

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE ESPECIES DEL MATORRAL
TAMAULIPECO EN EL NORTE DE LA PLANICIE COSTERA DEL GOLFO,
MÉXICO**

**Por:
RAFAEL LOYO MELHOR**

**TESIS
Presentada como requisito parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO FORESTAL

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México

Junio 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE ESPECIES DEL MATORRAL
TAMAULIPECO EN EL NORTE DE LA PLANICIE COSTERA DEL GOLFO,
MÉXICO

POR:
RAFAEL LOYO MELCHOR

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

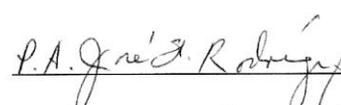
INGENIERO FORESTAL

ASESOR PRINCIPAL

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN DE
AGRONOMÍA


DR. ALEJANDRO ZÁRATE LUPERCIO

DEPARTAMENTO FORESTAL


DR. MARIO ERNESTO VÁZQUEZ BADILLO
Coordinación
División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

**ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE ESPECIES DEL MATORRAL
TAMAULIPECO EN EL NORTE DE LA PLANICIE COSTERA DEL GOLFO,
MÉXICO**

Por:

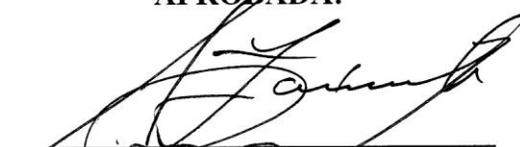
RAFAEL LOYO MELCHOR

TESIS

**Presentada como requisito parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO FORESTAL

APROBADA:


DR. ALEJANDRO ZARATE LUPERCIO


**M.C. JUAN ANTONIO ENCINA
DOMÍNGUEZ**


DEPARTAMENTO FORESTAL


DR. JORGE MÉNDEZ GONZÁLEZ

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio 2010

DEDICATORIA

A MI PADRE DIOS, por considerarme digno de existir, por ser la fuerza que me ha acompañado toda la vida. A ti, mi amigo incondicional, psicólogo y acompañante fiel. Con todo mi amor esto y mucho mas por siempre.

A TI PAPÁ, por enseñarme que el trabajo, por más humilde que éste sea, ennoblece al hombre y enaltece el alma. Por darme el buen ejemplo de una vida honrada, por tus infinitos consejos y sobre todo, por tu filosofía de vida, que ruego a Dios algún día, poder entender. Por enseñarme que ser hombre va mas haya de la absurda idiosincrasia machista y misógina que muchos “homólogos” suelen tener. Te amo viejo!

A TI MAMÁ, por ser mi ejemplo de amor y humildad, por tus cariños, cuidados e infinito apoyo. Por enseñarme el respeto a la vida, el infinito valor de la mujer, y por tener esa linda voz que me encanta escuchar y que alegra mis días. Simplemente no tengo palabras, simplemente no pude tener una mejor mamá. Te amo vieja!.

A USTEDES HERMANOS Y HERMANAS, Vero, Mari, Jorge, Juanis, Felipe, Ruth y Ale. Por siempre acompañarme, apoyarme y escucharme. Por esos tres hermosos sobrinos que me han dado. Por ser cada uno un gran ejemplo de vida y confiarme cada uno su manera particular de ver a ésta, aunque rara vez se los digo, he aprendido muchísimo de ustedes, y me han salvado de varias. Los amo!

A USTEDES ABUELOS, TIOS, TIAS, PRIMOS, PRIMAS Y DEMAS, por su gran apoyo, unión y por la inmensa alegría de aquellas comidas, donde la abundancia, risas y recuerdos, me harán nunca olvidar de donde vengo y alimentaran mis ganas de regresar.

A MIS HERMANOS POR AZARES DEL DESTINO, Alma Alicia, Juan Carlos, Saraí , Rogelio, Gerardo, David, Andrés, Fernanda, Paola, Karla, Natalia, Crisanta, Toñita, Ismael, Daniel, Carlos Quen y mis dos Isabeles, por todo lo vivido juntos, y demostrarme que no importa la distancia ni el tiempo que dejemos de saber el uno del otro, tarde o temprano siempre regresamos.

A TI ANGELA, MI COMPAÑERA DE BATALLAS, Por todos estos años de compañía, por aceptarme tal cual soy, por tu infinito apoyo y amor incondicional, por esto y mucho más, siempre serás parte de mí. Te amo bobita!

AGRADECIMIENTOS

A mi *Alma Mater*, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Por brindarme el medio adecuado para mi desarrollo profesional.

A mis maestros del Departamento Forestal, por brindarme las herramientas para enfrentar la realidad laboral, por su apoyo y humildad para transmitir sus conocimientos y experiencias en pro de mi desarrollo como Ingeniero Forestal y principalmente por mostrar un verdadero compromiso con la enseñanza

.De manera especial al M.C Juan A. Encina Domínguez, por todos sus consejos, paciencia y apoyo para la buena realización de este proyecto. Por recordarme el gran valor de la lectura y por brindarme su amistad. Gracias Juan.

A mi estimado Dr. Alejandro Zárate Lupercio, por todo su apoyo, amistad y consejos, así como su entera disposición en la revisión de este proyecto. Pero sobre todo por confiar en mí a lo largo de este tiempo, brindarme los medios para probarme como persona y profesional. De corazón, muchas gracias Doc.

Al Dr. Jorge Méndez González, por apoyarme y orientarme en la revisión de este proyecto, y por demostrarme su sinceridad y hablarme siempre con la verdad

.

Al compañero Felipe Hernández Soto, por apoyarme en la elaboración de los mapas y prestarme un poco de su tiempo. Gracias pato te debo una.

A mis compañeros de la generación CVI, que me acompañaron a lo largo de mi carrera, por su apoyo, enseñanzas y amistad. Enhorabuena!

ÍNDICE

RESUMEN	VII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVO.....	3
3. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	4
3.1.1. Localización	4
3.1.2. Fisiografía.....	6
3.1.3. Geología	6
3.1.4. Suelos	8
3.1.5. Hidrología.....	8
3.1.6. Clima	9
3.1.7. Temperatura	9
3.1.8. Vegetación.....	10
3.2. METODOLOGÍA.....	12
3.2.1. Diseño de muestreo	12
3.2.2. Clasificación del Matorral Tamaulipeco del área de estudio	12
3.2.3. Cálculos derivados de la medición de vegetación.....	13
3.2.4. Obtención de los atributos ecológicos.....	13
3.2.5. Cálculos para obtener la diversidad de especies	14
4. RESULTADOS	15
4.1. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA	15
4.2. CLASIFICACIÓN DEL MATORRAL TAMAULIPECO	17
4.3. ASPECTOS ESTRUCTURALES DE LAS ASOCIACIONES DEL MATORRAL TAMAULIPECO.....	19
4.3.1. Grupo 1.- Matorral Subinerme	19
4.3.1.1. Grupo 1a. Matorral Subinerme de <i>Acacia rigidula</i> - <i>Croton cortesianus</i> ..	20
4.3.1.2. Grupo 1b.- Matorral Subinerme de <i>Acacia rigidula</i> - <i>Leucophyllum frutescens</i>	21
4.3.2. Grupo 2.- Matorral Espinoso.....	23
4.3.2.1. Grupo 2a.- Matorral Espinoso de <i>Acacia rigidula</i> – <i>Opuntia leptocaulis</i> ..	23
4.3.2.2. Grupo 2b.- Matorral Espinoso de <i>Prosopis glandulosa</i> – <i>Opuntia lindheimeri</i>	25
4.4. RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE ESPECIES DEL MATORRAL TAMAULIPECO.....	26
5. DISCUSIÓN	28

5.1.	COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DEL MATORRAL TAMAULIPECO.....	28
5.2.	DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD DE ESPECIES	30
5.3.	ASPECTOS ECOLÓGICOS	31
6.	CONCLUSIONES	33
7.	LITERATURA CITADA.....	35
8.	ANEXOS.....	39
8.1.	Anexo 1.- Listado florístico del Matorral Tamaulipeco del Norte de la Planicie Costera del Golfo, México.....	39
8.2.	Anexo 2. Cuadro de sitios y resultados fitosociológicos.....	42
8.3.	Anexo 3.- Distribución de las asociaciones florísticas del Matorral Tamaulipeco en el Norte de la Planicie Costera del Golfo, México.	49

ÍNDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1. Atributos de la vegetación de especies arbustivas del Matorral Subinorme de <i>Acacia rigidula</i> - <i>Croton cortesianus</i>	21
Cuadro 2. Atributos de la vegetación de especies arbustivas del Matorral Subinorme de <i>Acacia rigidula</i> - <i>Leucophyllum frutescens</i>	22
Cuadro 3. Atributos de la vegetación de especies arbustivas del Matorral Espinoso de <i>Acacia rigidula</i> – <i>Opuntia leptocaulis</i>	24
Cuadro 4. Atributos de la vegetación de especies arbustivas del Matorral Espinoso de <i>Prosopis glandulosa</i> – <i>Opuntia lindheimeri</i>	26
Cuadro 5. Riqueza, diversidad y equitatividad del Matorral Tamaulipeco.	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1. Localización del área de estudio.	5
Figura 2. Riqueza de especies por familia del Matorral Tamaulipeco en el Norte de la Planicie Costera del Golfo de México.	16
Figura 3. Agrupación de los sitios de muestreo ubicados en el Matorral Tamaulipeco de la Planicie Costera de México.....	18

RESUMEN

Con el propósito de determinar la composición florística, estructura y aspectos ecológicos del Matorral Tamaulipeco, se realizó un estudio de la vegetación florística de leñosas, distribuida en la Subprovincia Planicie Costera del Golfo, México, abarcando la parte Norte de Tamaulipas y el Noreste de Nuevo León. Para lo cual se levantaron 223 sitios circulares de 100 m², donde se tomó información de densidad, cobertura y altura de la vegetación, así como la identificación de las especies presentes. Con fin de determinar las asociaciones vegetales del Matorral Tamaulipeco, se utilizó el análisis de conglomerados a través del método de Ward, mediante la técnica de Clasificación Jerárquica Polietética Aglomerativa. Para calcular la diversidad de especies de Shannon-Wiener, se utilizó como base la densidad relativa de las plantas para calcular el índice de diversidad de. Se calculó la equitatividad de especies (E), con el propósito de conocer de la uniformidad en la abundancia relativa entre las especies registradas. Se identificaron 78 especies comprendidas en 62 géneros y 29 familias, siendo las más representativas: Fabaceae, Cactaceae, Rhamnaceae, Verbenaceae, Asteraceae y Euphorbiaceae. Respecto a las asociaciones, se determinaron dos grupos florísticos, uno subinermes y otro espinoso, definiéndose dos subagrupaciones por cada uno.

Palabras clave: Matorral Tamaulipeco, Diversidad de especies, Composición, Estructura, Ecología.

1. INTRODUCCIÓN

Debido a la ubicación geográfica y a la compleja historia geológica, México ha generado una importante variedad de condiciones fisiográficas y climáticas (Rzedowski, 1978; Flores y Gerez, 1994), dando origen a variados ecosistemas y se esta forma ser considerado el tercer país con mayor diversidad biológica en el mundo (Toledo y Ordoñez, 1993) con más del 12% de la biota mundial (Toledo y Ordoñez, 1998) de la cual más de 300 géneros y entre 50 y 60% de las especies se caracterizan por ser endémicas (Ramamoorthy y Lorence, 1987).

De acuerdo con Rzedowski (1978) México se encuentra dividido en dos reinos florísticos el Holartico y el Neotropical, estos se clasifican en regiones que a su vez se dividen en provincias, las cuales están determinadas por las afinidades geográficas de su vegetación. Para este estudio es de interés resaltar el reino Neotropical y específicamente su región denominada “Xerofítica Mexicana” sobre la cual se encuentra la provincia “Planicie Costera del Noreste de México”, zona de contexto para este estudio. Dicha provincia abarca casi en su totalidad al estado de Tamaulipas, dos tercios nororientales de Nuevo León, además de pequeñas áreas de Coahuila, San Luis Potosí, extremo norte de Veracruz y una porción adyacente del Estado de Texas.

