$	0.622	$\frac{S}{\sqrt{n}} t$	0.300
$\bar{x} + \frac{St}{\sqrt{n}}$	3.213	$\bar{x} + \frac{St}{\sqrt{n}}$	2.075
$\bar{x} - \frac{St}{\sqrt{n}}$	1.969	$\bar{x} - \frac{St}{\sqrt{n}}$	1.475
<u>O. lindheimeri</u> var. <u>aciculata</u>		<u>O. lindheimeri</u> var. <u>subarmata</u>	
\bar{x}_2	0.523	\bar{x}_2	0.00
S^2	0.324	S^2	0.00
S	0.569	S	0.00
n	30	n	29
t .00625	2.654	t .00625	2.659
$\frac{S}{\sqrt{n}} t$	0.276	$\frac{S}{\sqrt{n}} t$	0.00
$\bar{x} + \frac{St}{\sqrt{n}}$	0.799	$\bar{x} + \frac{St}{\sqrt{n}}$	0.00
$\bar{x} - \frac{St}{\sqrt{n}}$	0.799	$\bar{x} - \frac{St}{\sqrt{n}}$	0.00

Cuadro 4.10. Intervalos de confianza simultáneos para las cuatro variedades de O. lindheimeri para el carácter areolas/cladodio

O. lindheimeri var. lindheimeri

\bar{x}_2	22.104
S^2	99.159
S	9.957
n	48
t .00625	2.594

$$\frac{S}{\sqrt{n}} t \quad 3.728$$

$$\bar{x} + \frac{St}{\sqrt{n}} \quad 25.832$$

$$\bar{x} - \frac{St}{\sqrt{n}} \quad 18.376$$

O. lindheimeri var. aciculata

\bar{x}_2	29.066
S^2	69.581
S	8.341
t .00625	2.654

$$\frac{S}{\sqrt{n}} t \quad 4.042$$

$$\bar{x} + \frac{St}{\sqrt{n}} \quad 33.108$$

$$\bar{x} - \frac{St}{\sqrt{n}} \quad 25.024$$

O. lindheimeri var. tricolor

\bar{x}_2	25.878
S^2	48.234
S	6.945
n	33
t .00625	2.639

$$\frac{S}{\sqrt{n}} t \quad 3.191$$

$$\bar{x} + \frac{St}{\sqrt{n}} \quad 29.069$$

$$\bar{x} - \frac{St}{\sqrt{n}} \quad 22.687$$

O. lindheimeri var. subarmata

\bar{x}_2	33.241
S^2	11.189
S	3.345
t .00625	2.659

$$\frac{S}{\sqrt{n}} t \quad 1.652$$

$$\bar{x} + \frac{St}{\sqrt{n}} \quad 34.893$$

$$\bar{x} - \frac{St}{\sqrt{n}} \quad 31.589$$

Cuadro 4.11. Intervalos de confianza simultáneos para las cuatro variedades de O. lindheimeri para el carácter distancia entre areolas.

<u>O. lindheimeri</u> var. <u>lindheimeri</u>		<u>O. lindheimeri</u> var. <u>tricolor</u>	
\bar{x}_2	3.322	\bar{x}_2	3.487
S^2	0.5915	S^2	0.201
S	0.769	S	0.449
n	48	n	33
t .00625	2.594	t .00625	2.639
$\frac{S}{\sqrt{n}}$ t	0.288	$\frac{S}{\sqrt{n}}$ t	0.206
$\bar{x} + \frac{St}{\sqrt{n}}$	3.610	$\bar{x} + \frac{St}{\sqrt{n}}$	3.693
$\bar{x} - \frac{St}{\sqrt{n}}$	3.034	$\bar{x} - \frac{St}{\sqrt{n}}$	3.281
<u>O. lindheimeri</u> var. <u>aciculata</u>		<u>O. lindheimeri</u> var. <u>subarmata</u>	
\bar{x}_2	3.753	\bar{x}_2	4.537
S^2	0.449	S^2	0.326
S	0.670	S	0.570
n	30	n	29
t .00625	2.654	t .00625	2.659
$\frac{S}{\sqrt{n}}$ t	0.325	$\frac{S}{\sqrt{n}}$ t	0.281
$\bar{x} + \frac{St}{\sqrt{n}}$	4.078	$\bar{x} + \frac{St}{\sqrt{n}}$	4.818
$\bar{x} - \frac{St}{\sqrt{n}}$	3.428	$\bar{x} - \frac{St}{\sqrt{n}}$	4.256

primeras, ya que su rango está entre 4.056 y 4.078, que es mayor que el presentado por las otras variedades.

Con respecto a la característica de longitud total de espinas (Cuadro 4.12) se aprecia que entre las variedades *lindheimeriy tricolor* sus intervalos se intersectan, por lo cual no tienen una diferencia estadísticamente significativa entre ellas, pero con relación a las variedades *aciculata* y *subarmata* sus intervalos no se intersectan, por lo cual tienen diferencia estadísticamente significativa. La variedad *aciculata* presenta un intervalo entre 0.408 y 1.058 el cual no se intersecta con el intervalo de las variedades *lindheimeriy tricolor*, lo que la hace diferente estadísticamente y la variedad *subarmata* al no tener espinas su intervalo de longitud total de espinas es 0, lo que la hace totalmente diferente a las tres variedades con respecto a este carácter.

Cuadro 4.12. Intervalos de confianza simultáneos para las cuatro variedades de O. lindheimeri para el carácter longitud total de espinas.

<u>O. lindheimeri</u> var. <u>lindheimeri</u>		<u>O. lindheimeri</u> var. <u>tricolor</u>	
\bar{x}_2	2.433	\bar{x}_2	2.724
S^2	1.025	S^2	0.384
S	1.012	S	0.619
n	48	n	33
t .00625	2.594	t .00625	2.639
$\frac{S}{n} t$	0.379	$\frac{S}{n} t$	0.284
$\bar{x} + \frac{St}{n}$	2.970	$\bar{x} + \frac{St}{n}$	3.008
$\bar{x} - \frac{St}{n}$	2.212	$\bar{x} - \frac{St}{n}$	2.440
<u>O. lindheimeri</u> var. <u>aciculata</u>		<u>O. lindheimeri</u> var. <u>subarmata</u>	
\bar{x}_2	0.733	\bar{x}_2	0.00
S^2	0.451	S^2	0.00
S	0.671	S	0.00
n	30	n	29
t .00625	2.654	t .00625	2.659
$\frac{S}{n} t$	0.325	$\frac{S}{n} t$	0.00
$\bar{x} + \frac{St}{n}$	1.058	$\bar{x} + \frac{St}{n}$	0.00
$\bar{x} - \frac{St}{n}$	0.408	$\bar{x} - \frac{St}{n}$	0.00

CAPITULO V

DISCUSION

Amplitud Ecológica de Opuntia lindheimeri

En base a los resultados obtenidos a partir del recorrido por el área de estudio y de los 120 sitios muestreados, es evidente que la amplitud ecológica de *Opuntia lindheimeri* comprende la parte oriental del Estado de Coahuila, que es más húmeda y tiene una altitud menor que la parte Oeste que queda comprendida en la porción Este del Desierto Chihuahuense. Esta distribución confirma lo señalado por Anthony (1956); Britton y Rose (1908) y Weniger (1984), quienes reportan a esta especie con una distribución costera a lo largo del Golfo y penetrando hasta los Estados de Nuevo León y Coahuila en México y Noreste de Nuevo México, Suroeste de Arizona y Sur de Texas en Estados Unidos.

Se encontraron poblaciones de *O. lindheimeri* en diferentes condiciones ambientales desde partes bajas de 350 m de altitud en los Municipios de Hidalgo y Guerrero, hasta altitudes de 2200 m en las Sierras de la Paila y El Tejocote en los Municipios de Ramos Arizpe y General Cepeda, respectivamente.

Los climas varían de semiáridos a templados y los

suelos son de diferentes tipos como xerosoles, litosoles y castañoszem, lo cual apoya lo expuesto por Jones y Luchsinger (1979), Bell (1968) y Anthony (1956), que señalan como una combinación de factores ambientales es lo que regula la distribución y la amplitud ecológica de las especies. La amplia tolerancia a los distintos factores ambientales mostrada por *O. lindheimeri* le permite estar representada por cuatro variedades, lo cual coincide con Daubenmire (1982) y Mckel et al. (1962) que indican que una especie está compuesta por un mosaico de poblaciones como respuesta a los diferentes habitats en que se desarrollan.

Dentro de las cuatro variedades de *O. lindheimeri* encontradas, la variedad *lindheimeri* es la que presenta una mayor amplitud ecológica lo cual le permite presentar el mayor rango de distribución abarcando varios municipios de la porción Oriental del Estado como son: Ramos Arizpe, General Cepeda, Saltillo, Castaños, Candela, Moncolova, Progreso, Juárez, Sabinas, Allende, Villa Unión, Guerrero, Hidalgo y Piedras Negras. (Figura 4.2).

Las variedades *tricolor* y *aciculata*, generalmente se encontraron asociadas, por lo cual su distribución es similar, principalmente en áreas de aluvión con suelos profundos en los municipios de Sabinas, Progreso, Juárez, Ramos Arizpe y Candela, dentro del matorral mediano espinoso. La variedad *subarmata* solamente se localizó en la

Sierra de la Paila, confirmando lo señalado por Elizondo y Wehbe (1978) donde la describen como una nueva variedad para el Estado de Coahuila, con una distribución restringida a dicha Sierra en una área de bosque con un clima templado y un suelo de tipo castañozem y feozem (Figura 4.3).

En general la distribución mostrada por *O. lindheimeri* queda comprendida en su mayor parte en las provincias de la Sierra Madre Oriental y grandes llanuras de Norteamérica, propuestas para Coahuila por SPP (1983). En la provincia de las Sierras y llanuras del Norte no se encontró *O. lindheimeri* por ser esta provincia la más árida de las tres y quedar comprendida en lo que es el Desierto Chihuahuense. La amplia distribución mostrada por *O. lindheimeri* confirmó lo expuesto por Anthony (1954) quien señala que la distribución de esta especie se basa en una rápida invasión y establecimiento de nuevos habitats, un crecimiento general en muchas áreas y una gran variedad de formas como respuesta a las condiciones ambientales.

Densidad de *Opuntia lindheimeri*

Los 120 sitios muestreados para estimar la densidad de *O. lindheimeri*, nos mostraron que las poblaciones presentan diferentes densidades como una respuesta a los diferentes tipos de habitats en que se encuentran (Cuadro 4.1). Las mayores densidades se localizaron en la porción

Centro-Este del Estado, en los Municipios de Progreso, Sabinas y Juárez, apoyando lo señalado por COTECOCA (1979) que reporta a esta especie como característica de esa región, incluso existe una área en el Municipio de Sabinas que se llama Lomas de kakanapo, en base a la densidad presentada por esta especie donde llega a tener una densidad de 5500 p/h, es decir, $.55 \text{ p/m}^2$ de nopal kakanapo que es el nombre común que se le da a *D. lindheimeri*.

Se encontraron altas densidades en diferentes condiciones de altitud y de suelo, por lo cual estos factores no parecen tener una influencia marcada en la estructura de las densidades. En la porción occidental del Estado, en áreas próximas y dentro de lo que es el Desierto chihuahuense en los Municipios de Parras, Viesca, Cuatrociénegas, Sacramento y Ocampo, casi no se encontraron poblaciones de *D. lindheimeri* y las pocas que se encontraron eran dispersas con bajas densidades debido a que el clima es más seco.