Respecto a la importancia que tiene la vegetación propia de la región, Rzedowski, (1978) menciona que se encuentra compuesta en su mayor parte por bosque espinoso y matorrales xerófilos, los cuales ocupan el 50% del territorio nacional, con 6,000 especies estimadas que representa el 20% de la flora total del país, caracterizada por ser rica en endemismo tanto a nivel genérico como específico. Lo anterior, brinda un panorama más amplio de la gran diversidad vegetal que existe en la región. Sin embargo, estas regiones naturales, como

muchas otras del país, no están exentas del daño ocasionado por la presión antropogénica. Respecto a esto, García y Jurado (2008) sugieren que el matorral xerófilo es el ecosistema más abundante e históricamente más utilizado en las zonas áridas y semiáridas de México, apoyando esta idea, Estrada *et al.*, (2005) mencionan que ciertas plantas propias de la región, son utilizadas en gran medida para la elaboración de postería para cercas, material de construcción, mangos para hachas, azadones, sillas de montar, figuras decorativas de ébano, carbón y leña, esta vegetación se encuentra sometida a otros factores como la sobreexplotación con fines comerciales y de ornato y cambio de uso del suelo, esto último ocasionando la pérdida y fragmentación del hábitat y la disminución de sus poblaciones hasta llegar a situarlas incluso en peligro de extinción (Huerta y García, 2004). Ante dicha problemática, la identificación de plantas del matorral, es relevante en el entendimiento de la estructura de la vegetación, la diversidad de especies y la dinámica de las comunidades vegetales. La caracterización de la vegetación es importante debido a que la distribución de las especies no es similar y la aparición de una especie puede ser nula o abundante, por tener limitaciones de distribución por algún factor edáfico o climático. De esta forma, la información generada puede ser un medio para hacer propuestas de conservación o regeneración en áreas reducidas o fragmentos de vegetación del matorral (Rosenzweig, 1995). Con base en este principio, Huerta y García (2004) aseguran que existen diversos trabajos que han demostrado la influencia de ciertos factores del medio ambiente en la estructura de las comunidades vegetales, mencionan que autores como Mange y Olson (1990) han concluido que la densidad vegetal con frecuencia varía dentro de sitios, entre sitios en una región y entre regiones. También autores como; Rzedowski (1956), Whittaker y Niering (1965), Yeaton y Cody (1979), McAuliffe (1994) y Valverde *et al.*, (1996) han demostrado que en la organización de las comunidades vegetales influyen factores del paisaje y climáticos, aunque Daubenmire

(1979) y Miles (1981) han encontrado que los factores edáficos son los principales influyentes en dicha organización.

Partiendo de lo anterior y con el propósito de aportar conocimientos que sean útiles para estudios posteriores en lo que al tema refiere, se justifica la realización de este trabajo de investigación, en el cual, se describen aspectos de estructura, composición y ecología de las asociaciones vegetales definidas para una comunidad vegetal de tipo Matorral Tamaulipeco establecida en el norte de Tamaulipas y noreste de Nuevo León.

2. OBJETIVO

Determinar la composición florística, estructura y aspectos ecológicos de las especies leñosas del Matorral Tamaulipeco en el norte de la Planicie Costera del Golfo de México.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. Localización

El área de estudio abarca el Norte de Tamaulipas con los municipios de San Fernando, Méndez, Reynosa, Gustavo Díaz Ordaz, Camargo, Miguel Alemán, Mier, Guerrero y Nuevo Ladero, y el Noreste de Nuevo León en los municipios China, General Bravo, Dr. Coss, Los Aldamas y Paras. Se ubica entre los $24^{\circ} 30' 0''$ - $27^{\circ} 30' 0''$ latitud norte y $98^{\circ} 00' 00''$ - $99^{\circ} 30' 00''$ de Longitud este (Figura1).

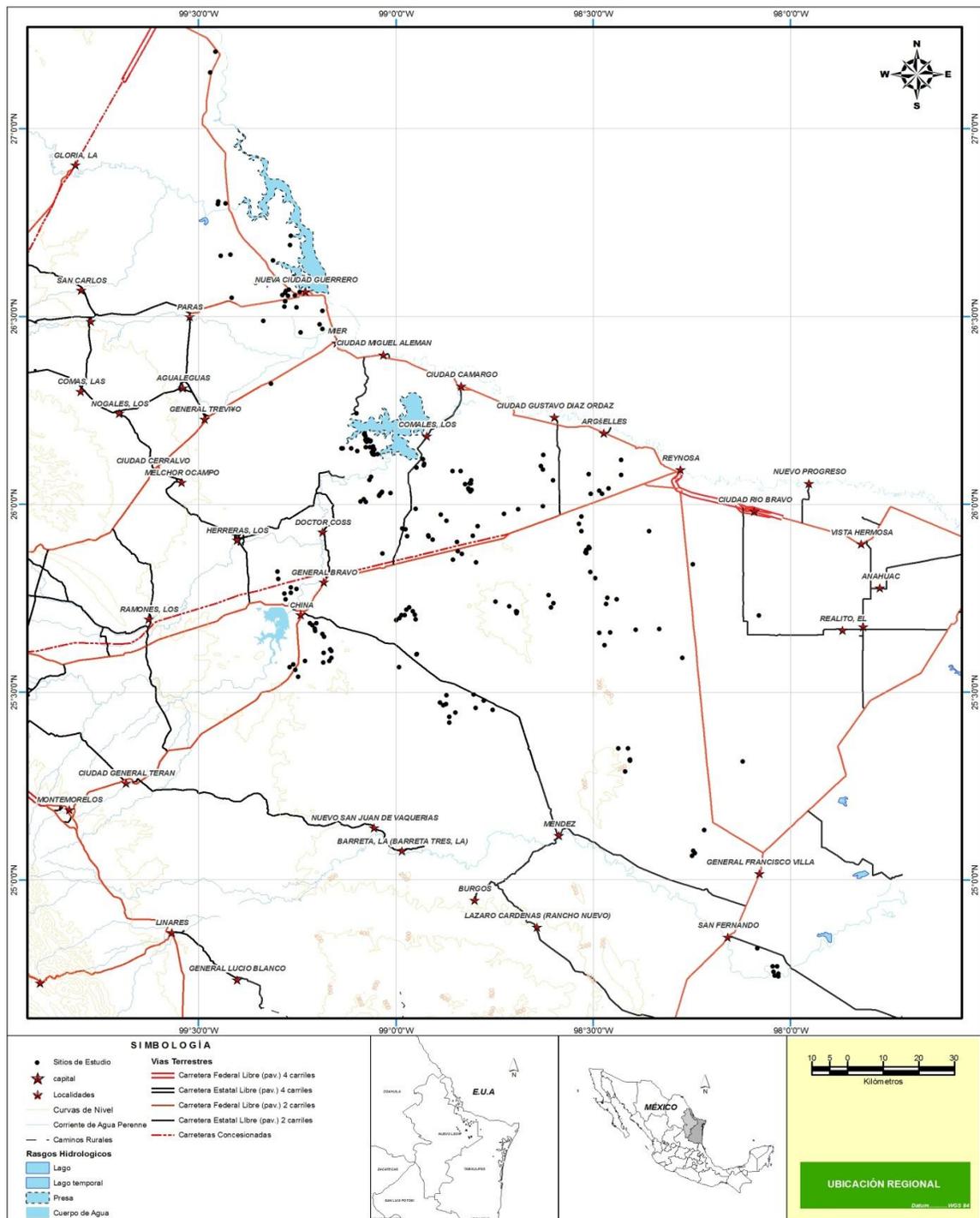


Figura 1. Localización del área de estudio.

3.1.2. Fisiografía

La descripción fisiográfica se basa en INEGI (1981), considerando la clasificación que se hace en mencionada publicación, se definen dos regiones fisiográficas para el área de estudio. La Provincia de la Llanura Costera del Golfo Norte, específicamente en su Subprovincia de la Llanura Costera Tamaulipeca, la cual se extiende desde Reynosa, Tamaulipas hasta la desembocadura del río Bravo, volviéndose cada vez más estrecha hacia el sur, hasta la boca del río Soto la Marina donde sólo comprende la franja costera hasta Tuxpan, Veracruz. La región cuenta con una superficie donde predominan las llanuras, que son inundables hacia la costa y están interrumpidas al oeste por lomeríos muy tendidos. Y la Provincia de las Grandes Llanuras de Norte América, de manera específica su Subprovincia de las Llanuras de Coahuila y Nuevo León, la cual limita al Norte y al Este con el río Bravo, al Oeste con la Sierra Madre Oriental y al sureste con la Llanura Costera del Golfo Norte. Abarca parte de los Estados de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila, se caracteriza por presentar llanos interrumpidos por lomeríos dispersos, bajos, de pendientes suaves y constituidos por conglomerados. En la porción sur de la subprovincia existen sierras, mesetas y valles (INEGI, 1981)

3.1.3. Geología

La historia Paleogeográfica del noreste de México está relacionada con el origen del Golfo de México, el cual empieza a formarse durante el Triásico Tardío, cuando América del Norte se separa de América del Sur y de África. La separación de estas placas continentales permite la Formación de grabens y horsts, los cuales controlan la distribución de tierras y mares y, consecuentemente, los patrones sedimentarios Mesozoicos y Cenozoicos del noreste de

México. Durante el Terciario la secuencia Mesozoica fue deformada por la Orogenia Laramide y los mares se alejaron hacia el este. Después de la Orogenia Laramide se formó la Cuenca de Burgos y se depositaron en ella los sedimentos terrígenos de los Grupos Midway y Wilcox del Paleoceno y principios del Eoceno, los cuales presentan algunas capas de carbón que se depositaron en un complejo sistema de bancos de barrera y deltas, mismos que progradaron hacia el este durante todo el Cenozoico, permitiendo el desarrollo de grandes fallas que formaron trampas favorables para la acumulación de gas y petróleo. Durante el Oligoceno es cuando se desarrolla la fase magmática de mayor importancia en el noreste de México, dándose en este período el emplazamiento de la mayoría de los cuerpos ígneos que afloran en la región, así como los derrames volcánicos. Durante el Cuaternario se desarrollaron rellenos aluviales y algunos conglomerados. Durante este período también ocurrieron algunos derrames basálticos, los cuales se encuentran sobreyaciendo la secuencia Mesozoica (CONABIO, 2008).

Como se mencionó, el estudio influye en dos subprovincias del Noreste de México, en menor proporción se presenta la Llanura Costera Tamaulipeca sobre la cual solo se incide en sus límites nororientales con las Llanuras de Coahuila y Nuevo León, presentándose ésta última como la subprovincia mayormente influenciada por este estudio. En dichos límites predominan los estratos de lutita y arenisca del Oigoceno, sin embargo, en los valles y llanos, hacia el oeste y centro de las Llanuras de Coahuila y Nuevo León, las lutitas y las areniscas se entremezclan con suelos aluviales, llegando a ser estos más frecuentes en esas regiones. Los conglomerados normalmente se encuentran asociados a los lomeríos, mostrándose una clara concentración de este tipo de material hacia el Oeste, en los límites con las Sierras y Llanuras Coahuilenses (INEGI, 1981; CONABIO, 2008)

3.1.4. Suelos

La topografía de la región se caracteriza por presentar suaves lomeríos y algunas llanuras, por lo cual, se presentan suelos profundos con texturas de migajón arcilloso o arcilla, derivados de rocas calcáreas y en algunas zonas de aluviones. Los suelos son principalmente Xerosoles, mayormente de tipo cálcico y luvico y en menor proporción haplico (Xk, Xl y Xh), también son representativos los Vertisoles, Regosoles y los Rendzina (CENETAL, 1978; CONABIO, 2008).

3.1.5. Hidrología

Las regiones hidrológicas de influencia en la zona de estudio son: para la parte sur, en los municipios San Fernando–Méndez (Tamaulipas), se describe la Región Hidrológica número 25 (RH25) denominada San Fernando-Soto la Marina dentro de la cuenca del Río San Fernando y la subcuenca del Río Potosí (Pando *et al.*, 2002). Para la parte centro y norte con los municipios China, General Bravo, Dr. Coss, Los Aldamas, Paras (Nuevo León) y Reynosa, Gustavo Días Ordaz, Camargo, Miguel Alemán, Mier, Guerrero y Nuevo Laredo (Tamaulipas), se describe la RH24 denominada Bravo-Conchos dentro de las cuencas Río Bravo-Nuevo Laredo (RH24-E), y Presa Falcón-Río Salado (RH24-C). En las cuales predominan tipos de corriente de tipo intermitente con patrón de drenaje de tipo detrítico (CETENAL, 1978).