Las extensas nopaleras encontradas en Sabinas y Progreso, confirman lo expuesto por Janzen (1986) y Kipple y Costello (1960) quienes señalan a las nopaleras como las comunidades más conspicuas de algunas regiones de las zonas áridas en áreas de aluvi3n o valles. Asimismo, se observó gran cantidad de plantas jóvenes provenientes de cladodios derribados, lo cual apoya a Turner y Costello (1942) y

Kipple y Costello (1960) que consideran a las áreas sobreutilizadas como propicias para que las nopaleras incrementen sus densidades y por lo tanto, su rango de distribución.

Tipos de Vegetación Donde Está Presente *Opuntia lindheimeri*

La amplia distribución presentada por esta especie le permite estar presente en varios tipos de vegetación desde el matorral xerófilo hasta el bosque de pinos, propuestos por SPP (1983) y en el matorral mediano espinoso, matorral mediano subespinoso, matorral alto espinoso, matorral crasicaule, matorral crasirosulifolio espinoso, matorral bajo espinoso y bosque aciculiescuamifolio, propuestos por COTECOCA (1979).

Las mayores nopaleras se encontraron en los matorrales crasirosulifolio espinoso, mediano espinoso y alto espinoso, apoyando a COTECOCA (1979), quien reporta a *O. lindheimeri*, nopal kakanapo como característica de estos tipos de vegetación, a los cuales Johnston (1974) denomina comunidad de mezquital.

Los tipos de vegetación donde está presente *O. lindheimeri* y que corresponden a los propuestos por Miranda y Hernández (1963) son matorral espinoso con espinas laterales, matorral espinoso con espinas terminales y matorral crasirosulifolio espinoso.

En el matorral inerme parvifolio Miranda y Hernández (1963), COTECOCA (1979) y área de *Larrea* y *Flourensia* Leopold (1950) y Johnston (1974) se encontraron escasas poblaciones de *O. lindheimeri* debido a que este tipo de vegetación está localizado en áreas secas, lo cual no cubre las necesidades ambientales de clima y humedad de esta especie.

Especies Asociadas a *Opuntia lindheimeri*

En los 120 sitios muestreados se encontraron diversas especies vegetales asociadas a *O. lindheimeri*, dependiendo el tipo de vegetación presente (Cuadro 4.1). Las especies que mostraron una mayor sociabilidad por estar presentes en forma más frecuente en la mayoría de los sitios son: *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Porlieria angustifolia* (guayacán), *Acacia rigidula* (chaparro prieto), *Leucophyllum frutescens* (cenizo) e *Hilaria mutica* (zacate toboso), coincidiendo con COTECOCA (1979) que señala a estas especies como características del matorral mediano espinoso, matorral crasirosulifolio espinoso y matorral alto espinoso y con *O. lindheimeri* como lacactácea más abundante en dichos tipos de vegetación.

En el matorral rosetófilo propuesto por Johnston (1974) y SPP (1983), las principales especies asociadas son: *Agave lechuguilla* (lechuguilla), *Hechtia glomerata* (guapilla), *Acacia constricta* (largoncillo), *Boutelova*

gracilis (zacate navajita), *B. curtispindula* (zacate banderilla) y *Heteropogon contortus* (zacate colorado).

La asociación de *Larrea tridentata* y *Flourensia cernua* no es muy común por pertenecer estas especies al matorral inerme parvifolio y estar localizado en áreas más secas en lo que es el Desierto Chihuahuense. En las áreas de bosque donde se encontraron poblaciones de *O. lindheimeri* las especies asociadas son de tipo arbóreo, arbustivo y herbáceas donde destacan: *Pinus arizonica* (pino), *Juniperus flaccida* (tascate), *Quercus glaucoides* (encino), *Yucca carnerosana* (palma samandoca), *Rhus virens* (agrito), *Lyndleyella mespiloides* (barreta), *Stipa* sp (zacate picoso) y *Muhlenbergia* spp (zacate liendrilla).

En áreas con nopaleras densas se encontraron gran cantidad de especies herbáceas como *Solanum*, *Setaria*, *Sphaeralcea*, *Bouteloua* y *Sysimbrium*, entre las plantas de nopales aprovechando la protección que les dan al proporcionarles un microhabitat favorable, confirmando lo señalado por Lehmann (1984) quien menciona a las nopaleras como comunidades que sirven de protección para muchas plantas herbáceas y gramíneas.

Variación Morfológica de *Opuntia lindheimeri*

La alta variación morfológica presentada por *O. lindheimeri* mostrada en los Cuadros 4.2-4.6 nos señalan

diferencias en algunos caracteres morfológicos como la longitud del cladodio (LC), anchura del cladodio (AC), forma del cladodio (FC), espinas por areola (EA), longitud de espinas (LTE), color de espinas (CE) y color de gloquidas (CG), lo cual apoya la presencia de cuatro variedades de esta especie para Coahuila, reportadas por Elizondo y Wehbe (1987) y confirma lo expuesto por Anthony (1956) y Weniger (1984) que describen a *O. lindheimeri* como una especie con una alta variación morfológica.

Las variaciones más contrastantes son presencia o ausencia de espinas y longitud total de espinas, apoyando a Elizondo y Wehbe (1984) que describen a las variedades *lindheimeri* y *tricolor* con espinas y las variedades *aciculata* y *subarmata* con espinas ausentes por lo general.

En la variedad *lindheimeri* la forma del cladodio de tipo circular obtuvo un 58.33 por ciento, en la variedad *tricolor* la forma con mayor porcentaje fue la oblata con un 27.27 por ciento, en la variedad *aciculata* la forma elíptica comprendió el 36.66 por ciento y en la variedad *subarmata* la forma oblata obtuvo un 62.06 por ciento (Cuadro 4.6), lo cual coincide en parte con las descripciones de las variedades hechas por Benson (1969), Bravo (1978) y Elizondo y Wehbe (1987) (ver apéndices A1 y A2).

Las 130 muestras de *O. lindheimeri* pertenecientes a las cuatro variedades analizadas morfológicamente nos permitió identificar con facilidad a qué variedad corresponden y al mismo tiempo nos facilitó su correcta determinación en el campo.

La forma del cladodio, hábito de crecimiento, presencia o ausencia de espinas y color de espinas y gloquidas son de un tipo en *Opuntia lindheimeri* por lo cual se puede distinguir de otras especies de nopal con las cuales crece asociada como son *Opuntia rastrera*, *O. phaeacantha* var. *discata*, *O. phaeacantha* var. *major* y *O. phaeacantha* var. *nigricans* y *O. stenopetala*.

Las variedades *tricolor* y *aciculata* comparten varios caracteres morfológicos por lo cual es posible que sean objeto de confusión para reconocerlas, asimismo, la variedad *lindheimeri* es totalmente diferente a la variedad *subarmata*, esta última se separa en forma de cladodio, distancia entre areolas y ausencia de espinas. En las variedades *lindheimeri*, *tricolor* y *aciculata* que sí presentan espinas, no hubo variación con respecto a su color de espinas, ya que en las tres variedades fueron casi en un 100 por ciento amarillas (Cuadro 4.6), sólo la variedad *subarmata* no presentó espinas. El color de gloquidas fué amarillo en las cuatro variedades, lo cual confirma lo expuesto por Britton y Rose (1937); Bravo (1978) y Weniger (1984) que describen a las variedades con gloquidas amarillas.

En todos los caracteres morfológicos de tipo cuantitativo, se obtuvieron los valores medios (Cuadros 4.2-4.5) con lo cual los máximos y mínimos que están en los extremos se pueden minimizar y no ser significativos. La descripción morfológica de las cuatro variedades se basó en material fresco y herborizado, este último puede presentar cambios por el proceso de herborización a que es sometido, por lo cual el color del cladodio y el número de espinas y su longitud puede no ser el original.

Taxonomía del Complejo *Opuntia lindheimeri*

El análisis morfológico de las 130 muestras de *O. lindheimeri* pertenecientes a las cuatro variedades reportadas por Elizondo y Wehbe (1987) nos permitió tener un marco de referencia en el cual podemos apoyar su separación en dichas variedades que son *O. lindheimeri* var. *lindheimeri*, *O. lindheimeri* var. *tricolor*, *O. lindheimeri* var. *aciculata* y *O. lindheimeri* var. *subarmata*, asimismo, la alta variación presentada por esta especie la separa de *Opuntia engelmannii*, con la cual se puede confundir de acuerdo con Smith y Rechenthin (1964) y Grant y Grant (1979a).

Las variedades presentes en el Estado de Coahuila apoyan la descripción de la especie como altamente variable y comparadas con *Opuntia pheacantha* dichas variedades son

equivalentes a las razas que presenta esta especie en Texas de acuerdo con Grant y Grant (1979b). La gran diversidad fisiográfica con una variedad de habitats favorece el desarrollo de poblaciones diferentes de *O. lindheimeri* con lo cual se sostienen los caracteres morfológicos que son de valor taxonómico como distancia entre areolas, forma de artículos, número de espinas, color de espinas y forma del fruto, apoyando lo señalado por Anthony (1956) quien menciona que bajo ciertas condiciones ambientales estas características pueden variar.

En base al material analizado, es válida la separación de *Opuntia lindheimeri* en cuatro variedades, para el Estado de Coahuila, apoyando lo expuesto por Britton y Rose (1937), Bravo (1978) y Elizondo y Wehbe (1987), siendo la taxonomía del complejo *Opuntia lindheimeri* la siguiente:

Familia	Cactaceae
Género	<i>Opuntia</i>
Subgénero	<i>Opuntia</i> (Platyopuntia)
Serie	Dillenianae
Especie	<i>lindheimeri</i>
Variedades	<i>aciculata</i>
	<i>lindheimeri</i>
	<i>subamata</i>
	<i>tricolor</i>

Intervalos de Confianza Simultáneos

El análisis de los caracteres morfológicos de tipo cuantitativo por el método de Intervalos de Confianza Simultáneos (Cuadros 4.8, 4.9, 4.10 y 4.11) nos permitió detectar los caracteres más contrastantes y los que no muestran una diferencia estadísticamente significativa.

Al graficar los intervalos de confianza obtenidos para los distintos caracteres morfológicos, podemos observar que en el carácter espinas/areola (Figura 5.1). las variedades *lindheimeri* y *tricolor* se intersectan entre sí, por lo cual sus diferencias no son estadísticamente significativas. La variedad *aciculata* presenta un intervalo menor entre 0.247 y 0.799, por lo cual no se intersecta con las dos variedades arriba mencionadas y eso le permite separarse al ser estadísticamente diferente. La variedad *subarmata* no presentó espinas, por lo cual su valor para este carácter es igual a 0 y no se intersecta con ninguna de las tres variedades anteriores y se separa totalmente.

Con respecto al carácter areolas/cladodio, la figura 5.2 nos muestra que las variedades *lindheimeri*, *tricolor* y *aciculata* presentan intervalos que se intersectan, por lo cual no son diferentes estadísticamente y se puede observar que la variedad *subarmata* presenta un intervalo mayor a las dos primeras variedades, por lo cual se puede afirmar que su

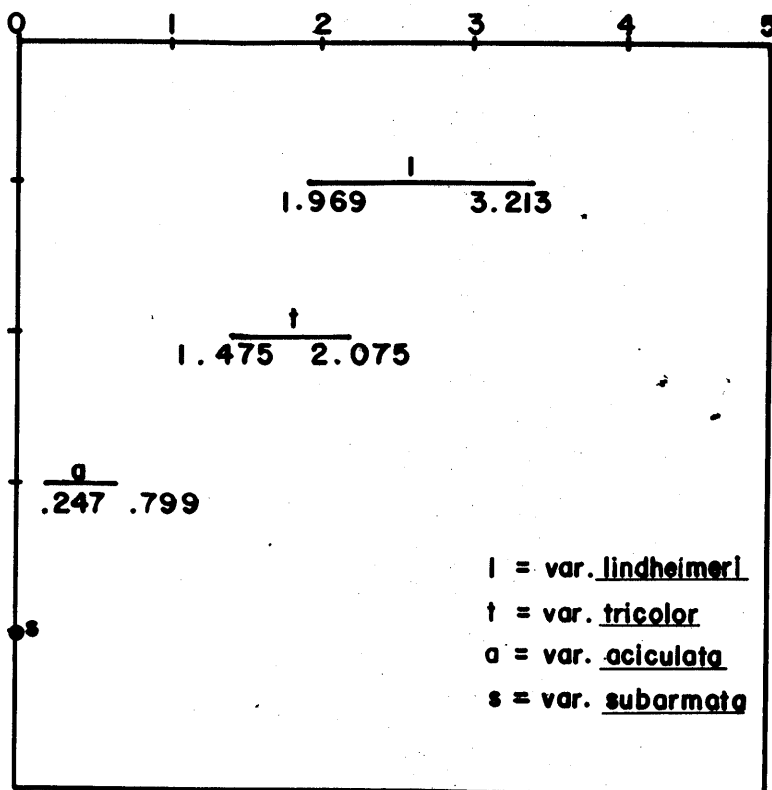


FIGURA 5.1 INTERVALOS DE CONFIANZA SIMULTANEOS
 PARA LAS 4 VARIEDADES DE Q. lindheimeri
 PARA EL CARACTER ESPINAS /
 AREOLAS.

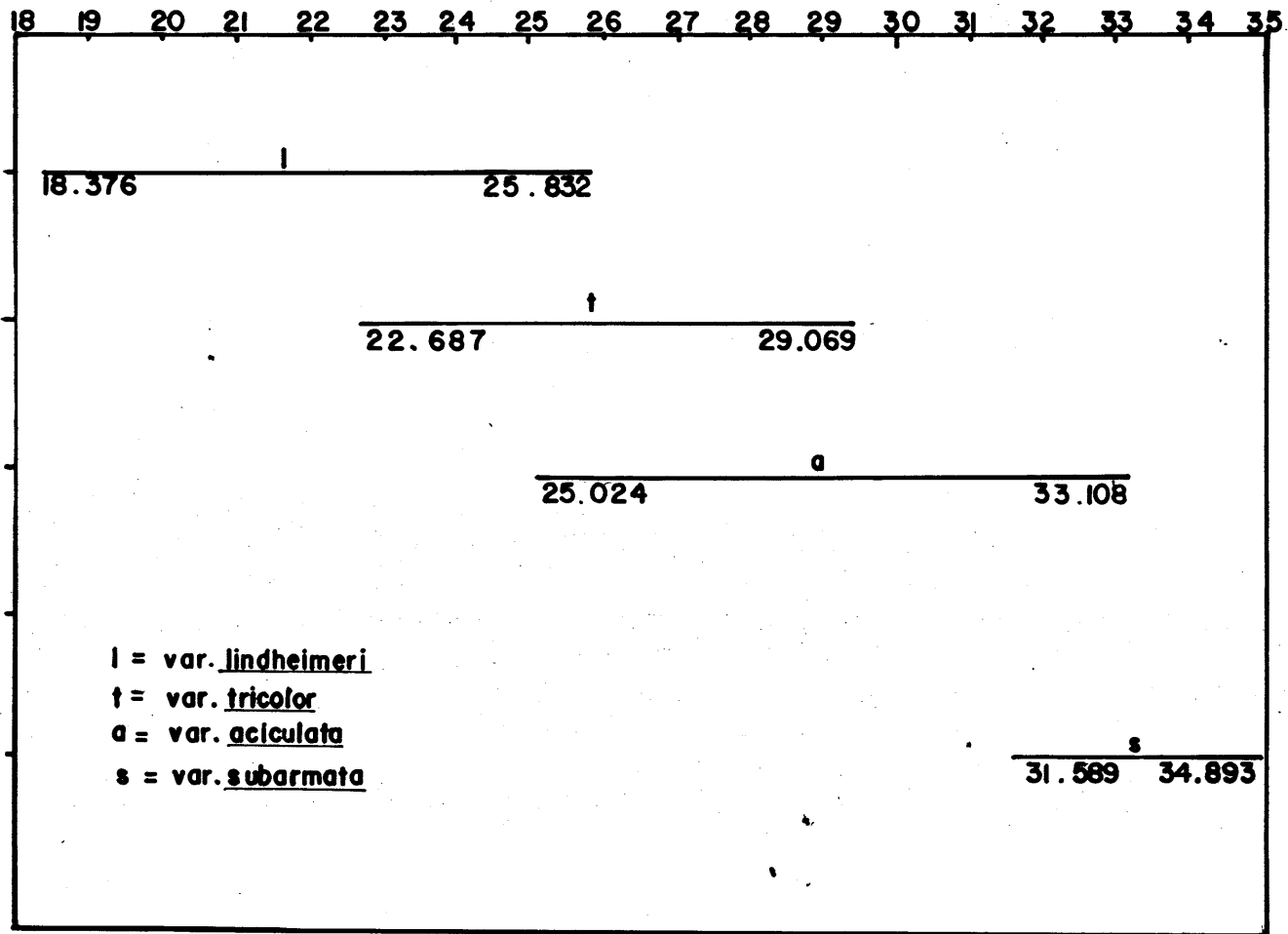


FIGURA 5.2 INTERVALOS DE CONFIANZA SIMULTANEO PARA LAS 4 VARIETADES DE O. lindheimeri PARA EL CARACTER AREOLA / CLADODIO.

valor tiene una diferencia significativa. En relación al carácter de distancia entre areolas (Figura 5.3), las variedades *lindheimeri*, *tricolor* y *aciculata* muestran intervalos que se intersectan, por lo cual no son diferentes estadísticamente, solamente la variedad *subarmata* tiene un intervalo mayor, lo que permite separarse de las otras tres variedades y su intervalo está entre $\sim .056$ y 4.818 y es estadísticamente diferente.

En el carácter longitud total de espinas (Figura 5.4) se aprecia que al graficar los intervalos las variedades *lindheimeri* y *tricolor* se intersectaron, por lo cual no tienen una diferencia estadísticamente significativa entre ellas, pero son diferentes a la variedad *aciculata* que presenta intervalos menores y de la variedad *subarmata* que tiene un intervalo igual a 0.

El hecho de que algunos caracteres de las cuatro variedades se intersecten, es explicable, ya que son de la misma especie y su separación no es tan drástica como lo sería una subespecie o entre especies distintas.

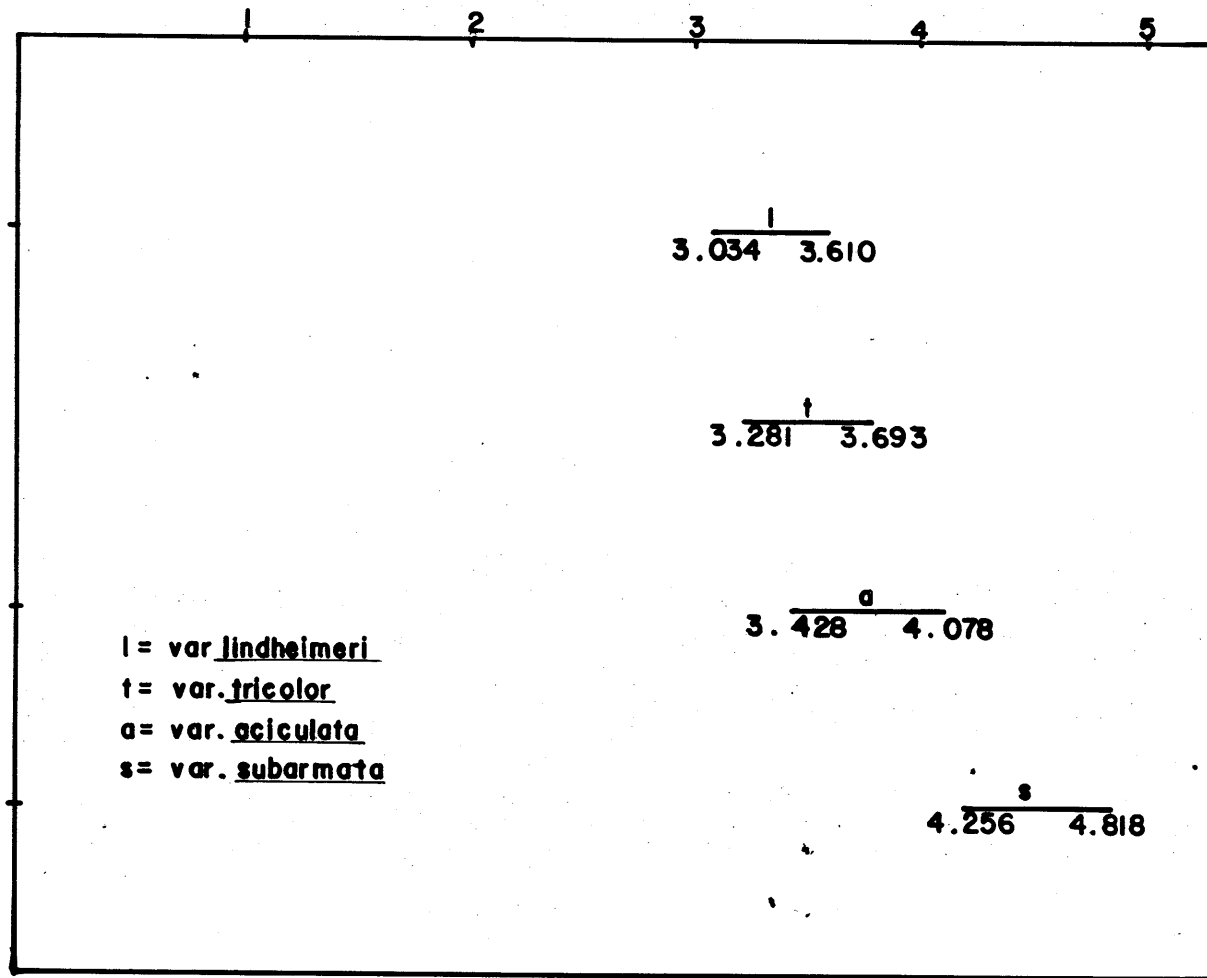


FIGURA 5.3 INTERVALOS DE CONFIANZA SIMULTANEOS PARA LAS 4 VARIETADES DE Q. lindheimeri PARA EL CARACTER DISTANCIA ENTRE AREOLAS cm.