3.1.6. Clima

La Subprovincia de la Llanura Costera Tamaulipeca, presenta climas semicálidos del grupo C y subhúmedos siendo el más seco de los subhúmedos con régimen de lluvias intermedio, extremo con canícula, sin embargo, en la región noreste se presentan climas secos, ahí se registran las máximas precipitaciones llegando a valores superiores a 800 mm, sobre todo en la zona de transición entre la llanura y la sierra debido a los fenómenos de condensación por los cambios de altitud en el terreno, en cuanto a la Subprovincia de las Llanuras de Coahuila y Nuevo León, se presentan climas áridos a semiáridos, cálidos, con lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual, mientras que los semicálidos subhúmedos se presentan en pequeñas áreas; estos climas se caracterizan por la baja humedad y la escasa precipitación, condiciones ocasionadas por la influencia de vientos secos en la zona, a excepción de la porción Sur de la subprovincia en donde debido a la influencia de las masas de aire húmedo el clima es semicálido subhúmedo (CONABIO, 2008).

3.1.7. Temperatura

La Subprovincia de la Llanura Costera Tamaulipeca, presenta temperaturas medias mínimas que oscilan entre los 13 y 14.7°C presentes principalmente en los meses de diciembre y enero, las temperaturas medias máximas se presentan en los meses de junio, julio y agosto van de los 29 a los 30.1°C. En lo que a la Subprovincia de las Llanuras de Coahuila y Nuevo León refiere, la secuencia respecto a los meses es la misma que en la Subprovincia previamente descrita, exceptuando los rangos en temperatura, ya que para ésta región se describen temperatura medias mínimas que oscilan 12.1 a los 16.6°C y medias máximas de 29.9 a 30.9°C (CNA, 2007).

3.1.8. Vegetación

De acuerdo con Rzedowski (1978) la Provincia florística de la Planicie Costera del Noreste, se encuentra dentro del Reino Neotropical y la región denominada Xerofítica Mexicana. Dicho autor señala que ésta provincia abarca casi la totalidad del estado de Tamaulipas y dos tercios Nororientales de Nuevo León y se presenta un clima en general caluroso, árido o semiárido, así como extremoso, por lo cual, define una vegetación constituida en su mayor parte por matorrales xerófilos y bosque espinoso.

Rojas (1965), Villarreal y Valdés (1992-93) y Briones y Villareal (2001) definen al Matorral Espinoso Tamaulipeco como la comunidad vegetal más abundante del área, cuya altura oscila entre 1 a 2.5 m de altura, como parte de su composición destacan por su abundancia, *Acacia rigidula*), *Prosopis glandulosa*), *Opuntia leptocaulis*, *O. lindheimeri*, *Ziziphus obtusifolia*, *Celtis pallida* y *Lycium berlandieri*, otras especies también abundantes son: *Karwinskia humboldtiana*), *Leucophyllum frutescens* y *Eysenhardtia texana*. Las cactáceas más abundantes son *Echinocereus stramineus*, *Mammillaria heyderi*, *Echinocactus texensis* y *Ferocactus setispinus*. En las áreas de lomeríos con pendientes suaves se distribuye el Matorral Subinermes el cual se caracteriza por la codominancia de especies arbustivas inermes y espinosas como *Acacia rigidula*) con arbustos inermes como *Leucophyllum frutescens*, *Eysenhardtia texana*, *Calliandra conferta*, *Jatropha dioica* y *Lippia graveolens*, las cuales forman un matorral denso de 0.5 a 2 m de altura. La vegetación Halófila se localiza en depresiones o valles donde el drenaje es deficiente, permitiendo la acumulación de sales, esta se compone por un estrato bajo formado por elementos subarbustivos de 30 a 40 cm, además de herbáceos, algunos de tipo crasulento, las especies más abundantes en tales áreas son *Atriplex canescens*, *Varilla texana*, *Prosopis reptans* y *Borrichia frutescens*. Las comunidades

riparias, acuáticas y subacuáticas presentes en el área crecen cerca de los ríos, charcos y bordos de captación de agua, están integradas por especies perennes, las cuales crecen arraigadas en los márgenes donde es común encontrar matorrales de *Tamarix ramossisima*, *Aster spinosus* y hierbas postradas como *Phyla nudiflora*, *Heliotropium curasavicum* y *Sesuvium portulacastrum*, también arboles *Prosopis glandulosay* *Acacia farnesiana*, además de *Parkinsonia aculeata* con alturas de 3 a 5 metros.

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. Diseño de muestreo

Con fin de conocer las asociaciones del Matorral Tamaulipeco de la zona norte de la Planicie Costera del Golfo así como los factores del medio que las determinan, se realizó un muestreo de vegetación en el norte del Estado de Tamaulipas y noreste del estado de Nuevo León. Mediante un diseño de muestreo selectivo considerando aspectos de variación en el relieve, altitud y tipo de suelo, se establecieron 223 sitios de muestreo circulares de 100 m², (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974), donde se cuantificó el número de individuos, la altura y cobertura de las especies leñosas, además de registrar su identidad específica; se colectaron y herborizaron ejemplares de las especies del área, la nomenclatura y sinonimia de las especies, así como los nombres de autores fue revisada en la base de datos: The Internacional Plant Names Index (<http://www.ipni.org>). En cada sitio de muestreo se registro la altitud y las coordenadas geográficas (proyección UTM) con la ayuda de un receptor GPS.

3.2.2. Clasificación del Matorral Tamaulipeco del área de estudio

Para determinar las asociaciones vegetales del Matorral Tamaulipeco, se utilizó el análisis de conglomerados a través del método de Ward (varianza mínima) (1963), mediante la técnica de Clasificación Jerárquica Polietética Aglomerativa (Manly, 1986; Digby y Kempton, 1987; Estrada 1998) y el programa estadístico SAS versión 6.04 (Anónimo, 1985). Para obtener la clasificación de la vegetación se utilizó el índice de similitud de Motyka (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974), definido como $M = 2c/(a + b) \times 100$, en donde:

c = valor más bajo de densidad de las especies en común en dos sitios diferentes

a = valor de densidad total de las especies en el sitio A

b = valor de densidad total de las especies en el sitio B

Con los datos de densidad relativa de 78 especies diferentes, se preparó una matriz de similitud-disimilitud para los 223 sitios. La matriz de disimilitud de distancias sirvió como base para efectuar el análisis de conglomerados (Cluster Analysis).

3.2.3. Cálculos derivados de la medición de vegetación

Para cada asociación se calcularon los atributos de la vegetación con base a la información recabada durante el muestreo, de esta manera cada especie registrada por sitio posee valores en densidad, cobertura y altura, los cuales se capturaron en una base de datos de Excel® para determinar valores relativos: como altura media, densidad relativa, dominancia relativa (en base al valor en cobertura), frecuencia relativa y con la suma de todos ellos se determinó el valor de importancia relativa (VIR) por especie (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). Las asociaciones se nombraron en base a la fisonomía y a las especies dominantes.

3.2.4. Obtención de los atributos ecológicos

Para este estudio, se definieron a la altitud sobre el nivel del mar, precipitación media anual y tipo de suelo como factores ecológicos de posible influencia en la diversidad, composición y estructura de las asociaciones vegetales del Matorral Tamaulipeco. Estos factores se obtuvieron por medio de información cartográfica de contexto, digitalizada y procesada temáticamente utilizando el Software ArcView GIS 3.2®, sobre el cual se cargaron los temas de interés referidos a la zona Noreste del país, abarcando los estados de Tamaulipas y Nuevo

León, posteriormente se insertaron las coordenadas UTM de los 223 sitios de muestreo registrados, ubicándose éstos, sobre la base temática obteniendo así la información requerida antes mencionada para cada sitio (Anexo 2).

3.2.5. Cálculos para obtener la diversidad de especies

Para cuantificar y expresar la diversidad de las asociaciones del área de Matorral Tamaulipeco estudiado, se utilizó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (Ludwing y Reynolds, 1988; Magurran, 1988), calculado mediante la siguiente ecuación:

$$H' = - \sum p_i (\log_2 p_i)$$

Donde p_i es la densidad relativa de las especies en cada sitio de muestreo. Respecto a esto es importante resaltar que para este estudio la estimación de la diversidad se basó en la densidad relativa y se utilizó logaritmo base 2 (Magurran, 1988), por lo cual el índice se expresa en “bits” (Pielou, 1969). La riqueza de especies es medida y analizada en términos del número de especies. Se calculó la equitatividad de especies (E), la cual es una medida de la uniformidad en la abundancia relativa de las especies en cada parcela, calculada de la siguiente manera (Pielou, 1966):

$$E = H' / H'_{\max.}$$

Donde H' es la diversidad actual de la asociación, $H'_{\max.}$ es la diversidad máxima potencial, la cual se calculó a través de la obtención del logaritmo base dos del número de especies

4. RESULTADOS

4.1. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

La flora vascular estimada para el Matorral Tamaulipeco se integra por 78 especies comprendidas en 62 géneros y 29 familias, de las cuales con mayor número de taxa se presentan: Fabaceae (17 especies) repartidos en las subfamilias; Mimosoideae (12), Caesalpinioideae (4) y Papilionoideae (1), seguidas se encuentran las familias: Cactaceae (16), Rhamnaceae (5), Verbenaceae, Asteraceae y Euphorbiaceae con 4 especies cada una (ver Figura 2). Los géneros más diversos son: *Acacia* (5), *Echinocereus* (5) y *Opuntia* (3). Las especies registradas pertenecen a la división Magnoliophyta, en un 97.4% a la clase Magnoliopsida y un 2.6% a la clase Liliopsida, esta última con dos especies: *Yucca treculeana* (Agavaceae) y *Hechtia texensis* (Bromeliaceae) (Anexo 1).

La vegetación del área se compone de elementos altos y bajos, espinosos o inermes, ambos se mezclan constituyendo un matorral subinorme espinoso. El estrato arbustivo superior (mayor a 1 m), en su composición se encuentra representado por la familias Fabaceae en un 15.70 % distribuido en sus subfamilias: Mimosoideae (12.53%) con los géneros *Acacia* y *Prosopis*, Papilionoideae (3.17%) con el género *Eysenhardtia*, Rhamnaceae (5.83%) con los generos *Karwinskia* (2.81%), *Condalia* (1.81%) y *Ziziphus* (1.21%), Scrophulariaceae (4.71%) con el género *Leucophyllum*, Ulmaceae (2.23%) con *Celtis*, Zygophyllaceae (1.52%) con *Guaiacum*, Solanaceae (1.26%) con *Lycium* y Simaroubaceae (0.73%) con *Castela*.

En cuanto al estrato arbustivo inferior (menor a 1 m), se representa por las familias; Cactaceae (13.40%) por el género *Opuntia*, Euphorbiaceae (12.82%) con *Croton* (7.20%) y *Jatropha* (5.62%), Lamiaceae (4.82%) con *Salvia*, Verbenaceae (3.48%) con *Lippia*, Zygophyllaceae (1.94%) con *Guaiacum*, Asteraceae (1.46%) con *Varilla* y Celastraceae (0.70%) con *Schaefferia*.