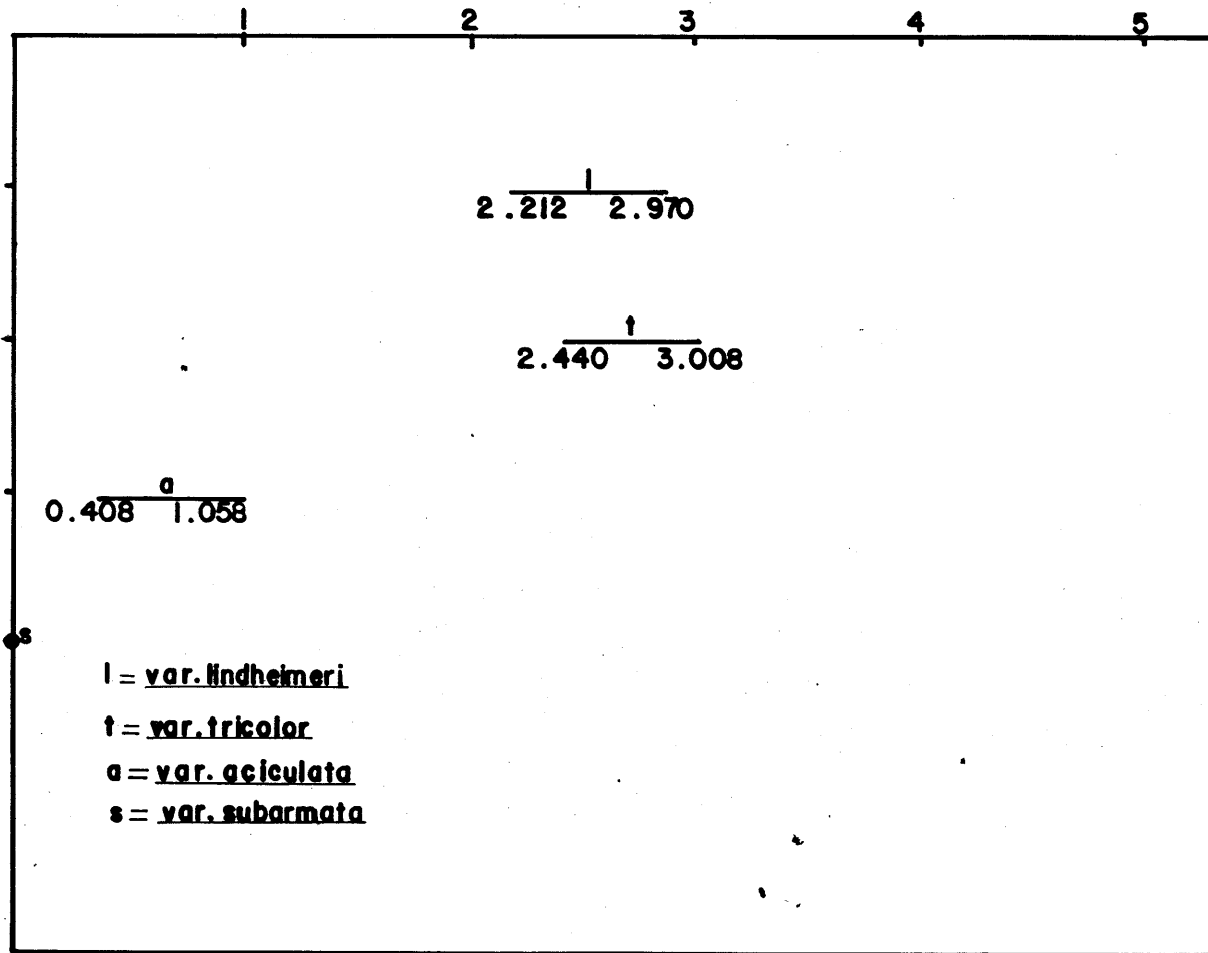


FIGURA 5.4 INTERVALOS DE CONFIANZA SIMULTANEOS PARA LAS 4 VARIEDADES DE O. lindheimeri PARA EL CARACTER LONGITUD TOTAL DE ESPINAS.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

En base a los objetivos planteados y a los resultados obtenidos en este trabajo, se concluye lo siguiente:

1. La amplitud ecológica de *Opuntia lindheimeri* en el Estado de Coahuila está determinada por el clima y su distribución, comprende la parte oriental del Estado que es la menos árida. En la parte occidental no se encontraron poblaciones de esta especie por estar comprendida en lo que es el Desierto Chihuahuense. Fisiográficamente su amplitud ecológica comprende las provincias de las grandes llanuras de norteamérica y de la Sierra Madre Oriental las cuales presentan una diversidad ambiental, lo que permite que *O. lindheimeri* esté representada por poblaciones que difieren morfológicamente al crecer en habitats distintos. Las mayores poblaciones de la especie se localizaron en los Municipios de Sabinas, Progreso y Juárez, donde el terreno por lo general es de tipo aluvión, con grandes valles que permiten la acumulación de humedad, los suelos son profundos de tipo xerosol háplico, la rocosidad es nula y la pedregosidad baja. Al crecer en estas áreas se puede afirmar que es una especie de zonas costeras, que elude lomeríos y suelos bien drenados.

2. Con respecto a la densidad presentada por las distintas poblaciones *Opuntia lindheimeri* se concluye que las mayores densidades se localizan en los Municipios de Sabinas, Progreso y Juárez, donde existen densas nopaleras que llegan a presentar densidades de hasta 5500 plantas por hectárea. Se localizaron altas densidades en diferentes condiciones ambientales de suelo, exposición, altitud y tipo de vegetación, con lo cual se confirma la amplitud ecológica de esta especie. Las menores densidades se localizaron en el área correspondiente al Desierto Chihuahuense en lo que es la provincia de la Sierra y llanuras del Norte, que presenta climas más secos y una mayor altitud.

3. En relación a los tipos de vegetación donde está presente *O. lindheimeri* se puede afirmar que es una especie que se encuentra en varios tipos de vegetación desde el matorral xerófilo hasta el bosque, siendo más frecuente y abundante en los matorrales mediano espinoso, alto espinoso y crasirosulifolio espinoso. En el área de bosque las poblaciones encontradas tienen bajas densidades y en el matorral inerme parvifolio casi no se encontró presente por ser un tipo de vegetación de lugares más secos.

4. Dentro de las especies vegetales asociadas a *O. lindheimeri*, se encontraron un número considerable de arbustivas y herbáceas principalmente y en menor proporción arbóreas. Las arbustivas asociadas en mayor frecuencia ya que se encontraron presentes en la mayoría de los sitios

muestreados son: *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Acacia rigidula* (chaparro prieto), *Porlieria angustifolia* (guayacán), *Cercidium texanum* (palo verde) y *Leucophyllum frutescens* (cenizo). Otras arbustivas en menor proporción son *Agave lechuguilla* (lechugilla), *Hechtia glomerata* (guapilla), *Fluorensia cernua* (hojasén), *Larrea tridentata* (gobernadora) y *Juniperus flaccida* (tascate. Dentro de las herbáceas principalmente gramíneas como: *Hilaria mutica* (zacate toboso), *Muhlenbergia* spp, zacate liendrilla y *Bouteloua* spp., zacate navajita y banderilla. Las especies arbóreas son poco comunes.

5. La amplitud ecológica mostrada por *O. lindheimeri* le permite presentar una alta variación morfológica, desde la forma y tamaño del cladodio hasta la presencia y/o ausencia de espinas, lo cual se traduce en estar representada por cuatro variedades para el Estado de Coahuila. El análisis morfológico de 130 muestras de *O. lindheimeri* y *tricolor* tienen varias espinas por areola y en las variedades *aciculata* y *subarmata* por lo general están ausentes, lo cual nos permite diferenciarlas.

6. La alta variación morfológica presentada por *O. lindheimeri* apoya su separación en cuatro variedades que son: *lindheimeri* var. *tricolor*, *O. lindheimeri* var. *aciculata* y *O. lindheimeri* var. *subarmata*. Asimismo el análisis morfológico de las 130 muestras de la especie nos

demostró que es diferente a *Opuntia phaeacantha* y *O. rastrera* con las cuales crece asociada.

7. La construcción de intervalos de confianza simultáneos para analizar los caracteres morfológicos de *O. lindheimeri* nos permitió confirmar que es una especie con una amplia variación. Al graficar los intervalos de algunos caracteres de tipo cuantitativo se pudo observar que se intersectan parcialmente pero no lo suficiente, por lo cual podemos concluir que debe sostenerse su separación en las cuatro variedades ya citadas.

CAPITULO VII

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Estado de Coahuila, localizado en el Norte de México, de mayo de 1987 a septiembre de 1989, con el objetivo de determinar la amplitud ecológica de *Opuntia lindheimeri*; conocer la densidad de las poblaciones de esta especie; obtener una descripción detallada de la variación morfológica dentro de la especie para determinar su taxonomía; determinar los tipos de vegetación donde se presenta *Opuntia lindheimeri*, describiendo en cada sitio las condiciones ambientales presentes, así como calculando la densidad de la especie y determinando el tipo de vegetación presente y las especies asociadas. Esta especie de nopal está representada por cuatro variedades que son: *Opuntia lindheimeri* var. *lindheimeri*, *O. lindheimeri* var. *tricolor*, *O. lindheimeri* var. *aciculata* y *O. lindheimeri* var. *subaarmata*.

Con los 120 sitios de muestreo analizados se determinó la amplitud ecológica de *Opuntia lindheimeri*, la cual comprende la parte oriental del Estado y corresponde a la parte menos árida. Los tipos de vegetación donde se encontró presente la especie con mayor frecuencia fueron el matorral mediano espinoso y el matorral alto espinoso.

Las principales especies asociadas son: *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Acacia rigidula* (chaparro prieto) y *Porlieria angustifolia* (guayacán). Las mayores poblaciones se encontraron en los Municipios de Sabinas, Progreso y Juárez.

Por medio del análisis morfológico de 130 muestras pertenecientes a las cuatro variedades, se encontró que es una especie que presenta una alta variación, por lo cual se utilizó el análisis de intervalos de confianza simultáneos propuesto por Bon Ferrari, el cual nos demostró que hay una diferencia estadísticamente significativa para algunos caracteres como el número de espinas por areola y longitud de las espinas que apoyan la separación de la especie en cuatro variedades.

Con los resultados obtenidos se definió la amplitud ecológica de *Opuntia lindheimeri* en el Estado de Coahuila y se describen las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla, así como su rango de distribución y tamaño de las poblaciones dentro de diferentes tipos de vegetación, con lo cual se da información de tipo básico-descriptiva que permitirá darle un manejo adecuado a esta especie de nopal considerada como forraje de gran importancia en los lugares donde se desarrolla.

LITERATURA CITADA

- Aatman, P.L. & D.S. Dittmer. 1966. Environmental Biology Committee on Biological Handbooks. Bethesda MD. Fed. Amer. Soc. Exper. Biol. In: Hanselka, C.W. (Ed.) 1989. Developing prickly pear as a forage resource. Proceedings of a conference. Texas A & M. University Kingsville Texas. 63 p. USA.
- Anthony, M. 1954. Ecology of the opuntiae in The Big Bend Region of Texas. Ecol. 35(3):334-337. USA.
- _____. 1956. The opuntiae of The Big Bend Region of Texas. Amer. Midl. Nat. 55(1):225-256. USA.
- Barbour, M.G. 1969. Age and space distribution of the Desert shrub *Larrea divaricata*. Ecol. 50(40):679-685. USA.
- Bell, C.R. 1968. Variación y clasificación de las plantas. Herrero Hermanos, Suc. 286-292 p. México.
- Benavides, T. 1985. Integrating resources for profitable ranching. In: White, L.D., D. Gynn and T. Trowl (Eds.). Proceedings of the International Ranchers Roundup. Laredo, Texas. pp. 201-210. USA.
- Benson, L. 1969. Cactaceae. In: C.L. Lundell (Ed.) Flora of Texas. Texas Res. Found. 2(II):221-317. USA.
- Blanco, M.G. 1966. El nopal como forraje para el ganado en las zonas áridas y aprovechamiento de la tuna. El Campo 42(887):4-6, 12-13, 14 y 16 p. México.
- Bravo, H.H. 1978. Las cactáceas de México. 2a. ed. UNAM. Vol. 1. México. 743 p.
- Brewer, R. 1979. Principles of Ecology. Saunders College Publish. Philadelphia. 299 p.
- Britton, N.L. and J.N. Rose. 1908. A preliminary treatment of the opuntioideae of North America. Smithsonian Miscellaneous Collection (Quarterly ISSUE). 50:503-539. USA.
- Britton, N.L. and J.N. Rose. 1937. The cactaceae. Dover Publication, Inc. New York. 241 p.
- Chapman, S.B. 1976. Methods in plant ecology. John Wiley and Sons. New York. 546 p.

Chow, P.M., O.C. Burnside and T.L. Lavy. 1965. Physiological Studies with prickly pear. Weeds 16:58:62. USA.

Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). 1972a. Sierra de la Paila. Carta Topográfica. G14 C12 Escala 1:50,000. Color: Varios. Secretaría de la Presidencia (S.P.). México. 1 h.

Progreso. Carta Topográfica. G13 A34. Escala 1:50,000. Color: Varios. Secretaría de la Presidencia (S.P.). México. 1 h. 1972b.

Ramos Arizpe. Carta Topográfica. G14 C24. Escala 1:50,000. Color: Varios. Secretaría de la Presidencia (S.P.). México. 1 h. 1972c.

Paredón. Carta Topográfica. G14 C24. Escala 1:50,000. Color: Varios. Secretaría de la Presidencia (S.P.). México. 1 h. 1972d.

Espinazo. Carta Topográfica. G14 A73. Escala 1:50,000. Color: Varios. Secretaría de la Presidencia (S.P.) México. 1 h. 1972e.

Candela. Carta Topográfica. G14 A54. Escala 1:50,000. Color: Varios. Secretaría de la Presidencia (S.P.). México. 1 h. 1972f.

Múzquiz. Carta Topográfica. G14 A12. Escala 1:50,000. Color: Varios. Secretaría de la Presidencia (S.P.). México. 1 h. 1972g.

Juárez. Carta Topográfica. G14 A24. Escala 1:50,000. Color: Varios. Secretaría de la Presidencia (S.P.). México. 1 h. 1972h.

Martín. Carta Topográfica. G14 A25. Escala 1:50,000. Color: Varios. Secretaría de la Presidencia (S.P.). México. 1 h. 1972i. Don

Parras. Carta Topográfica. G13 D39. Escala 1:50,000. Color: Varios. Secretaría de la Presidencia. (s.p.) México. 1 h. 1975a.

_____ . 1975b. San José Patagalana. Carta topográfica. G13 C31. Escala 1:50,000. Color: Varios. Secretaría de la Presidencia (S.P.). México. 1 h.

_____ . 1975c. General Cepeda. carta Topográfica. G13 C39. Escala 1:50,000. Color: Varios. Secretaría de la Presidencia (S.P.). México. 1h.

_____ . 1975d. Saltillo. Carta topográfica. G13 G34. Escala 1:50,000. Color: Varios. Secretaría de la Presidencia (S.P.). México. 1 h.

_____ . 1975e. Arteaga. Carta topográfica. G13 C35. Escala 1:50,000. Color: Varios. Secretaría de la Presidencia (S.P.). México 1 h.

_____ . 1976a. El Oro. Carta topográfica. G13 A53. Escala 1:50,000. Color: Varios. Secretaría de la presidencia. (s.p.). México. 1 h.

_____ . 1976b. El Venado. Carta topográfica. G13 A51. Escala 1:50,000. Color: Varios. Secretaría de la Presidencia (S.P.). México. 1h.

_____ . 1976c. La Gloria. Carta topográfica. G13A62. Escala 1:50,000. Color: Varios. Secretaría de la presidencia. (s.p.). México. 1 h.

_____ . 1976d. Primero de Mayo. Carta topográfica. G13 A44. Escala 1:50,000. Color: Varios. Secretaría de la Presidencia (S.P.). México. 1 h.

_____ . 1976e. Villa Unión. Carta topográfica. G13 C85. Escala 1:50,000. Color: Varios. Secretaría de la Presidencia (S.P.). México. 1 h.

_____ . 1976f. Hidalgo. Carta topográfica. Carta topográfica. G13 A17. Escala 1:50,000. Color: Varios. Secretaría de la Presidencia (S.P.). México. 1 h.

Comisión Técnico Consultiva para la determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA). 1967. México. 63 p.

_____ . 1979. Coahuila. SARH. México. 255 p.

- Cook, C.W. 1942. Insects and weather as they influence growth of cactus on the central great plains. *Ecol.* 23:209-214. USA.
- Correa, A., D.M. Nixon and C. Russell. 1987. An economic and nutritional evaluation of prickly pear as an emergency forage supplement. *Tex. J. Agr. and Nat. Res.* 1:41-44. USA.
- Correll, D.S and M. C. Johnston. 1970. Manual of the vascular plants of Texas. Texas Research Foundation, Denner, Texas.
- Cox, G.W. 1977. Laboratory Manual of General Ecology. 3th ed. Brown Company Publishers. USA. 232 p.
- Daubenmire, R.F. 1982. *Ecología Vegetal*. Limusa. México. 496 p.
- Dawson, E.Y. 1963. How to know the cacti. WM. C. Brown Company Pub. Dubuque, Iowa. USA. 74 p.
- DeLoach, C.J., P.E. Boldt, H.A. Cordo, H.B. Johnson and J.P. Cuda. 1985. Weeds Common to Mexican and U.S. Rangelands: Proposals for Biological Control and Ecological Studies. In: Patton, D.R., C.E. González, A.L. Medina, L.A. Segura y R.H. Hamre (Eds.) management and utilization of arid land plants: Symposium proceedings. USDA Forest Service. General Technical Report RM. 135:49-67. USA.
- Eddy, T.A. 1961. Foods and feeding patterns of the collared peccary in Southern Arizona. *J. Wildlife Manage.* 25(3):248-257. USA.
- Elizondo, J.L., Wehbe, J.A. 1987 Una nueva variedad de *Opuntia lindheimeri* Engelman. *Cact. Suc. Mex.* 32(1):16-18. México.
- Espinoza, A.J. 1987. Caracterización Morfológica - Bromatológica del nopal forrajero en diferentes ambientes de la Sierra de la Paila, Coah. Tesis M.C. UAAAN. Saltillo, Coah., México. 157 p.
- Font-Quer, P. 1979. Diccionario de Botánica. Ed. Labor, S.A. España.
- Fodgen, M.P.L. 1978. Impact of lagomorphs and rodents on the cattle rangelands of northern Mexico. London: Ministry Overseas Dev. Gov. Mex. Ctr. Overseas Pest. Res. 41 p.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. 1a. ed. UNAM-México. 246 p.

- Gentry, H.S. 1957. Los pastizales de Durango. Inst. Mex. Rec. Nat. Ren. 361. In: Rzedowski, J. (ed.) 1978. Vegetación de México. Limusa 432 p. Mexico.
- González, C.L. 1989. Potential of fertilization to improve nutritive value of a prickly pear cactus (*Opuntia lindheimeri*) J. Arid Environ. 16:87-94. USA.
- Gould, F.W. 1975. The grasses of Texas A & M Univ. Press College Station, Texas. USA. 653 p.
- Grant, V. 1989. Especiación vegetal. Limusa. México. pp. 448-489.
- _____. 1979a. Systematics of the *Opuntia phaeacantha* group in Texas. Bot. Gaz. 140(2):199-207. USA.
- _____. 1979b. Hybridization and variation in the *Opuntia phaeacantha* group in Central Texas. Bot. Gaz. 140(2):208-215. USA.
- Griffiths, D. 1905. The prickly pear and other cacti as food for stock. USDA Bureau of plant industries bulletin. 74(2)46-52. USA.
- Griffiths, D. and R.F. Hare. 1907. The tuna as a food for man. USDA Bureau of plant industries. Bulletin 116(1):42-56. USA.
- Hanselka, C.W. 1989. Developing prickly pear as a forage resource. Proceedings of a conference Texas A & M. University Kingsville Texas. 63 p. USA.
- Harvey, A.D. 1936. Resprouts as a means of vegetative reproduction in *Opuntia policantha*. J. Amer. Soc. Agron. 28:767-768. USA.
- Headley, N.L. 1972. Desert species and adaptation. Amer. Sci. 60:338-347. USA.
- Heil, K.D. and S. Brack. 1986. The cacti of Big Bend National Park. Cactus and succulent Journal. 60:17-34. USA.
- Holsher, C.E. 1944. Controlling the prickly pear. West livestock Jour. In: Houston, W.R. (ed.). 1963. Plains prickly pear, weather and grazing in the northern great plains. Ecol. 44(3):569-574. USA.
- Houston, W.R. 1963. Plains prickly pear, weather and grazing in the northern great plains. Ecol. 44(3):569-574. USA.

- Janzen, D.H. 1986. Chihuahuan Desert Nopaleras. Defaunated Big Mammal Vegetation. Ann. Rev. Ecol. Syst. 17:595-636. USA.
- Johnston, I.M. 1944. Plantas de Coahuila Eastern Chihuahua and Abjoining Zacatecas and Durango. Jour. of the Arnold Arboretum. 25:43-83. USA.
- Johnston, M.C. 1963. Past and present grasslands of southern Texas and Northeastern Mexico. Ecol. 44(3):456-466. USA.
- _____. 1974. Brief resume of botanical, including vegetational, features of the Chihuahuan Desert Region with special emphasis on their uniqueness. In: Weaver, R.H. and Riskind D.H. (Ed.) Transactions of the Symposium on the Biological Resources of the Chihuahuan Desert Region. United States and Mexico. Sul Ross State Univ. Alpine, Texas. pp. 335-359.
- Jones and Luchsinger. 1979. Plant systematics. Mc Graw-Hill. Book Company. 112-116 p. USA.
- Kinraide, T.B. 1978. The ecological distribution of cholla cactus (*Opuntia imbricata* (Haw) DC). In: El Paso Country Colorado. The Southwestern naturalist. 23(1):117-134. USA.
- Kipple, G.E. and Costello. 1960. Vegetation and cattle responses to different intensities of grazing on short-grass ranges on the central great plains. U.S. Dept. Agr. Tech. Bull. 1216. 82 p. United States of America. In: Houston, W.R. (Ed.) 1963. Plains prickly pear, weather and grazing in the northern great plains. Ecol. 44(3):569-574. USA.
- Krebs, Ch.J. 1985. Ecología, estudio de la distribución y abundancia. Harla. México. 753 p.
- Lamb, E. y B. Lamb. 1983. Guía de los cactus y otras suculentas. Omega. Barcelona, España. 450 p.
- Lehmann, V.W. 1984. Bobwhites in the Rio Grande Plain of Texas. Tex. A & M Univ. Press., College Station, Tex. 371 p. In: Hanselka, C.W. (ed.) 1989. Developing prickly pear as a forage resource proceedings of a conference. Texas A & M University. Kingsville Texas. 63 p. USA.
- Leopold. (1950). Vegetation zones of Mexico. Ecology 31:507-518. USA.