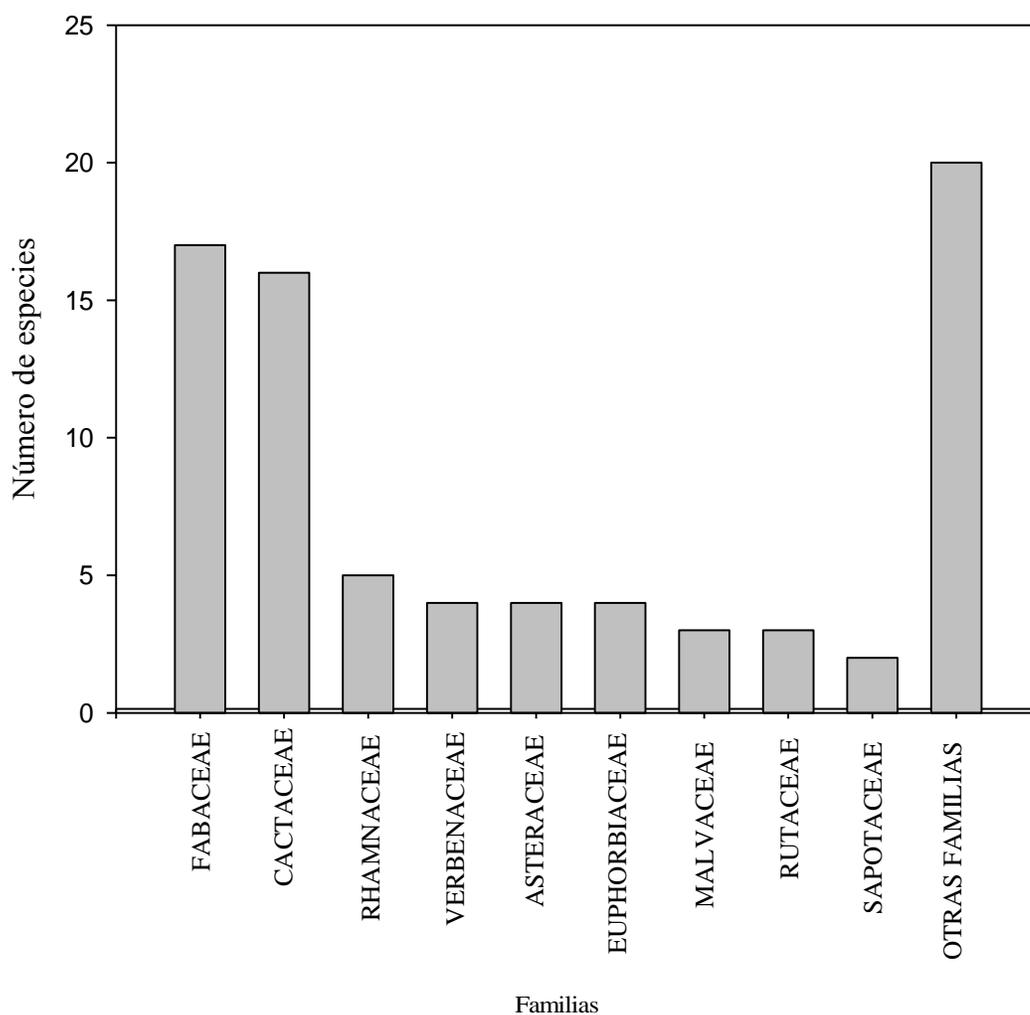


Figura 2. Riqueza de especies por familia del Matorral Tamaulipeco en el Norte de la Planicie Costera del Golfo de México.

4.2. CLASIFICACIÓN DEL MATORRAL TAMAULIPECO

Con la información de la densidad de 78 especies registradas en los 223 sitios muestreados se produjo una matriz, la cual se utilizó para determinar el análisis de conglomerados aplicando la técnica de Ward (clasificación jerárquica). Se diferenciaron dos grandes grupos de sitios del matorral tamaulipeco en base a la proporción de arbustos espinosos e inermes en la vegetación, a una similitud del 30% (Matorral subinermes y Matorral espinoso) dichas agrupaciones se subdividen a su vez en dos asociaciones cada una (Figura 3). Estas se definen por la dominancia de una o más especies, más que por la combinación particular de varias. Para la asociación 1 (grupo 1) corresponden 95 sitios y 128 para la asociación 2 (grupo2), en ambos casos repartidos.

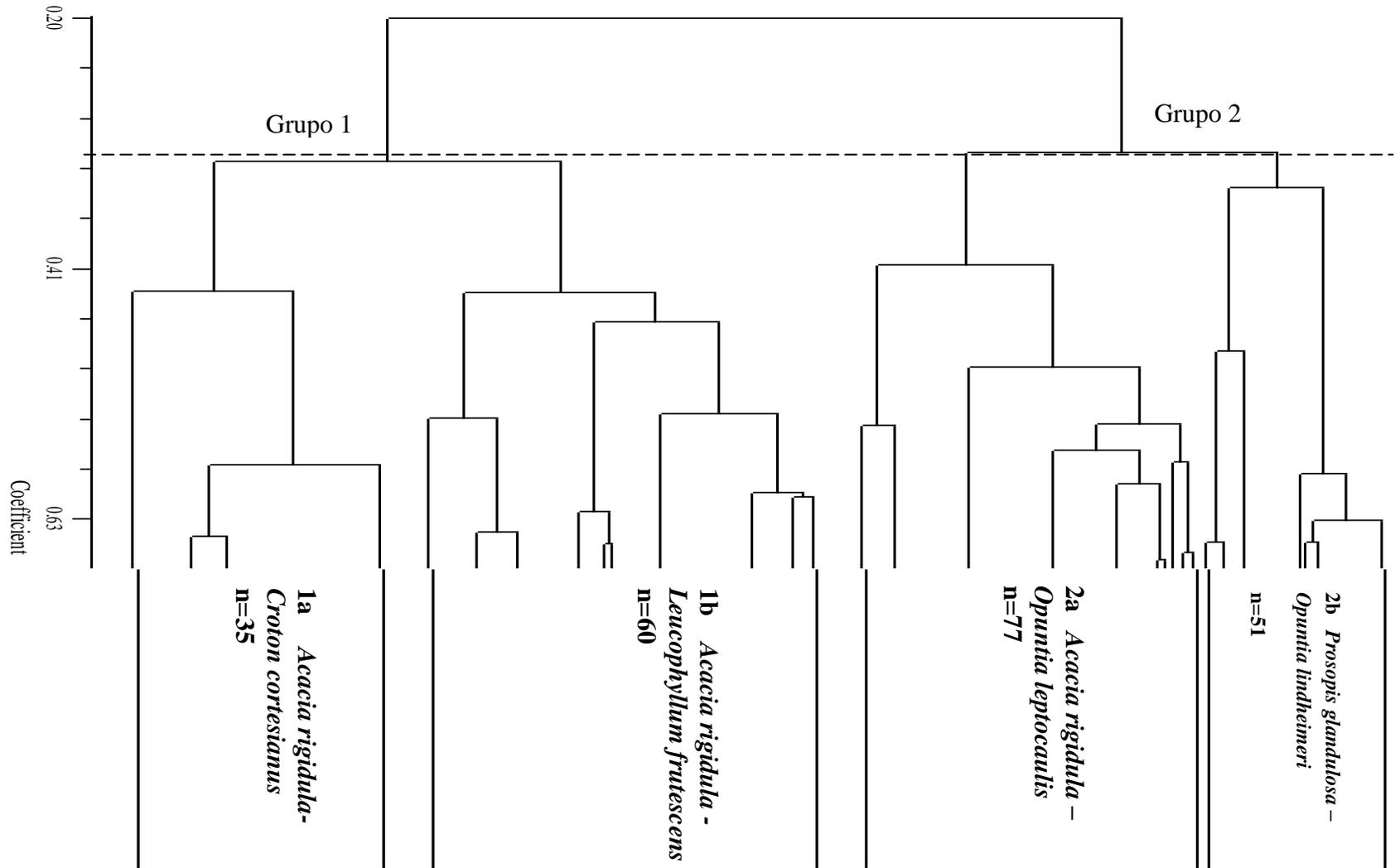


Figura 3. Agrupación de los sitios de muestreo ubicados en el Matorral Tamaulipeco de la Planicie Costera de México.

4.3. ASPECTOS ESTRUCTURALES DE LAS ASOCIACIONES DEL MATORRAL TAMAULIPECO

A continuación se describen las asociaciones identificadas para el matorral tamaulipeco del área de estudiada. Considerando aspectos fitosociológicos como estructurales (altura, dominancia, densidad y valor de importancia relativa). Cabe señalar que en las asociaciones, el estrato arbustivo se clasifica en dos con base a la altura, uno superior y otro inferior a 1 m.

4.3.1. Grupo 1.- Matorral Subinermes

Se desarrolla sobre los lomeríos y mesetas de los llanos y valles de la zona, la pendiente puede ser nula o bien suave o pronunciada, donde la pedregosidad y afloramientos rocosos pueden ser abundantes o escasos. Se definen diferencias en altitud que van de los 40 a los 200 m. s.n.m. Este matorral se presenta a lo largo y ancho del área de estudio, caracterizándose por manifestar una distribución dispersa y espaciosa (Anexo 3). Su composición florística es una codominancia de arbustos micrófilos espinosos e inermes. El estrato arbustivo superior está representado por las especies *Acacia rigidula*, *Karwinskia humboldtiana* y *Leucophyllum frutescens*, el cual se caracteriza por estar dominado en cobertura por elementos espinosos y en densidad por elementos inermes. El estrato inferior es abundante e inerme en su mayoría, está dominado por *Croton cortesianus* y *Jatropha dioica*, además de *Salvia ballotaeflora* y *Lippia graveolens*.

4.3.1.1. Grupo 1a. Matorral Subinierme de *Acacia rigidula* - *Croton cortesianus*.

Su distribución está referida a sitios con altitudes que oscilan entre 40 y 190 m. s.n.m, en su mayoría a suelos de tipo Xerosol cálcico (Xk) y con una precipitación promedio anual de 640.427 mm. El estrato superior posee una altura que va de los 102 a los 155 cm, está caracterizado por el chaparro prieto (*Acacia rigidula*) y vara dulce (*Eysenhardtia texana*), la primera es la especie dominante en el grupo, con un valor de dominancia relativa de 17.51%, una densidad de 597 ind/ha y un valor de importancia (VIR) de 10.294%. Seguido se encuentra *Eysenhardtia texana* con 583 ind/ha y un VIR de 6.60%. El coyotillo (*Karwinskia humboldtiana*) y el cenizo (*Leucophyllum frutescens*) son especies que se asocian bien en este matorral, ya que poseen valores de frecuencia relativa considerables (7.18 y 5.12%) respectivamente. Con un VIR promedio de 3.50% se encuentran elementos espinosos como la condalia (*Condalia hookeri*) y el guagillo (*Acacia berlandieri*). El estrato inferior presenta una altura promedio de 60 cm. Como especie codominante y con el mayor VIR del grupo se encuentra el croton (*Croton cortesianus*) con un valor de dominancia relativa de 8.00%, una densidad de 2,060 ind/ha y un VIR de 13.12%, *Salvia ballotaeflora*, segunda especie más numerosa del grupo con 1380 ind/ha posee un VIR significativo de 8.95% (Cuadro 1). El tasajillo (*Opuntia leptocaulis*) y la sangre de drago (*Jatropha dioica*) elementos constituyentes de este estrato, poseen un VIR promedio de 3.50%.

Cuadro 1. Atributos de la vegetación de especies arbustivas del Matorral Subinerme de *Acacia rigidula* - *Croton cortesianus*.

Especie	Altura Media (cm)	Dominancia Relativa (%)	Densidad (ind/ha)	Densidad Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	*Valor de importancia relativa (%)*
Estrato arbustivo mayor a 1.0 m						
<i>Acacia rigidula</i>	150	17.51	597	6.75	6.60	10.29
<i>Eysenhardtia texana</i>	125	7.46	583	6.59	5.74	6.60
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	108	4.02	306	3.45	7.18	4.88
<i>Leucophyllum frutescens</i>	102	3.89	486	5.49	5.17	4.85
<i>Condalia hookeri</i>	155	5.46	274	3.10	3.16	3.90
<i>Acacia berlandieri</i>	132	5.02	234	2.65	1.72	3.13
Estrato subarbustivo menor a 1.0 m						
<i>Croton cortesianus</i>	64	8.00	2060	23.31	8.04	13.12
<i>Salvia ballotaeflora</i>	62	6.07	1380	15.61	5.17	8.95
<i>Opuntia leptocaulis</i>	95	3.36	191	2.16	5.17	3.56
<i>Jatropha dioica</i>	56	1.39	380	4.30	4.02	3.24
Otras especies (40)	125	37.77	2346	26.54	47.98	37.43

Valor de importancia relativa= Dom. Relativa + Densidad relativa + Frecuencia relativa.