- Mancias H., B.M. 1972. Contribución al conocimiento de los nopales forrajeros *Opuntia* spp, de la región nororiental de Nuevo León. Tesis profesional UANL. Monterrey, N.L., México. 114 p.
- Marroquín J., S., G. Borja L., R. Velázquez C. y J.A. de la Cruz C. 1964. Estudio dasonómico de las zonas áridas del Norte de México. Inst. Nac. Invest. For., Publ. Esp. 2:116 p. México.
- Mckell, C.M., J.P. Robinson and J. Major. 1962. Ecotypic variation in Medusa Head, an introduced annual grass. J. Ecol. 41:1-12. USA.
- Miller, R.G. 1966. Multiple comparison methods. Wiley. New York. 318 p.
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Mex. 28:29-179.
- Monjauze, A. and H.N. Le Houeron. 1965. Le role des *Opuntia* Dans L' Economie Agricole Nord Africane. Buil Ecole Nationale Sup. de Tunisi. (8-9):85-164. In: Correa, A., D.M. Nixon and C. Russell (Eds.) 1987. An economic and nutritional evaluation of prickly pear as an emergency forage supplement. Tex. J. Agr. and Nat. Res. 1:41-44. USA.
- Morafka, D.J. 1977. A biogeographical analysis of the Chihuahuan Desert through its pherpe to fauna. Dr. W. Junk, B.V., Publishers. The Hague. Biogeographica. 9:217-221.
- Moreno, N.P. 1984. Glosario Botánico Ilustrado. Inst. Nac. Inv. sobre Rec. Biot. CECSA. México. 300 p.
- Muller, C.H. 1947. Vegetation and climate of Coahuila, México. Madroño. 9:33-57.
- Muller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation. Ecology. John Wiley and Sons. New York. 547 p.
- Neals, Tof, A. Patterson and V.J. Harney. 1968. Physiological adaptation to drought in the carbon assimilation and water loss of xerophytes. Nature 219:469-473. USA.
- Nickerson, M.F., Glen E. Brink & Ch. Feddema. 1976. Principal range plants of the Central & Southern Rocky Mountains: Names and symbols. USDA. Forest Service. General technical Report. RM-20. 121p. Rocky Mt. For.

and Range Exp. Stn. Fort. Collins, Colorado

- Niering, W.A., R.H. Whittaker, C.H. Lowe. 1963. The saguaro: A population in relation to environment. *Science* 142:15-23. USA.
- Dosting, H.J. 1956. The study of plant communities. 2a. ed. W.h. Freeman and Comp. 439 p. San Francisco. USA.
- Ostle, B. 1981. Estadística aplicada. Limusa. 629 p. México.
- Peiser, A.M. 1943. Asymtotic formulas for significance levels of certain distributions. *Annals Math Stat* 14:56-62 p. USA.
- Pieper, R.D. 1978. Measurement techniques for herbaceous and shrubby vegetation. Las Cruces. New Mexico. 148 p. USA.
- Pinkava, D.J. 1984. Vegetation and flora of the Bolson of Cuatrociénegas Region, Coahuila, Mexico. *Bol. Soc. Mex.* 38:35-47. USA.
- Piñero, D. 1976. La distribución de las plantas en el espacio y su importancia en los estudios de ecología vegetal. *Biología* 6(1-4):19-25. México.
- Reed, M.J. and R.A. Peterson. 1961. Vegetation, soils and cattle responses to grazing on northern great plains range. U.S. Dept. Agr. Tech Bull. 125279 p. UA. In: Houston, W.R. (Ed.). 1963. Plains prickly pear, weather and grazing in the northrn great plains. *Ecol.* 44(3):569-574. USA.
- Rowley, G.D. 1958. Reunion of the genus *Opuntia* Mill. *Nat. Cact. and Succ. Journal.* 13(1):2-6. USA.
- Russell, C.E. 1985. Cactus ecology and range management during drought. In: Brown, R.D. (Ed.). *Livestock and wildlife management during drought. Proceeding of workshop and Texas A & M University.* 56-69 p. USA.
- Russell, c.E. and P. Felker. 1987. The prickly pears (*Opuntia* spp.): A source of human and animal food in semiarid regions. *Economic botany* (in press). USA.
- Rzedowski, J. 1957. Vegetación de las plantas áridas de los Estados de San Luis Potosí y Zacatecas. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 18:49-101. In: Rzedowski, J. (Ed.). 1978. *Vegetación de México.* Limusa. 432 p. México.
- _____. 1966. Vegetación del Estado de San Luis Potosí. *Acta Cient. Potos.* 5:5-291. In: Rzedowski, J. (Ed.). 1978. *Vegetación de México.* Limusa. 432 p. México.

- _____. 1978. Vegetación de México. Limusa. 432 p. México.
- Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP). 1982. Estado de Coahuila. Mapa de Carreteras. Escala 1:1'000,000. Color: Varios. México. 1 h.
- Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP). 1983. Síntesis geográfica de Coahuila. México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 163 p México.
- Scheffé, H. 1959. The analysis of variance. John Wiley and Sons. Inc. New York. 465 p. USA.
- Shoop, M.L., E.J. Alford, H.F. Mayland. 1977. Plains prickly pear is a good forage for cattle. J. Range manage. 30:12-17 p. USA.
- Shreve, F. 1951. Vegetation of the Sonorañ Desert. Carn. Inst. Wash. Publ. 591:1-192 p. USA.
- Smith, H.N. & C.A. Rechenthin. 1964. Grassland restoration the problem. UDA-SCS, Temple, Tex. 17 po. Tappendices. USA.
- Sibley, H.Q. 189. Utilizing prickly pear in livestock production. In: Hanselka, C.h. and IK.C. Paschal (Eds.). Developing prickly pear as a forage fruit and vegetable resource. Proceeding of a conference. Kingsville, Tex. 64p. USA.
- Sousa, S.M. y S. Zárate P. 1983. Flora mesoamericana. Glosario para Spermatophyta. Español. Inglés. Inst. de Biol. UNAM. 88 p.
- Stebbins, G.L. 1950. Variation and evolution in plants. Colombia Biological Series. New York. 112-116 p. México.
- Steel, R.G. and J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. 2a. ed. Mc Graw Hill. Int. Book Company. 63 p. USA.
- Streeta, E.J.P. y P.A. Mosiño A. 1963. Distribución de las zonas áridas de la República Mexicana, según un nuevo índice de aridez derivado del de elemberg. Instituto de Geofísica. UNAM. 40-47 p. México.
- Thomas, g.H. and R.A. Dorrow. 1956. Response of prickly pear

to grazing and control measures, Texas range Station Barnhart. Texas Agr. Exp. Sta. prog. Rept. 1873:7 p. In: Houston, W.R. (Ed.). 1963. Plains prickly pear, weather 569-574. USA.

Turner, G.T. and D.F. Costello. 1942. Ecological aspects of the prickly pear problem in eastern Colorado and Wyoming. Ecology 23:419-426 p. USA.

Turreson, G. 1922. The genotypical response of the plant species to habitat. Hereditas. 3:211-350 p.

Van De Venter, H.A., L. Hosten, R.A. Lubke and A.R. Palmer. 1984. Morphology of *Opuntia aurantiaca*. (Jointed cactus) Biotypes and its close relatives *O. discolor* and *O. salmiana* (Cactaceae). S. Afr. Tydskr. Plantk. 331-339 p.

Weniger, D. 1984. Cacti of Texas U.S. Univ. of Texas Press, Austin, Texas. 365 p. USA.

A P E N D I C E

APENDICE A

GLOSARIO DE TERMINOS

- Areola Estructura de las cactáceas que corresponde a la yema axilar, frecuentemente da origen a varios tipos de espinas, gloquidas, hojas y/o pelos.
- Areolado Que tiene areolas
- Articulado Son los segmentos del tallo de los nopales (cada cladodio).
Con empalmes o uniones, provisto de nudos donde la separación puede ocurrir naturalmente. Con artículos o artejos.
- Cladodio Tallo foliáceo aplanado, con la forma y función de una hoja verdadera muy reducida que frecuentemente es caediza.
- Espina Estructura endurecida y puntiaguda, puede ser de origen foliar o caulinar
- Gloquidas Diminutas espinas o cerdas unciculadas frecuentemente en manchones, son las llamadas comúnmente ahuates en México.
- Subulado Aleznado, disminuyendo gradualmente desde la base hasta el ápice
- Suculento Jugoso, carnosos, suave en consistencia y engrosado

Definiciones basadas en Sousa y Zárate (1983) y Font Quer (1979).

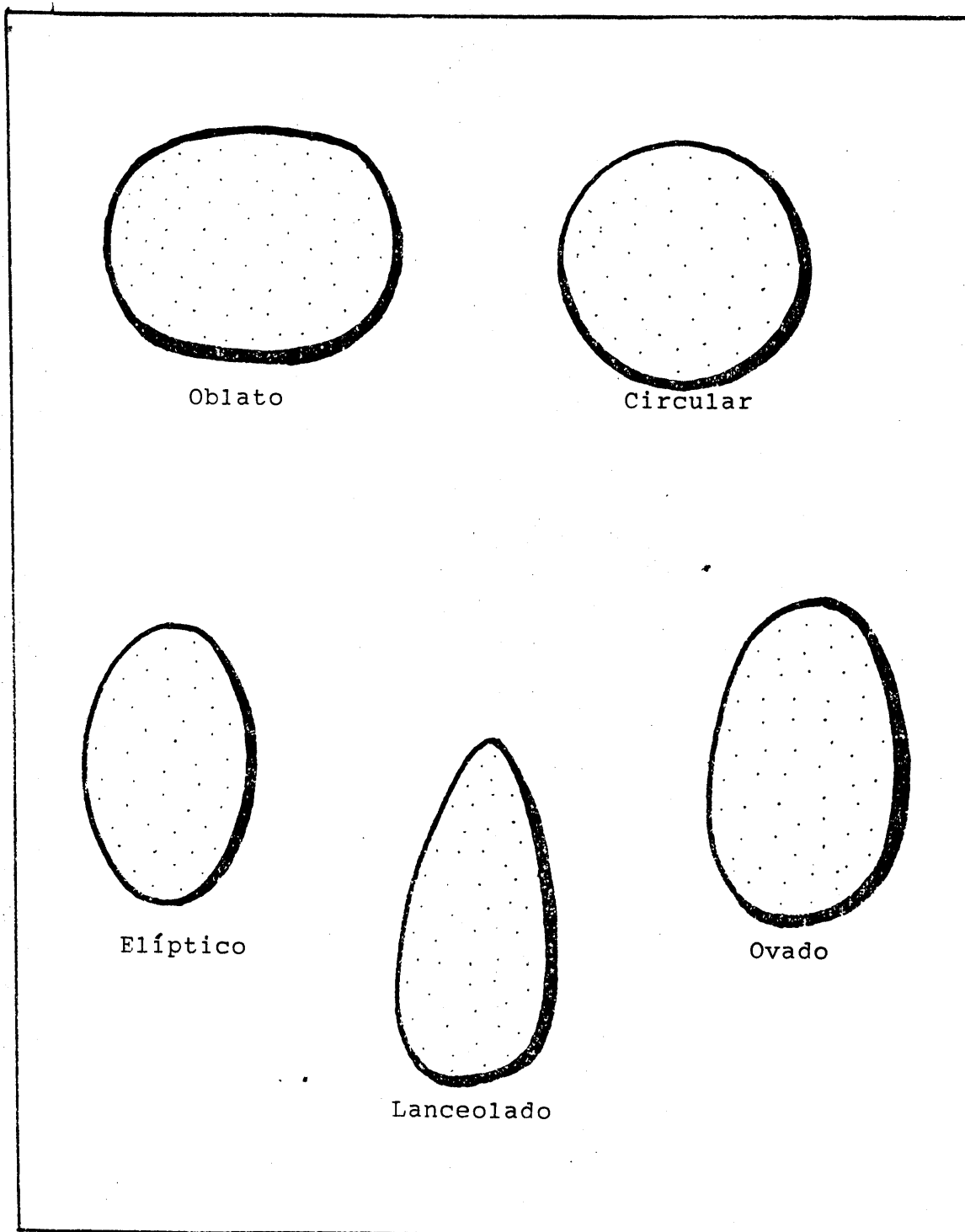


Figura A.1. Formas geométricas para la determinación de las formas de cladodio, en base a Moreno (1984).