4.3.1.2. Grupo 1b.- Matorral Subinerme de *Acacia rigidula* - *Leucophyllum frutescens*.

Se distribuye en alturas que oscilan de los 60 a los 200 m. s.n.m, sobre suelos de tipo Xerosol cálcico (Xk), aunque también son representativos los de tipo Xerosol luvico (XI) y Rendzina (E) y se presenta una precipitación media anual de 602.788 mm. El estrato superior se define como espinoso, posee una altura que va de los 108 a los 171 cm, se constituye en especial por el chaparro prieto (*Acacia rigidula*) la cual es la especie dominante en el grupo con un valor de dominancia relativa de 32.74%, una densidad de 545 ind/ha y un VIR de 15.99% (valor máximo del grupo). Seguido y como especie codominate se encuentra el cenizo

(*Leucophyllum frutescens*) con un valor de dominancia relativa de 9.18%, una densidad de 863 ind/ha y un VIR de 9.07%. El coyotillo (*Karwinskia humboldtiana*) y vara dulce (*Eysenhardtia texana*) se presentan como especies bien establecidas en esta asociación con valores de frecuencia relativa de 6.76 y 4.29% en orden correspondiente. El guayacán (*Guaiacum angustifolium*) y el grangeno (*Celtis pallida*) se muestran con un VIR muy similar (2.2%), (ver Cuadro 2). En el estrato inferior presenta alturas que van de los 75 a los 86 cm, en él se precisa la sangre de drago (*Jatropha dioica*) como la especie más numerosa del grupo con 1230 ind/ha y tercera en cuanto al VIR (8.838%) y al orégano (*Lippia graveolens*) como especie dominante a este nivel de estrato con un valor de dominancia relativa 5.285% y una densidad de 995 ind/ha lo cual la ubica como la segunda especie más numerosa en la comunidad (ver cuadro 2). Con valores de importancia relativa de 5.67 y 4.58% se encuentra al nopal forrajero (*Opuntia lindheimeri*) y al tasajillo (*Opuntia leptocaulis*) respectivamente, estas son las cactáceas más presentes en esta zona integrando el matorral suculento.

Cuadro 2. Atributos de la vegetación de especies arbustivas del Matorral Subinerme de *Acacia rigidula* - *Leucophyllum frutescens*.

Especie	Altura Media (cm)	Dominancia Relativa (%)	Densidad (ind/ha)	Densidad Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	*Valor de importancia relativa (%)*
Estrato arbustivo mayor a 1.0 m						
<i>Acacia rigidula</i>	153	32.74	545	7.33	7.92	15.99
<i>Leucophyllum frutescens</i>	130	9.18	863	11.61	6.43	9.07
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	109	5.38	315	4.23	6.76	5.46
<i>Eysenhardtia texana</i>	152	3.54	325	4.37	4.29	4.07
<i>Guaiacum angustifolium</i>	108	1.02	160	2.15	3.63	2.27
<i>Celtis pallida</i>	171	2.12	110	1.48	3.13	2.24
Estrato arbustivo menor a 1.0 m						
<i>Jatropha dioica</i>	63	3.69	1230	16.55	6.27	8.83

<i>Lippia graveolens</i>	75	5.28	995	13.38	4.78	7.82
<i>Opuntia lindheimeri</i>	82	5.07	433	5.83	6.10	5.67
<i>Opuntia leptocaulis</i>	86	2.88	330	4.44	6.43	4.58
Otras especies (51)	100	29.05	2125	28.59	44.22	33.95

Valor de importancia relativa= Dom. Relativa + Densidad relativa + Frecuencia relativa.

4.3.2. Grupo 2.- Matorral Espinoso

Yace en superficies planas o poco onduladas sobre suelos profundos de origen aluvial o bien siguiendo el curso de arroyos intermitentes de la zona. Las altitudes fluctúan entre los 70 y 220 m. s.n.m. Se distribuye de manera agrupada concentrándose en la zona centro y norte del área (Anexo 3). Se caracteriza por la dominancia de elementos espinosos micrófilos en ambos estratos. Las especies dominantes del estrato superior son: *Prosopis glandulosa*, *Acacia rigidula*, *Celtis pallida*, *Ziziphus obtusifolia* y *Karwinskia humboldtiana*. En el estrato inferior, dominan elementos suculentos y espinosos como *Opuntia leptocaulis* y *Opuntia lindheimeri*.

4.3.2.1. Grupo 2a.- Matorral Espinoso de *Acacia rigidula* – *Opuntia leptocaulis*

Se desarrolla en altitudes que van de los 70 a 200 m s.n.m, en suelos de tipo Xerosol cálcico (Xk), siendo también representativos los de tipo Xerosol luvico (Xl) y Rendzina (E) y se registra una precipitación media anual de 605.252 mm. El estrato superior presenta alturas que van de los 104 a los 179 cm, como especie dominante se muestra el chaparro prieto (*Acacia rigidula*), con un valor de dominancia relativa de 19.65%, una densidad de 783 ind/ha y un valor de importancia de 12.58%, seguido por el mezquite (*Prosopis glandulosa*) con una dominancia relativa de 8.94%. El grangeno (*Celtis pallida*) y el cilindrillo (*Lycium berlandieri*) ambas con una densidad de promedio de 350 ind/ha y un valor de importancia muy similar (cuadro 3) son elementos espinosos significativos en esta asociación. El coyotillo

(*Karwinskia humboldtiana*) junto con el clepe (*Ziziphus obtusifolia*) presentan un VIR de menor consideración con promedio de 3.20%. El estrato inferior, con alturas que van de los 73 a los 90 cm, se encuentra representado por el género *Opuntia*, con el tasajillo (*Opuntia leptocaulis*) especie codominante del grupo ya que posee un valor de dominancia relativa de 9.401%, una densidad de 906 ind/ha y un VIR de 10.12%, seguido el nopal forrajero (*Opuntia lindheimeri*), con una densidad de 328 ind/ha y un VIR de 5.50%, del cual cabe resaltar que suele distribuirse en comunidades aisladas, con lo antes mencionado se justifica al matorral espinoso succulento como parte importante de esta asociación. Como puede constatar, en su gran mayoría, éste estrato se compone de especies micrófilas espinosas, a excepción del guayacán (*Guaiacum angustifolium*) y la panalera (*Schaefferia cuneifolia*), las cuales poseen valores de importancia relativa de 6.15, 3.37% y 2.64% definiéndolas como especies de consideración.

Cuadro 3. Atributos de la vegetación de especies arbustivas del Matorral Espinoso de *Acacia rigidula* – *Opuntia leptocaulis*.

Espece	Altura Media (cm)	Dominancia Relativa (%)	Densidad (ind/ha)	Densidad Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	*Valor de importancia relativa (%)*
Estrato arbustivo mayor a 1.0 m						
<i>Acacia rigidula</i>	172	19.65	783	12.12	5.96	12.58
<i>Celtis pallida</i>	179	6.76	328	5.07	5.60	5.81
<i>Lycium berlandieri</i>	130	8.43	361	5.59	3.22	5.75
<i>Prosopis glandulosa</i>	175	8.94	216	3.35	4.53	5.61
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	104	2.74	184	2.84	4.53	3.37
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	136	3.05	136	2.11	4.41	3.19
Estrato arbustivo menor a 1.0 m						
<i>Opuntia leptocaulis</i>	78	9.40	906	14.04	6.92	10.12
<i>Guaiacum angustifolium</i>	86	4.24	556	8.62	5.60	6.15

<i>Opuntia lindheimeri</i>	90	5.82	328	5.07	5.60	5.50
<i>Schaefferia cuneifolia</i>	73	1.38	199	3.08	3.46	2.64
Otras especies (55)	104	29.54	2456.25	38.06	50.11	39.24

Valor de importancia relativa= Dom. Relativa + Densidad relativa + Frecuencia relativa.

4.3.2.2. Grupo 2b.- Matorral Espinoso de *Prosopis glandulosa* – *Opuntia lindheimeri*

Se desenvuelve en alturas que van de los 90 a los 220 m. s.n.m, en su mayoría sobre suelos de tipo Xerosol cálcico (Xk) y Xerosol Luvico (XI) y se presenta una precipitación media anual de 607.973 mm. El estrato superior oscila entre 101 a 183 cm, dentro del cual se muestra el mezquite (*Prosopis glandulosa*) como la especie dominante y con mayor VIR de esta asociación, presentado un valor de dominancia de 23.59%, una densidad de 985 ind/ha y un valor de importancia de 16.27%. Seguidas en dominancia en este estrato se encuentran el chaparro prieto (*Acacia rigidula*), el chaparro amargoso (*Castela erecta*) y el grangeno (*Celtis pallida*) con valores en dominancia relativa de 8.96, 6.96 y 5.99% respectivamente, los tres con una densidad promedio de 212 ind/ha y un VIR promedio de 5.44% (Cuadro 4). Las especies menormente representativas en este estrato son condalia (*Condalia hookeri*), clepe (*Ziziphus obtusifolia*), guayacán (*Guaiacum angustifolium*), todas con una densidad promedio de 243 ind/ha. La vegetación en su mayoría está influenciada por especies pertenecientes al matorral espinoso a excepción del guayacán (*Guaiacum angustifolium*) en el estrato superior y *Varilla texana* con una densidad de 417 ind/ha en el estrato inferior, el cual posee una altura que va de los 22 a los 81 cm, y se encuentra caracterizado por el género *opuntia*, en especial por la especie codominante de esta asociación, el nopal forrajero (*Opuntia lindheimeri*) con un valor de dominancia relativa de 16.89%, una densidad de 1391 ind/ha y un VIR de 16.83%,

seguido, en mucho menor proporción, por el tasajillo (*Opuntia leptocaulis*) con una densidad de 258 ind/ha y un valor de importancia de 4.54%.

Cuadro 4. Atributos de la vegetación de especies arbustivas del Matorral Espinoso de *Prosopis glandulosa* – *Opuntia lindheimeri*

Especie	Altura Media (cm)	Dominancia Relativa (%)	Densidad (ind/ha)	Densidad Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	*Valor de importancia relativa (%)*
Estrato arbustivo mayor a 1.0 m						
<i>Prosopis glandulosa</i>	153	23.59	985	16.67	8.56	16.27
<i>Acacia rigidula</i>	167	8.96	228	3.86	4.49	5.77
<i>Castela erecta</i>	146	6.96	208	3.51	5.78	5.42
<i>Celtis pallida</i>	183	5.99	200	3.38	5.99	5.12
<i>Condalia hookeri</i>	168	6.71	245	4.15	3.85	4.90
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	136	5.05	211	3.57	5.13	4.59
<i>Guaiacum angustifolium</i>	101	2.23	274	4.63	4.49	3.78
Estrato arbustivo menor a 1.0 m						
<i>Opuntia lindheimeri</i>	81	16.89	1391	23.53	10.06	16.83
<i>Opuntia leptocaulis</i>	81	2.61	258	4.37	6.63	4.54
<i>Varilla texana</i>	22	1.42	417	7.05	1.71	3.39
Otras especies (42)	98	19.545	1491	25.23	43.25	29.34

Valor de importancia relativa= Dom. Relativa + Densidad relativa + Frecuencia relativa.

4.4. RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE ESPECIES DEL MATORRAL TAMAULIPECO.

En el Cuadro 5 se muestra el índice de diversidad (Índice de Shannon – Wiener) para las asociaciones del Matorral Tamaulipeco del cual se desprende que: el Matorral Espinoso de *Acacia rigidula* – *Opuntia leptocaulis* (Grupo 2a) se muestra como el más diverso con un valor de 4.79 bits y en menor grado el Matorral Espinoso de *Prosopis glandulosa* – *Opuntia lindheimeri* con 4.12 bits (Grupo 2b), esto puede deberse a que esta última asociación de

matorral se presenta definida por componentes dominantes espinosos y la primera se presenta como una asociación de elementos espinosos y subinermes. Lo cual puede observarse también en los matorrales 1a y 1b, el primer matorral se muestra definido por elementos subinermes y posee un valor de 4.20 bits, el cual es menor que en el grupo 1b con 4.39 bits que posee densos elementos inermes combinados con elementos espinosos. En cuanto al índice de equitatividad los grupos subinermes (1a y 1b) se encuentran en el 74.00% lo cual muestra que ambas asociaciones son muy parecidas respecto al comportamiento en la densidad entre sus especies. Por lo contrario, los grupos espinosos difieren, el grupo 2a posee un valor de 79.60 (valor máximo de los cuatro grupos), mayor que el grupo 2b con 72.23 (valor mínimo de los cuatro grupos), dejando claro que el primero ostenta un comportamiento en densidad muy equilibrado entre sus especies y el segundo no, presentando una inestabilidad en lo que refiere. Lo cual supone que el Matorral Espinoso de *Acacia rigidula* – *Opuntia leptocaulis* pudiese ser el menos impactado ecológicamente, lo contrario a el Matorral espinoso de *Prosopis glandulosa* – *Opuntia lindheimeri* el cual se diría que es el más impactado.

Cuadro 5. Riqueza, diversidad y equitatividad del Matorral Tamaulipeco.

ASOCIACIÓN DE ESPECIES	RIQUEZA (numero de especies)	INDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER (bits)	EQUITATIVIDAD (%)
Grupo 1a. Matorral subinerme de <i>Acacia rigidula</i> - <i>Croton cortesianus</i>	50	4.20	74.44
Grupo 1b. Matorral subinerme de <i>Acacia rigidula</i> - <i>Leucophyllum frutescens</i>	61	4.39	74.05
Grupo 2a. Matorral espinoso de <i>Acacia rigidula</i> – <i>Opuntia leptocaulis</i>	65	4.79	79.60
Grupo 2b. Matorral espinoso de <i>Prosopis glandulosa</i> – <i>Opuntia lindheimeri</i>	52	4.12	72.23

5. DISCUSIÓN

5.1. COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DEL MATORRAL TAMAULIPECO

Para este estudio la flora vascular estimada fue de 78 especies comprendidas en 29 familias, González *et al.*, (2010) realizaron un estudio similar del área en contexto, donde reportan datos menores con la presencia de 38 especies en 20 familias, definiendo como representativa y dominante la familia Fabaceae con 10 especies, seguida por Euphorbiaceae (4) Rhamnaceae (4), Rutaceae (3) y Cactaceae (2), estos resultados concuerdan con los obtenidos en éste estudio, ya que la familia Fabaceae fue la mas representativa con 17 especies repartidas en sus subfamilias; Mimosoideae (12), Caesalpinioideae (4) y Papilionoideae (1) y en la cual se encontraron los elementos dominantes de la vegetación. Con relación a las demás familias solo se coincide en la representatividad de Cactaceae, Euphorbiaceae y Rhamnaceae, además de que ambos estudios definen a *Acacia rigidula* como la especie dominante, por otra parte Rojas (1965) también señala a esta especie y a otras como: *Karwinskia humboldtiana*, *Croton cortesianus*, *Celtis pallida*, *Castela texana* y *Leucophyllum frutescens*, entre las mas frecuentes del Matorral Tamaulipeco de Nuevo León, de igual manera Rzedowski (1978) menciona los géneros *Opuntia*, *Prosopis* y *Eysenhardtia* como característicos de este tipo de vegetación. Dichos géneros comprendidos en este estudio. Estrada *et al.*, (2004-2005) estudiaron las leguminosas del centro y norte de Nuevo León, en donde mencionan que en áreas planas y serranías bajas (topoformas principales en este estudio), es palpable el predominio de la familia Fabaceae, subfamilia Mimosoideae como constituyentes del Matorral Tamaulipeco, con las especies *Acacia rigidula*, *Acacia farnesiana* y *Prosopis glandulosa*

como las mas abundantes, reforzando así, la veracidad de los resultados obtenidos en este estudio en cuanto a composición florística se refiere. Respecto a las asociaciones florísticas, se definieron cuatro, dos subinermes y dos espinosas, las primeras (1a.- *Acacia rigidula* - *croton cortesianus* y 1b *Acacia rigidula* - *leucophyllum frutescens*), se caracterizan por constituir un matorral superior (mayor a 1 m) dominado por la especie espinosa chaparro prieto (*Acacia rigidula*) tanto en cobertura como altura y VIR, el cenizo (*Leucophyllum frutescens*) y el coyotillo (*Karwinskia humboldtiana*) son elementos inermes que se muestran bien representados en este estrato, en cuanto a abundancia sobresalen elementos inermes como *Croton cortesianus*, *Jatropha dioica* y *Salvia ballotaeflora*, ubicados en el estrato inferior (menor a 1 m). Datos similares son reportados por Gonzales *et al.*, (2010) definen a *Acacia rigidula* como la especie dominante y con mayor valor de importancia relativa, y como sobresalientes en densidad a *Croton cortesianus* y *Karwinskia humboldtiana*, por su parte Briones *et al.*, (2001) efectuaron un estudio con el objetivo de caracterizar los tipos de vegetación presentes en un ecotono entre la Provincia del la Altiplanicie y la Planicie Costera del Noreste, México definiendo una asociación de Matorral subinermes similar a la descrita en el presente como la mas representativa de dicha zona, en la cual los elementos mas representativos fueron *Leucophyllum frutescens* y *Acacia rigidula*, especies que constituyen un estrato superior con alturas entre 1 y 2 m, en cuanto al estrato inferior, lo caracterizan con una altura promedio de 50 cm y definen a *Jatropha dioica* como constituyente característico. En cuanto a las asociaciones espinosas (2a.- *Acacia rigidula* – *Opuntia leptocaulis* y 2b.- *Prosopis glandulosa* – *Opuntia lindheimeri*), estas se caracterizan por constituir un matorral superior dominado por elementos espinosos, en el cual *Acacia rigidula* y *Prosopis glandulosa* se muestran como los elementos dominantes en altura, cobertura y VIR, aparte son plausibles de una densidad importante en la comunidad, son representativos también en este estrato

Celtis pallida, *Ziziphus obtusifolia* y *Castela erecta*. En cuanto al estrato inferior, éste se muestra dominado por elementos suculentos espinosos con *Opuntia leptocaulis* y *Opuntia lindheimeri*, tanto en cobertura, altura, densidad y por lo tanto en VIR. Respecto a esto, González *et al.*, (2010), en su estudio previamente mencionado, definen también una asociación de elementos espinosos similar de *Prosopis glandulosa*- *Acacia rigidula*, elementos dominantes y que cuya altura fluctúa entre los 2 y los 8 m, definiendo así la estructura vertical del estrato superior en el cual mencionan como especies acompañantes comunes a *Castela texana* y *Celtis pallida*, y definen como elemento frecuente ubicado en un estrato medio a *Opuntia lindheimeri*.

5.2. DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD DE ESPECIES

Respecto al índice de diversidad, Romero (1999) estudió el comportamiento de éste en parcelas de diferente tamaño en un área constituida por Matorral Tamaulipeco, observó que el índice incrementa en forma potencial con el incremento del área muestreada y la riqueza de especies, lo cual se observa también en este estudio, ya que para el grupo 1b y 2a, el número de sitios fue mayor con 60 y 77 respectivamente (Figura 3) al igual que la riqueza de especies (Cuadro 5) reflejando los índices máximos, en comparación de los grupos 1a y 2b con un número menor tanto en sitios como en riqueza dando como resultado los menores y muy similares valores en índice de diversidad. Pese a lo mencionado, dichos valores no fueron contrastantes entre sí, 1a (2.91), 1b (3.04), 2a (3.32) y 2b (2.85). Un caso parecido es reportado por González *et al.*, (2010) en donde los valores del índice de Shannon-Wiener fueron 2.6, 2.8 y 2.4 respectivamente. Resultados similares (2.1, 2.7, 2.5 y 2.5) fueron reportados también por Domínguez (2009) quien cuantificó la diversidad de especies en cuatro

sitos localizados en el Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET) caracterizados por diferencias en altitud de igual manera Espinoza y Nívar (2005) encontraron una diversidad semejante (2.8 2.5, 2.7, 3.2 y 2.9) en cinco sitios con diferente nivel de productividad en el MET, con 2.8 2.5, 2.7, 3.2 y 2.9. Respecto a esto ellos argumentan que la falta de significancia estadística en el índice de Shannon pudiera deberse a que los cambios en la riqueza de especies se equilibran con los cambios en la abundancia. Es decir, mientras que el gradiente de riqueza de especies se mueve en una dirección, se observa que la abundancia se mueve en la dirección contraria. Por otro lado Alanís *et al.*, (2008) reportaron valores menores (1.4, 2.1, 2.2 y 2.3) a los de este estudio, quizás por tratarse de que las áreas evaluadas corresponden a cuatro sitios (ganadería intensiva, ganadería extensiva, agricultura tradicional y matarrasa) localizadas en el MET del municipio de Linares, con distinto historial de actividades antropogénicas.

5.3. ASPECTOS ECOLÓGICOS

La distribución altitudinal del Matorral Tamaulipeco se ubica dentro del rango de distribución de la mayoría de estas comunidades citadas para México. Estrada *et al.*, (2004) reportan para el matorral ubicado en la porción oriental de Nuevo León adyacente a Tamaulipas, planicies de 250 a 360 m. s.n.m y serranías bajas que oscilan de los 500 a los 700 m s.n.m, algo similar mencionan Briones y Villareal (2001) los cuales definen altitudes de 200 a 500 m. s.n.m para las áreas planas y de 350 a 850 m en los lomeríos y mesetas. Respecto a los tipos de suelo, Estrada *et al.*, (2004) mencionan que a pie de montaña sobresalen los suelos de tipo Rendzina, en serranías suaves rendzinas-litsoles, feozem lúvico, regosol calcarico y castañozem háplico y en lomeríos y llanuras los vertisoles, en contexto Briones *et al.*, (2001) realizan una descripción mas sintetizada, generalizada y acorde al presente respecto a la región, en donde

definen suelos de textura arcillosa, ligeramente alcalinos y que en ocasiones presentan una capa cálcica en el subsuelo, menciona como característicos los de tipo xerosol, litosol, vertisol, rendzina y fluvisol. En cuanto a precipitación, estudios realizados en la región mencionan precipitaciones anuales que oscilan de los 400 a los 800 mm (García, 1973; CONABIO, 2008).

Es importante conocer los factores ambientales en los cuales se desarrolla un ecosistema, ya que se ha documentado muy bien que estos interfieren en la estructura y composición de una comunidad vegetal (Rzedowski 1956, Whittaker y Niering 1965, Yeaton y Cody 1979, McAuliffe 1994, Valverde *et al.*, 1996), apoyando este principio, y refiriéndose específicamente a la comunidad en contexto, Reid *et al* (1990), en su tratado denominado *Floristic and Structural Variation in the Tamaulipan Thornscrub, Northeastern Mexico*, concluyeron que factores del medio como topografía, tipo de suelo y clima son los que determinan en gran parte el desarrollo de dicha comunidad.

6. CONCLUSIONES

La flora vascular estimada para el Matorral Tamaulipeco se integra por 78 especies comprendidas en 62 géneros y 29 familias, siendo las más representativas: Fabaceae (17 especies), Cactaceae (16), Rhamnaceae (5), Verbenaceae, Asteraceae y Euphorbiaceae con 4 especies cada una. En un 97% las especies registradas pertenecen a la división Magnoliophyta y en un 2.6% a la clase Liliopsida, esta última con dos especies: *Yucca treculeana* (Agavaceae) y *Hechtia texensis* (Bromeliaceae).

Se determinaron dos grupos florísticos, uno subinermes y otro espinoso, definiéndose dos subagrupaciones por cada uno:

Grupo subinermes.- (1a.- *Acacia rigidula* - *croton cortesianus* y 1b *Acacia rigidula* - *leucophyllum frutescens*).- Grupo caracterizado por desarrollarse en altitudes que oscilan de los 40 a los 200 m. s.n.m. Su composición florística es una codominancia de arbustos micrófilos espinosos e inermes. El estrato arbustivo superior (mayor a 1 m) está representado por las especies *Acacia rigidula*, *Karwinskia humboldtiana* y *Leucophyllum frutescens*, el cual se caracteriza por estar dominado en cobertura por elementos espinosos y en densidad por elementos inermes. El estrato inferior (menor a 1 m) es abundante e inermes en su mayoría, está dominado por *Croton cortesianus* y *Jatropha dioica*, además de *Salvia ballotaeflora* y *Lippia graveolens*. Se desarrolla sobre los lomeríos y mesetas de los llanos y valles de la zona, la pendiente puede ser nula o bien suave o pronunciada, donde la pedregosidad y afloramientos rocosos pueden ser abundantes o escasos.

Grupo espinoso.- (2a.- *Acacia rigidula* – *Opuntia leptocaulis* y 2b.- *Prosopis glandulosa* – *Opuntia lindheimeri*).- Grupo caracterizado por desarrollarse en altitudes que fluctúan entre los 70 y 220 m. s.n.m. Se caracteriza por la dominancia de elementos espinosos micrófilos en

ambos estratos. Las especies dominantes del estrato superior son: *Prosopis glandulosa*, *Acacia rigidula*, *Celtis pallida*, *Ziziphus obtusifolia* y *Karwinskia humboldtiana*. En el estrato inferior, dominan elementos suculentos y espinosos como el tasajillo (*Opuntia leptocaulis*) y el nopal forrajero (*Opuntia lindheimeri*). Los porcentajes de equitatividad fueron 79.60 y 79.26 % respectivamente. Yace en superficies planas o poco onduladas sobre suelos profundos de origen aluvial o bien siguiendo el curso de arroyos intermitentes de la zona.