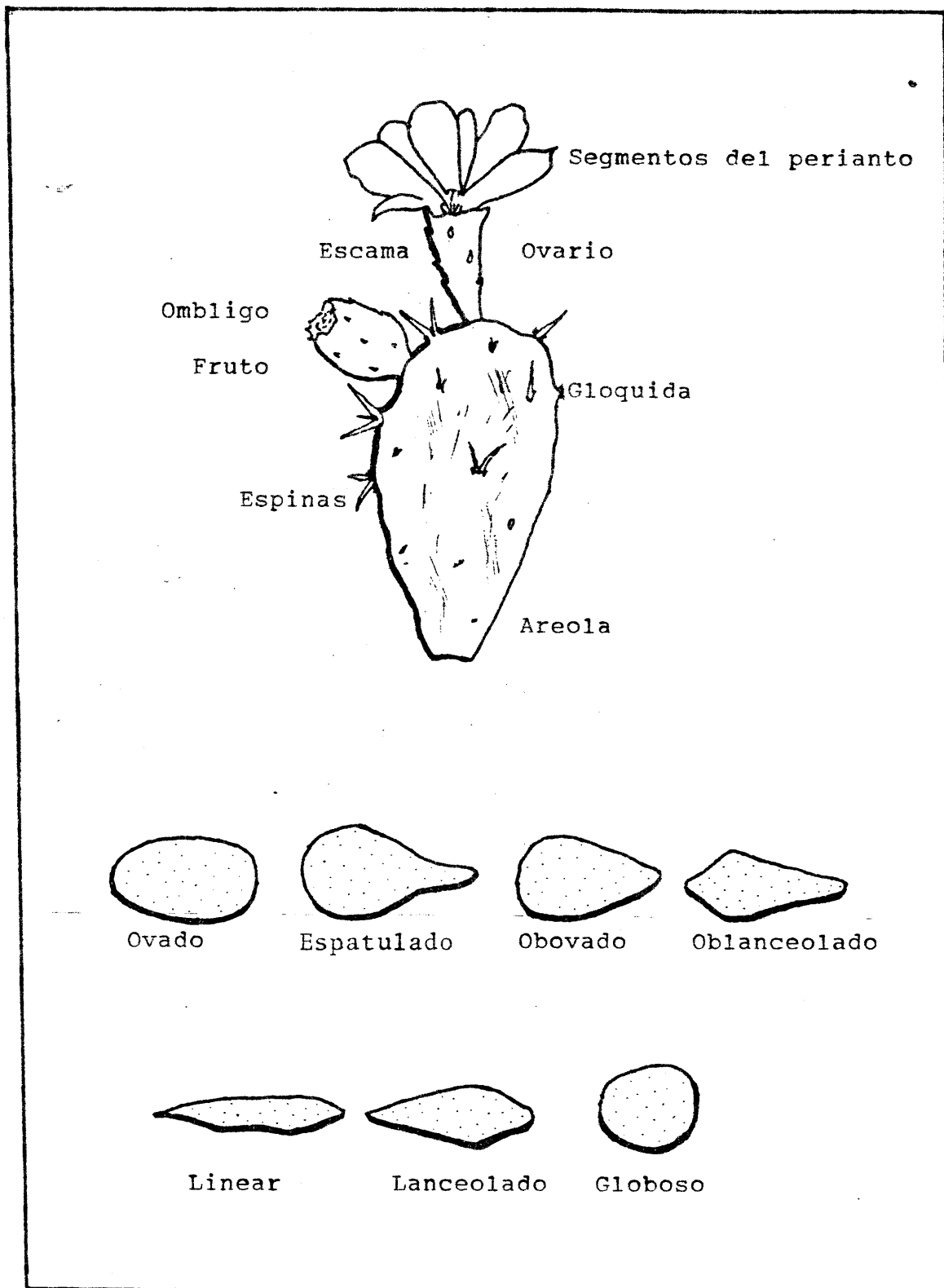


Figura A.2. Caracteres morfológicos de *Opuntia* y formas geométricas para la determinación de las formas de cladodio en base a Weniger (1984)

Cuadro A.1. Caracteres morfológicos de *Opuntia lindheimeri* var. *lindheimeri*

No. de muestra	L.C. cm	A.C. cm	A.C	F.C.	F.A.	L.A. mm	A.A. mm	D.A. cm	E.A.	LTE cm	LEML	C.E.	C.G.
26*	15.2	13.8	35	Elip.	Circ.	.60	.60	2.4	2.6	3.3	4.6	C-Am	Am
B	25.5	15.9	49	Elip.	Elip.	.56	.44	2.2	1.2	1.8	3.1	Am	Am
16	18.0	15.0	39	Circ.	Elip.	.44	.32	2.8	1.0	2.7	4.2	Am	Am
32	18.0	18.0	34	Circ	Elip	.48	.34	2.5	0.6	2.2	2.2	Am	Am
A	23.7	22.0	37	Elip	Circ	.50	.44	3.8	3.2	2.8	3.8	Am	C
28	16.3	15.1	33	Circ	Circ	.40	.34	2.4	1.4	2.6	2.5	Am	C
23	19.5	17.4	26	Circ	Elip.	.43	.24	3.6	2.0	3.2	4.6	C	C
25	16.0	13.2	24	Circ.	Elip.	.54	.41	3.1	3.8	4.8	5.9	C	C
49	19.3	18.8	22	Circ.	Circ.	.47	.36	3.4	0.8	4.3	4.8	C	C
50	21.7	18.3	20	Circ.	Circ.	.38	.32	3.6	0.6	0.0	0.0	-	C
43	17.4	14.1	37	Elip.	Circ.	.40	.34	4.2	1.2	4.3	5.8	C	C
40	20.0	17.9	45	Circ.	Elip.	.66	.44	3.0	2.0	2.8	4.7	Am	Am
21	19.7	12.6	48	Ovado	Ovada	.58	.54	2.9	3.0	2.9	3.7	Am	C
26*	24.0	22.3	44	Circ.	Circ.	.33	.38	3.6	3.6	2.4	3.7	Am	Am
36	22.7	18.7	42	Elip.	Circ.	.34	.38	3.4	1.8	3.2	2.6	O	C
12	20.5	12.7	41	Elip	Circ.	.58	.52	2.7	1.8	2.5	4.1	Am	C
39	23.8	14.5	47	Elip.	Ovada	.52	.34	3.6	3.0	2.4	3.8	Am	Am
40	20.3	18.2	41	Circic.	Elip.	.50	.40	4.1	3.2	4.0	4.9	Am	Am
37	24.5	16.0	45	Ovado	Ovada	.46	.46	3.2	2.0	2.6	3.3	Am	Am
15	26.4	17.3	29	Ovado	Ovada	.44	.44	4.5	0.0	0.0	0.0	-	C
26	14.2	14.0	24	Circ.	Circ.	.46	.34	2.8	2.4	4.2	4.9	Am	Am
C	18.0	18.3	31	Circ.	Circ.	.48	.4	4.0	0.6	1.7	2.6	Am	Am
18	25.7	22.3	32	Circ.	Circ.	.42	.42	3.4	0.8	2.1	3.0	Am	Am
44	13.6	11.9	35	Circ.	Elip.	.25	.15	2.3	1.0	3.7	5.0	Am	Am
22	14.8	12.9	58	Circ.	Circ.	.55	.43	2.3	1.0	2.2	3.0	Am	Am
14	19.2	19.0	36	Circ.	Ovada	.64	.40	4.4	1.4	3.3	4.5	Am	Am
17	16.8	11.5	41	Elip.	Elip.	.54	.36	2.8	3.0	3.0	4.0	Am.	R
35	23.5	16.0	45	Ovado	Circ.	.52	.44	3.4	2.0	2.3	2.6	Am	C
13	22.5	20.0	50	Circ.	Ovada	.56	.52	4.4	2.6	2.4	3.5	Am	R
105	20.3	13.7	25	Ovado	Elip.	6.0	3.8	3.5	3.2	1.7	2.1	Am	Am
17	17.2	15.3	23	Elip	Circ.	3.4	3.0	3.0	2.0	2.5	4.1	Am	Am
188W	17.5	12.5	20	Elip	Circ.	4.8	4.0	3.0	4.8	2.7	3.6	Am	Am

Cuadro A.1.continuación

No. de muestra	L.C. cm	A.C. cm	A/C	F.C.	F.A.	L.A. mm	A.A. mm	D.A. cm	E.A.	LTE cm	LEML	C.E.	C.G.
22	15.5	13.8	34	Elip	Circ.	4.8	4.0	2.4	1.3	1.5	1.9	Am	Am
110	15.7	12.9	23	Ovado	Elip.	6.0	5.0	2.4	7.7	1.6	1.8	Am	C
10	16.5	14.0	16	Circ.	Elip.	5.0	6.0	4.5	3.8	1.0	1.6	O	Am
12	28.1	24.7	29	Circ.	Elip.	4.8	3.5	4.7	4.0	3.0	4.1	Am	Am
13	23.0	22.0	31	Circ.	Circ.	4.3	3.9	4.2	1.7	2.5	3.6	Am	Am
14	19.9	20.6	23	Circ.	Elip.	4.2	3.0	4.5	1.1	2.3	4.4	Am	Am
127	17.3	11.5	25	Circ.	Circ.	4.6	4.1	2.5	5.3	1.4	1.9	Am	Am
7	15.2	12.6	23	Circ.	Circ.	4.6	5.3	1.8	4.3	1.8	2.5	Am	Am
108	14.1	13.6	18	Ovado	Circ.	4.7	4.6	2.4	4.6	1.3	1.6	Am	C
186W	25.4	19.0	35	Circ.	Elip.	4.0	3.0	3.7	1.8	2.8	3.7	Am	Am
A	25.7	19.9	28	Ovado	Elip.	5.0	3.9	3.7	4.2	1.8	2.5	O	Am
124	15.7	14.5	18	Circ.	Circ.	5.2	4.8	3.5	4.2	1.5	2.2	O	O
11	22.5	18.7	20	Circ.	Circ.	7.4	7.2	5.0	6.8	1.3	1.4	Am	Am
26	23.3	14.7	26	Elip	Elip	5.2	4.2	3.4	3.0	1.4	2.2	Am	Am
22	15.5	13.5	19	Circ.	Circ.	3.8	2.0	3.4	5.0	1.9	3.2	Am	O
64	18.0	22.6	34	Circ.	Elip.	4.2	3.4	3.4	2.0	3.1	3.6	Am	Am

Am = Amarillo Elip. = Elíptico
O = Ocre Circ. = Circular
C = Café Obov. = Obovado
R = Rojizo Lanc. = Lanceolado