El grupo espinoso muestra los valores máximos y mínimos en cuanto al índice de diversidad y porcentaje de equitatividad se refiere: Grupo 2a Matorral espinoso tamulipeco de *Acacia rigidula* – *opuntia leptocaulis* se presenta como el más diverso con un valor de 4.79 bits y como menos diverso el Grupo 2b el Matorral Espinoso Tamaulipeco de *Prosopis glandulosa* – *opuntia lindheimeri* con 4.12 bits. El grupo subinerme presentó los valores medios respecto a las categorías previamente listadas; el Grupo 1a. Matorral de *Acacia rigidula* - *Croton cortesianus* pose un valor en diversidad de 4.20 bits, el Grupo 1b. Matorral de *Acacia rigidula* - *Leucophyllum frutescens* presenta un valor de 4.39 bits, respecto a la equitatividad ambas asociaciones se encuentran en un porcentaje de 74.00%.

Para el grupo subinerme se precisan suelos, en su mayoría, de tipo Xerosol cálcico (Xk) precedidos por Xerosol luvico (Xl) y Rendzina (E). Se presenta una precipitación media anual que va de los 600 a los 605 mm. En cuanto al grupo espinoso se definen los mismos suelos que el grupo subinerme y la precipitación anual registrada oscila entre los 605 a los 608 mm.

7. LITERATURA CITADA

- Alanís, R.E., Jiménez, P.J., Aguirre, C.O., Treviño, G.E., Jurado, Y.E. y González, T.M. 2008. Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco. *Ciencia UANL*, 11: 56-62.
- Anónimo. 1985. SAS user's guide: statistics. 5.0 edition, SAS Institute, Cary, North Carolina, U.S.A. Inc. 56 pp.
- Briones, O y J.A. Villareal. 2001. Vegetación y Flora de un ecotono entre las provincias del Altiplano y de la Planicie Costera del Noreste de México. *Acta Botánica Mexicana.*, 55:39-67.
- CETENAL. 1978. Carta Edafológica "San Fernando g14d53" Esc. 1:50,000; Tamaulipas Secretaria de la Presidencia - Comisión de Estudios del Territorio Nacional. México.
- CNA. 2007. Ley General de Aguas Nacionales, Diario Oficial de la Federación, 1 de Diciembre de 1992. Última reforma publicada DOF 18-04-2008 <http://www.diputados.gob.mx>
- CONABIO 2008. Comisión Nacional para el Conociendo y Uso de la Biodiversidad. Áreas Naturales Protegidas, <http://www.conanp.gob.mx/>.
- Daubenmire, R.F. (1979) *Ecología Vegetal. Tratado de autoecología de plantas.* Noriega Limusa. México. 496 pp.
- Digby, P. G. y R. A. Kempton. 1987. *Multivariate analysis of ecological communities.* Chapman & Hall. Londres. 206 pp.
- Domínguez, T.G. 2009. Deposition de hojarasca y retorno potencial de nutrimentos en diferentes comunidades de vegetación, tesis de maestría, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, N.L. México. 49-71 pp.
- Espinoza, R. y Návar, J. 2005. Producción de biomasa, diversidad y ecología de especies en un gradiente de productividad en el matorral espinoso tamaulipeco del Nordeste de México. *Revista Chapingo*, 11: 25-35.
- Estrada, C.E., Villareal, J.A. y Jurado, E. 2005. Leguminosas del Norte del Estado de Nuevo León, México. México. *Anales del instituto de biología, UNAM, Serie Botánica* 75(001):73-85.
- Estrada, C. E. 1998. *Ecología del matorral submontano en el Estado de Nuevo León, México.* Tesis doctoral. Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih. 190 pp.

- Estrada, C.E., Yen M.C., Delgado, S.A. y Villareal, J.A. 2004. Leguminosas del Centro del Estado de Nuevo León, México. Nuevo León. *Acta Botánica* 73:1-18.
- Flores, V.O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. UNAM-CONABIO, México, D.F. 431 p.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. 2a. ed. Instituto de Geografía. UNAM. México, D.F. 217 pp.
- García, J. y E. Jurado. 2008. Caracterización del matorral con condiciones prístinas en Linares N. L., México. *Ra Ximhai* 4(1): 1-21.
- González, R.H., Ramírez, R.G., Cantú, S.I., Gómez, M.V. y Uvalle, J.I. 2010. Composición y Estructura de la vegetación en tres sitios del Estado de Nuevo León, México. *UANL, Polibotánica Núm. 29*: 91-106 pp.
- Huerta, M.F and E. García. 2004. Diversidad de especies perennes y su relación con el ambiente en un área semiárida del centro de México: implicaciones para la conservación. *Interciencia, Caracas Venezuela, vol 29*. Pp 415-431.
- INEGI. 1981. Síntesis Geográfica del Estado de Tamaulipas. México D.F. Pp 4-104.
- INEGI. 1981. Síntesis Geográfica del Estado de Nuevo León. México D.F. Pp 4-104.
- Ludwing, J.A. and J.F. Reynolds. 1988. *Statistical ecology: a primer on methods and computing*. John Wiley, New York. 337 pp.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press. Princeton, New York. 337 pp.
- Mange, B.A and A.M. Olson. 1990. Role of scale and enviromental factors in regulations of community structure. *Trends ecol. Evol*:52-57.
- Manly, B. F. 1986. *Multivariate methods*. Chapman & Hall. Londres. 159 pp.
- McAuliffe, J.R. 1994. Landscape evolution, soil formation, and ecological patterns and processes in Sonoran Desert bajadas. *Ecol.Monogr.* 64: 111-148.
- Miles, J. 1981. Problems in heath wasteland and grassland dynamics. *Vegetatio* 46: 61-74.

- Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons. Inc. Nueva York. 547 pp.
- Pando, M.M., Gutiérrez, G.M., Maldonado, H.A. y Jurado, E. 2002. Evaluación de los procesos de desertificación en una cuenca hidrológica del Noreste de México. Monterrey, Mex. Ciencia UANL, Vol V. 4:519-524.
- Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. J. Theoret. Biol. 13:131-144.
- Pielou, E.C. 1969. An introduction to mathematical ecology. Wiley and Sons, Inc., New York. 286 pp.
- Prasad, P.R.C., Reddy, C.S. y Dutt, C.B.S. 2007. Phytodiversity assessment of tropical rainforest of North Andaman Islands, India. *Research Journal of Forestry*, 1: 27-39.
- Ramamoorthy, T.P. y D.H. Lorence. 1987. Species vicariance in Mexican Flora and a New species of *Salvia* from Mexico. *Adansonia* 2:167-175.
- Reid, N., Stafford D. M., Beyer. P.M. and Marroquin, J. 1990. Floristic and Structural Variation in the Tamaulipan Thornscrub, Northeastern, Mexico. *Journal of Vegetation Science*, vol 1(4):529-538.
- Rojas, M. P. 1965. Generalidades sobre la vegetación del estado de Nuevo León y datos acerca de su flora. Tesis doctoral. U.N.A.M. México, D.F.
- Romero, G.F. 1999. Caracterización ecológica y definición de esquemas de muestreo en el Matorral Espinoso Tamaulipeco del Nordeste de México, Tesis de Maestría, Facultad de ciencias forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, N.L. México. 25-35 pp.
- Rosenzweig, M.L. 1995. *Species Diversity in Space and Time*. University of Cambridge Press. Great Britain at University Press. Cambridge. 50-72 pp.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F. 432 p.
- Rzedowski, J. 1956. Notas sobre la flora y la vegetación del estado de San Luis Potosí. III. Vegetación de la región de Guadalcázar. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 27: 169-228.
- Segura, G., Balvanera, P., Durán, E. y Pérez, A. 2003. Tree community structure and stem mortality along a water availability gradient in a Mexican tropical dry forest. *Plant Ecology*, 169: 259-271.

- Stevens, P.F. 2010. Angiosperm Phylogeny Website. Version 9, June 2008 [actualizado periódicamente]. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>.
- Toledo, V.M. and M.J. Ordóñez. 1993. The biodiversity scenario of Mexico: a review of terrestrial habitats. Chapter 26, 757-777 p. in T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot and J. Fa (eds.). Biological Diversity of Mexico: Origins and distribution. Oxford University Press. New York. 812 p.
- Toledo, V.M. y M.J. Ordóñez. 1998. El panorama de la biodiversidad de México: una revisión de los hábitats terrestres. In: Ramamoorthy, T.P., Bye, R., Lot, A. y J. Fa (comp.). Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución (pp. 739-757). Instituto de Biología – Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Valverde, P.L., Zavala, J.A., Montaña., C. y Escurra, E. 1996. Numerical analyses of vegetation based on environmental relationships in the southern Chihuahuan Desert. *Southwestern Naturalist* 41: 424-433.
- Villarreal, J. A. y J. Valdés. 1992-1993. Vegetación de Coahuila, México. *Revista de Manejo de Pastizales* 6(1,2): 9-18.
- Ward, J. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journ. Amer. Stat. Assoc.* 58: 236-244
- Whittaker, R.H and W.A Niering. 1965 Vegetation of the Santa Catalina Mountains, Arizona. V. Biomass, production and diversity along the elevation gradient. *Ecology* 56: 771-790.
- Whittaker, R.H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(2/3):213-251.
- Yeaton, R.I and M.L. Cody. 1979. The distribution of cacti along environmental gradients in the Sonoran and Mohave deserts. *J. Ecol.* 65: 529-541.

8. ANEXOS

8.1. Anexo 1.- Listado florístico del Matorral Tamaulipeco del Norte de la Planicie Costera del Golfo, México.

MAGNOLIOPHYTA

DICOTYLEDONEAE (MAGNOLIOPSIDA)

Apocynaceae: *Telosiphonia macrosiphon* (Torr.) Henrickson

Asteraceae: *Isocoma coronopifolia* Greene, *Parthenium fruticosum* Less., *Varilla texana* A.Gray, *Viguiera stenoloba* S.F. Blake.

Boraginaceae: *Cordia boissieri* A. DC.

Cactaceae: *Acanthocereus pentagonus* (L.) Britton & Rose, *Coryphantha macromeris* (Engelm.) Lem, *Echinocereus stramineus* (Engelm.) Engelm. ex Rümpler, *Echinocactus texensis* Hopffer, *Echinocereus enneacanthus* Engelm, *Echinocereus poselgeri* Lem., *Echinocereus reichenbachii* (Terscheck ex Walp.) Britton & Rose, *Escobaria emskotteriana* (Quehl) Borg, *Ferocactus hamatacanthus* (Muhl.), *Mammillaria heyderi* Muehlenpf., *Opuntia leptocaulis* DC., *Opuntia lindheimeri* Engelm., *Opuntia schottii* Engelm., *Lophophora williamsii* (Lem. Ex Salm-Dyck) J.M Coult. *Sclerocactus scheeri* (Salm-Dyck) N.P.Taylor, *Thelocactus setispinus* (Engelm.) E.F.Anderson.

Capparaceae: *Capparis incana* Kunth, *Koeberlinia spinosa* Zucc.

Celastraceae: *Schaefferia cuneifolia* A. Gray

Chenopodiaceae: *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt

Ebenaceae: *Diospyros texana* Scheele

Euphorbiaceae: *Bernardia myricifolia* Benth. & Hook.f., *Croton cortesianus* Kunth, *Croton incanus* Blume, *Jatropha dioica* Sessé

Fabaceae (Subfamilia Caesalpinioideae): *Caesalpinia gilliesii* (Wall. ex Hook.) Benth., *Cercidium texanum* A. Gray, *Chamaecrista greggii* (A. Gray) Pollard in A.Heller, *Parkinsonia aculeata* L.; (Subfamilia Mimosoideae): *Acacia berlandieri* Benth., *Acacia farnesiana* (L.) Willd., *Acacia greggii* A. Gray, *Acacia rigidula* Benth., *Acacia schaffneri* (S. Watson) F.J. Herm., *Calliandra conferta* Benth., *Ebenopsis ebano* (Berland.) Barneby & J.W. Grimes, *Havardia pallens* Britton & Rose, *Mimosa biuncifera* Benth., *Mimosa malacophylla* A. Gray, *Prosopis glandulosa* Torr., *Prosopis reptans* Benth.; (Subfamilia Papilionoideae): *Eysenhardtia texana* Scheele.