Cuadro A.2. Caracteres morfológicos de *Opuntia lindheimeri* var. *tricolor*

No. de muestra	L.C. cm	A.C. cm	A/C	F.C.	F.A.	L.A. mm	A.A. mm	D.A. cm	E.A.	LTE cm	LEML	C.E.	C.G.
49	16.5	15.6	25	Ovado	Elip.	5.2	4.4	3.2	2.0	2.3	3.1	Am	Am
13	20.4	16.7	19	Ovado	Circ.	5.2	5.0	3.8	0.08	2.6	2.8	Am	Am
80	19.3	15.7	21	Ovado	Elip.	3.6	2.8	3.4	3.6	2.7	3.3	Am	Am
86	19.3	20.2	22	Ovado	Elip.	3.8	2.6	4.0	1.4	2.6	2.8	Am	Am
25	9.5	9.9	15	Ovado	Elip.	2.6	2.2	2.7	2.2	1.5	2.1	Am	Am
78	18.5	18.5	34	Obov	Elip.	4.4	3.2	2.7	1.8	2.1	2.0	Am	Am
8	17.5	19.7	26	Elip.	Circ.	5.2	5.0	2.8	2.6	2.9	3.5	Am	Am
58	20.2	18.4	22	Obov.	Circ.	3.6	3.0	4.2	3.2	3.3	4.5	Am	Am
61	14.5	16.2	28	Oblato	Elip.	4.1	3.2	3.1	1.4	1.8	2.2	Am	Am
82	21.7	16.4	39	Elip.	Elip.	4.0	3.1	3.1	1.4	3.8	4.8	Am	Am
74	21.3	23.2	50	Oblato	Elip.	3.1	2.2	3.5	1.8	2.4	3.5	Am	Am
59	13.3	17.4	25	Oblato	Elip.	3.9	3.1	3.9	1.2	2.4	2.9	Am	Am
60	18.0	23.0	33	Oblato	Elip.	3.0	2.9	3.7	1.4	3.2	3.9	Am	Am
81	20.5	18.4	28	Obov	Elip.	2.8	2.1	3.8	2.4	2.4	2.9	Am	Am
1	12.5	15.8	29	Oblato	Wlip.	3.2	2.7	3.2	1.4	2.9	3.8	Am	Am
16	19.0	15.7	20	Circ.	Elip.	3.0	2.0	3.6	0.8	3.0	4.1	Am	Am
21	21.4	13.9	29	Obov.	Elip.	5.0	3.4	3.3	2.4	2.8	3.4	Am	C
18	27.2	22.5	22	Circ.	Circ.	3.4	2.8	4.5	2.0	3.0	3.6	Am	C
23	19.6	18.8	21	Circ.	Elip.	4.0	3.0	3.8	2.6	3.4	4.9	Am	C
22	20.8	16.8	21	Ovado	Elip.	5.3	4.6	3.7	1.7	2.4	3.3	Am	Am
37	19.7	18.4	22	Circ.	Circ.	4.3	3.2	3.9	1.4	3.4	4.8	Am	Am
19	18.4	22.0	31	Oblato	Elip.	3.0	2.7	3.6	1.7	3.2	3.7	Am	Am
76	21.7	14.7	26	Obov	Circ.	3.2	3.1	3.7	1.9	2.9	3.5	Am	Am
15	20.5	19.3	25	Circ.	Elip.	3.0	2.9	3.9	1.4	3.1	3.8	Am	Am
29	28.4	23.6	21	Elip.	Circ.	3.5	3.3	2.9	1.0	2.6	3.3	Am	Am
85	19.6	16.0	19	Elip.	Circ.	3.4	3.1	3.0	1.6	3.2	3.5	Am	Am
93	22.4	20.3	23	Circ.	Circ.	2.9	3.0	2.7	1.4	3.6	3.9	Am	Am
115	18.0	23.4	35	Oblat.	Elip.	3.2	2.9	3.8	1.7	3.2	3.8	Am	Am
23	21.4	14.6	27	Obov	Elip.	5.3	3.7	3.5	2.4	2.9	3.6	Am	Am
67	14.4	19.2	26	Oblato	Elip.	4.2	3.6	3.7	1.3	2.9	3.7	Am	Am
84	18.5	14.3	22	Elip.	Circ.	4.3	3.7	3.5	1.6	2.7	3.5	Am	Am
97	19.3	14.0	17	#lip.	Circ.	3.0	2.7	3.7	2.3	1.9	2.8	Am	Am

Cuadro A.3. Caracteres morfológicos de *Opuntia lindheimeri* var. *aciculata*

No. de muestra	L.C. cm	A.C. cm	A/C	F.C.	F.A.	L.A. mm	A.A. mm	D.A. cm	E.A.	LTE cm	LEML	C.E.	C.G.
29	18.4	14.6	26	Lanc.	Elip.	.30	.24	3.4	1.2	0.9	1.2	Am	C
3	20.0	15.7	23	Elip.	Circ.	.28	.26	4.3	0.4	1.2	1.6	Am	C
28	23.4	22.0	32	Circ.	Elip.	.31	.25	3.6	0.1	0.6	0.9	Am	C
25	22.3	19.3	27	Circ.	Circ.	.25	.22	2.8	0.6	0.8	1.2	Am	C
22	19.6	17.4	25	Circ.	Elip.	.36	.30	3.4	1.3	1.4	1.8	Am	Am
5	18.4	16.2	21	Circ.	Circ.	.28	.26	4.6	1.6	1.9	2.3	Am	C
1	17.3	16.3	28	Circ.	Circ.	.34	.32	4.3	0.8	0.6	1.0	Am	C
7	22.3	21.4	31	Circ.	Circ.	.36	.34	3.5	1.2	1.3	1.9	Am	C
10	26.4	25.6	33	Circ.	Elip.	.29	.22	3.8	0.0	0.0	0.0	-	C
10	28.2	22.4	19	Lanc.	Elip.	.36	.30	4.5	0.0	0.0	0.0	-	C
2	24.3	17.3	27	Elip.	Elip.	.38	.22	2.7	1.7	1.9	2.6	-	Am
6	24.7	19.3	40	Elip.	Ovada	.41	.36	4.8	0.0	0.0	0.0	-	Am
7	21.2	18.4	19	Elip.	Elip.	.39	.33	3.6	0.3	0.2	0.8	Am	C
8	19.9	15.4	24	Lanc.	Circ.	.27	.26	3.1	0.6	0.8	1.4	Am	C
5	18.4	14.0	27	Lanc.	Circ.	.33	.32	2.9	0.9	0.7	1.3	Am	C
4	20.5	15.3	26	Lanc.	Elip.	.38	.35	4.2	1.0	0.3	0.7	Am	C
3	22.4	19.7	24	Lanc.	Circ.	.23	.22	4.0	0.0	0.0	0.0	-	C
7	20.5	12.5	21	Lanc.	Elip.	4.2	3.4	3.9	0.4	0.7	0.9	Am	Am
	28.8	16.2	25	Elip.	Elip.	5.4	3.6	4.9	1.1	1.8	2.1	Am	Am
185	23.5	16.5	27	Elip.	Elip.	3.2	2.9	3.8	0.4	1.4	1.8	Am	Am
	16.9	10.8	26	Elip.	Elip.	3.3	3.1	2.6	0.2	1.2	1.2	Am	Am
84	24.2	17.9	32	Elip.	Circ.	4.0	3.2	3.6	0.1	1.1	1.1	Am	C
92	19.7	13.0	23	Elip.	Circ.	3.5	3.1	3.1	1.6	1.7	2.1	Am	Am
6	27.2	18.7	26	Elip.	Elip.	4.6	3.0	4.3	0.2	1.5	2.1	Am	C
73	22.5	16.4	33	Ovado	Elip.	3.7	3.1	3.6	0.0	0.0	0.0	-	Am
4	28.9	17.2	33	Elip.	Elip.	3.8	3.2	3.5	0.0	0.0	0.0	-	Am
9	26.0	27.3	52	Oblat	Elip.	3.5	3.2	3.8	0.0	0.0	0.0	-	Am
8	20.5	19.5	52	Circ.	Elip.	3.5	3.3	2.7	0.0	0.0	0.0	-	Am
7	22.3	20.0	44	Lanc.	Elip.	4.0	4.5	4.5	0.0	0.0	0.0	-	Am
6	20.5	19.0	26	Circ.	Elip.	4.2	3.7	4.8	0.0	0.0	0.0	-	Am

Cuadro A.4. Caracteres morfológicos de Opuntia lindheimeri var. subarmata

No. de muestra	L.C. cm	A.C. cm	A/C	F.C.	F.A.	LA mm	A.A. mm	D.A. cm	E.A.	LTE cm	LEML cm	CE	C.G
22	25.9	27.0	36	Oblato	Elip.	4.2	3.7	5.4	0.0	0.0	0.0	-	Am
29	22.7	22.0	41	Oblato	Circ.	4.2	3.5	4.1	0.0	0.0	0.0	-	Am
35	20.6	21.4	31	Oblato	Circ.	3.6	3.7	5.4	0.0	0.0	0.0	-	Am
17	24.7	29.3	37	Oblato	Elip.	3.8	3.4	4.7	0.0	0.0	0.0	-	Am
26	30.4	28.2	34	Circ	Circ.	3.6	3.3	4.4	0.0	0.0	0.0	-	Am
33	22.4	23.0	36	Circ.	Circ.	3.4	3.1	3.9	0.0	0.0	0.0	-	Am
41	29.0	33.4	35	Oblato	Circ.	3.6	3.4	3.7	0.0	0.0	0.0	-	Am
47	25.0	22.0	32	Elip.	Circ.	3.0	3.2	3.9	0.0	0.0	0.0	-	Am
21	26.7	24.3	32	Circ.	Elip.	3.8	3.3	4.7	0.0	0.0	0.0	-	Am
25	26.3	22.0	31	Elip.	Elip.	3.1	2.7	4.3	0.0	0.0	0.0	-	Am
31	25.9	26.0	33	Circ.	Elip.	3.6	3.1	4.4	0.0	0.0	0.0	-	Am
43	26.0	23.0	31	Circ.	Elip.	3.9	3.4	4.3	0.0	0.0	0.0	-	Am
19	30.3	33.7	30	Oblato	Circ.	3.3	3.6	4.7	0.0	0.0	0.0	-	Am
28	20.7	22.4	28	Oblato	Elip.	3.9	3.2	4.0	0.0	0.0	0.0	-	Am
1	26.5	23.0	31	Circ.	Elip.	3.6	3.1	4.5	0.0	0.0	0.0	-	Am
2	25.5	21.0	33	Circ.	Elip.	3.1	2.9	4.1	0.0	0.0	0.0	-	Am
3	22.0	24.0	37	Oblato	Elip.	3.8	3.5	4.5	0.0	0.0	0.0	-	Am
4	26.5	29.3	32	Oblato	Elip.	3.9	3.5	5.5	0.0	0.0	0.0	-	Am
5	24.3	25.0	35	Oblato	Elip.	3.5	3.3	4.5	0.0	0.0	0.0	-	Am
6	30.3	25.2	34	Ovado	Elip.	4.0	3.2	4.5	0.0	0.0	0.0	-	Am
7	25.8	27.0	32	Oblato	Elip.	4.2	3.4	5.0	0.0	0.0	0.0	-	Am
8	26.2	28.4	33	Oblato	Elip.	4.1	3.4	5.5	0.0	0.0	0.0	-	Am
9	22.7	24.2	28	Oblato	Elip.	3.5	3.0	5.2	0.0	0.0	0.0	-	Am
10	25.5	26.2	33	Oblato	Elip	4.0	3.2	4.8	0.0	0.0	0.0	-	Am
11	22.5	25.0	32	Oblato	Elip	3.8	3.4	5.1	0.0	0.0	0.0	-	Am
12	19.5	22.5	32	Oblato	Circ.	4.0	3.9	3.6	0.0	0.0	0.0	-	Am
13	22.5	25.7	30	Oblato	Circ.	3.8	3.6	5.1	0.0	0.0	0.0	-	Am
14	20.3	22.5	32	Oblato	Circ.	4.0	3.7	4.3	0.0	0.0	0.0	-	Am
15	21.5	22.3	43	Circ.	Circ.	4.2	3.8	3.5	0.0	0.0	0.0	-	Am

U.A.H.A.N.