Krameriaceae: *Krameria ramosissima* (A. Gray) S.Watson

Lamiaceae: *Salvia ballotaeflora* Benth

Malpighiaceae: *Malpighia glabra* L.

Malvaceae: *Abutilon wrightii* A. Gray, *Abutilon malacum* S. Watson, *Hibiscus martianus* Zucc.

Oleaceae: *Forestiera angustifolia* Torr.

Phytolaccaceae: *Phaulothamnus spinescens* A. Gray

Rhamnaceae: *Colubrina texensis* A. Gray, *Condalia hookeri* M.C. Johnst., *Condalia spathulata* A. Gray, *Karwinskia humboldtiana* Zucc., *Ziziphus obtusifolia* (Hook. ex Torr. & A.Gray) A. Gray.

Rutaceae: *Amyris madrensis* S. Watson, *Helietta parvifolia* (A. Gray ex Hemsl.) Benth, *Zanthoxylum fagara* Sargent.

Sapotaceae: *Bumelia celastrina* Kunth, *Bumelia lanuginosa* (Michx.) Pers.

Scrophulariaceae: *Leucophyllum frutescens* (Berland.) I.M. Johnst.

Simaroubaceae: *Castela erecta* Turpin

Solanaceae: *Lycium berlandieri* Dunal

Turneraceae: *Turnera diffusa* Willd. ex Schult.

Ulmaceae: *Celtis pallida* Torr.

Verbenaceae: *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc., *Citharexylum brachyanthum* (A. Gray ex Hemsl.) A. Gray, *Lantana velutina* M. Martens & Galeotti, *Lippia graveolens* Kunth.

Zygophyllaceae: *Guaiacum angustifolium* Engelm.

MONOCOTILEDONEAE (LILIOPSIDA)

Agavaceae: *Yucca treculeana* Carrière

Bromeliaceae: *Hechtia texensis* S. Watson

8.2. Anexo 2. Cuadro de sitios y resultados fitosociológicos

Grupo 1a. Matorral Tamaulipeco subinerme de *Acacia rigidula* - *Croton cortesianus*

No. de Sitio	Coordenadas UTM		Altitud Media	Suelo	Precipitación Media
	X	Y			
1	470052	2859160	140	Xerosol cálcico	615.57
407	539518	2845546	146	Regosol calcarico	632.69
30	597787	2739986	20	Xerosol cálcico	693.03
31	597193	2737223	22	Gleysol eutrico	693.15
32	598093	2737050	20	Gleysol eutrico	693.12
175	559339	2804045	150	Castañozem cálcico	676.76
172	588518	2800286	38	Vertisol pelico	704.43
324	481960	2836815	160	Xerosol luvico	619.61
24	592597	2745267	43	Vertisol pelico	693.02
352	475172	2825101	178	Xerosol cálcico	630.88
321	478303	2840824	143	Xerosol luvico	619.28
174	559829	2800738	158	Castañozem cálcico	706.94
307	576527	2773198	120	Rendzina	703.33
326	476981	2829734	179	Xerosol cálcico	624.78
100	496506	2879385	90	Xerosol cálcico	596.24
29	596614	2739949	12	Xerosol cálcico	693.08
308	576116	2773900	121	Rendzina	703.42
290	538919	2849180	144	Regosol calcarico	631.65
9	474800	2851012	136	Xerosol cálcico	613.30
114	494499	2890618	84	Xerosol cálcico	591.25
115	486755	2892378	80	Xerosol cálcico	584.95
456	493187.817	2895051.77	105	Xerosol cálcico	584.65
111	492650	2894554	110	Xerosol cálcico	584.69
112	492770	2894365	110	Xerosol cálcico	584.7
409	561096	2838988	93	Rendzina	639.18
110	492154	2896637	83	Xerosol cálcico	584.60
314	572949	2830793	70	Castañozem cálcico	660.44
451	492831	2894847	106	Xerosol cálcico	584.67
284	550710	2854248	160	Castañozem cálcico	633.75
106	494146	2892610	98	Xerosol cálcico	591.09

139	530957	2844312	220	Regosol calcarico	630.63
149	528939	2845857	259	Regosol calcarico	620.52
129	490394	2891681	105	Xerosol cálcico	584.90
179	558577	2797245	194	Castañozem cálcico	707.00
310	578807	2780040	90	Xerosol cálcico	703.51
$\Sigma=$			113.91		640.42

Grupo 1b Matorral Tamaulipeco subinorme de *Acacia rigidula* - *Leucophyllum frutescens*

No. de Sitio	Coordenadas UTM		Altitud Media	Suelo	Precipitación Media
	X	Y			
101	494733	2890613	81	Xerosol cálcico	591.24
87	494090	2891234	90	Xerosol cálcico	591.21
138	530851	2843873	230	Regosol calcarico	630.73
140	530668	2844438	230	Regosol calcarico	630.50
306	575797	2772408	130	Rendzina	703.39
193	518490	2880622	117	Xerosol cálcico	596.48
401	556243	2847960	140	Rendzina	636.99
464	548971	2884845	62	Rendzina	631.46
85	493896	2883998	85	Xerosol luvico	596.31
366	472305	2938778	112	Xerosol cálcico	562.14
102	494700	2890581	81	Xerosol cálcico	591.25
105	494494	2892451	96	Xerosol cálcico	591.10
330	479519	2839251	145	Xerosol luvico	619.45
329	479952	2840880	140	Xerosol luvico	618.76
120	494653	2892179	100	Xerosol cálcico	591.12
74	493766	2894689	110	Xerosol cálcico	584.65
299	547189	2868051	130	Rendzina	626.16
121	494695	2892082	99	Xerosol cálcico	591.13
320	472047	2847925	140	Xerosol cálcico	620.19
292	564328	2868133	90	Xerosol luvico	632.32
343	483751	2832638	181	Xerosol luvico	621.70
463	554042	2880752	110	Rendzina	627.61
344	483447	2833132	179	Xerosol luvico	621.56
462	551663	2880050	93	Rendzina	627.10
466	557169	2889172	70	Rendzina	628.29
354	474532	2827093	190	Xerosol cálcico	630.29

21	596838	2738357	12	Gleysol eutrico	693.13
67	492296	2896610	89	Xerosol cálcico	584.59
439	473583	2955063	100	Xerosol cálcico	553.00
190	505400	2886782	90	Xerosol cálcico	595.41
44	512994	2819564	113	Xerosol luvico	643.17
98	491166	2876721	94	Xerosol cálcico	617.13
76	492515	2892712	110	Xerosol cálcico	591.10
311	575495	2858407	53	Xerosol cálcico	638.38
90	493538	2892726	102	Xerosol cálcico	591.09
474	546611	2870251	94	Rendzina	625.99
420	455404	2965243	110	Xerosol cálcico	535.95
440	472174	2938297	113	Xerosol cálcico	562.22
376	474323	2943000	100	Agua	558.71
63	480919	2928911	80	Xerosol luvico	569.77
266	536897	2887206	80	Xerosol cálcico	628.78
304	548472	2861580	111	Rendzina	626.68
228	508498	2866431	130	Xerosol háplico	613.36
369	472905	2937337	130	Xerosol luvico	562.83
381	471388	2937514	130	Xerosol luvico	562.02
60	466583	2929990	128	Xerosol luvico	561.27
125	498792	2879216	90	Xerosol cálcico	596.02
13	496706	2861386	112	Xerosol háplico	612.81
97	492279	2896847	85	Xerosol cálcico	584.58
96	492509	2896085	90	Xerosol cálcico	584.62
455	490227	2902791	94	Regosol eutrico	584.22
99	496618	2879593	94	Xerosol cálcico	596.22
88	488822	2892389	108	Xerosol cálcico	584.91
340	481530	2837681	160	Xerosol luvico	619.40
396	458626	2936749	141	Xerosol luvico	560.39
391	472147	2935755	122	Xerosol luvico	562.89
82	496174	2878896	88	Xerosol cálcico	596.29
206	518975	2880020	120	Xerosol luvico	596.57
202	514544	2885730	118	Xerosol cálcico	595.75
93	492324	2896266	90	Xerosol cálcico	584.61
$\Sigma=$			111.86		602.78

Grupo 2a. Matorral Tamaulipeco espinoso de *Acacia rigidula* – *Opuntia leptocaulis*

No. de Sitio	Coordenadas UTM		Altitud Media	Suelo	Precipitación Media
	X	Y			
239	506666	2874045	110	Xerosol háplico	615.73
196	519189	2882951	109	Xerosol cálcico	596.37
242	501818	2868731	112	Xerosol háplico	613.09
238	505165	2874586	118	Xerosol háplico	614.12
458	519172	2882132	0	Xerosol cálcico	--
187	518637	2880241	119	Xerosol cálcico	596.52
334	479706	2838569	150	Xerosol luvico	619.64
248	515630	2864770	140	Xerosol luvico	617.89
478	559837	2800435.6	160	Castañozem cálcico	706.92
287	549025	2863474	130	Rendzina	626.72
465	557165	2884760	80	Rendzina	628.25
294	549482	2856018	160	Castañozem cálcico	633.09
135	501569	2843213	158	Xerosol cálcico	621.50
226	513037	2871088	120	Xerosol luvico	614.30
245	519622	2866649	150	Xerosol luvico	618.64
459	519172	2882132	105	Xerosol cálcico	596.44
84	493440	2883148	90	Xerosol luvico	596.42
119	494419	2892992	95	Xerosol cálcico	591.05
427	455918	2949215	149	Xerosol luvico	541.64
208	520549	2858793	169	Xerosol luvico	619.31
201	519366	2880163	110	Xerosol luvico	596.59
475	548506	2862511	112	Rendzina	626.64
286	553892	2848494	120	Rendzina	636.15
259	539968	2883037	63	Xerosol cálcico	629.35
473	549322	2863099	124	Rendzina	626.83
468	549533	2879137	105	Rendzina	626.66
296	547155	2872433	82	Rendzina	626.11
117	492484	2894887	110	Xerosol cálcico	584.68
288	549075	2863062	120	Rendzina	626.77
108	494253	2890750	89	Xerosol cálcico	591.24
17	473374	2851399	150	Media	613.90
227	508369	2866742	130	Xerosol háplico	613.38
109	494378	2891537	90	Xerosol cálcico	591.18

429	458358.78	2949530.8	148	Xerosol háptico	542.81
199	516532	2885774	99	Xerosol cálcico	595.93
62	481603	2927493	70	Xerosol luvico	570.09
318	474013	2828660	180	Xerosol cálcico	629.86
383	481628	2932940	88	Xerosol luvico	569.35
236	531177	2874465	102	Regosol calcarico	626.97
404	553190	2834419	120	Xerosol luvico	638.24
436	474563	2937399	125	Xerosol cálcico	563.56
204	517694	2881882	100	Xerosol cálcico	596.30
173	559694	2800656	160	Castañozem cálcico	706.95
391	472147	2935755	122	Xerosol luvico	562.89
356	454789	3009389	0	Xerosol cálcico	505.19
406	540171	2846805	144	Regosol calcarico	632.56
405	551806	2838057	110	Xerosol luvico	640.59
277	537509	2890580	70	Xerosol cálcico	629.06
281	537387	2875431	86	Xerosol cálcico	628.59
479	556816	2804004	180	Castañozem cálcico	676.63
303	548297	2861839	110	Rendzina	626.61
315	567080	2839310	90	Castañozem cálcico	640.71
136	592360	2843434	18	Vertisol crómico	656.37
168	500952	2827915	130	Vertisol crómico	630.63
183	507309	2887830	81	Xerosol cálcico	595.31
371	475873	2938497	100	Xerosol cálcico	563.76
127	486361	2892432	80	Xerosol cálcico	584.94
6	471748	2849635	140	Xerosol cálcico	614.66
3	470232	2853950	164	Xerosol cálcico	615.28
188	518865	2882060	104	Xerosol cálcico	596.41
337	474235	2845267	142	Xerosol cálcico	619.31
279	552410	2879160	100	Rendzina	627.28
302	548472	2862268	112	Rendzina	626.66
182	507037	2889186	77	Xerosol cálcico	595.26
431	464746	2941229	120	Xerosol luvico	557.85
335	483219	2829703	180	Xerosol luvico	623.04
145	504984	2843350	141	Xerosol luvico	621.96
142	500221	2841717	150	Xerosol cálcico	621.96
325	473083	2827889	170	Xerosol cálcico	630.49
403	554663	2838215	100	Xerosol luvico	637.56

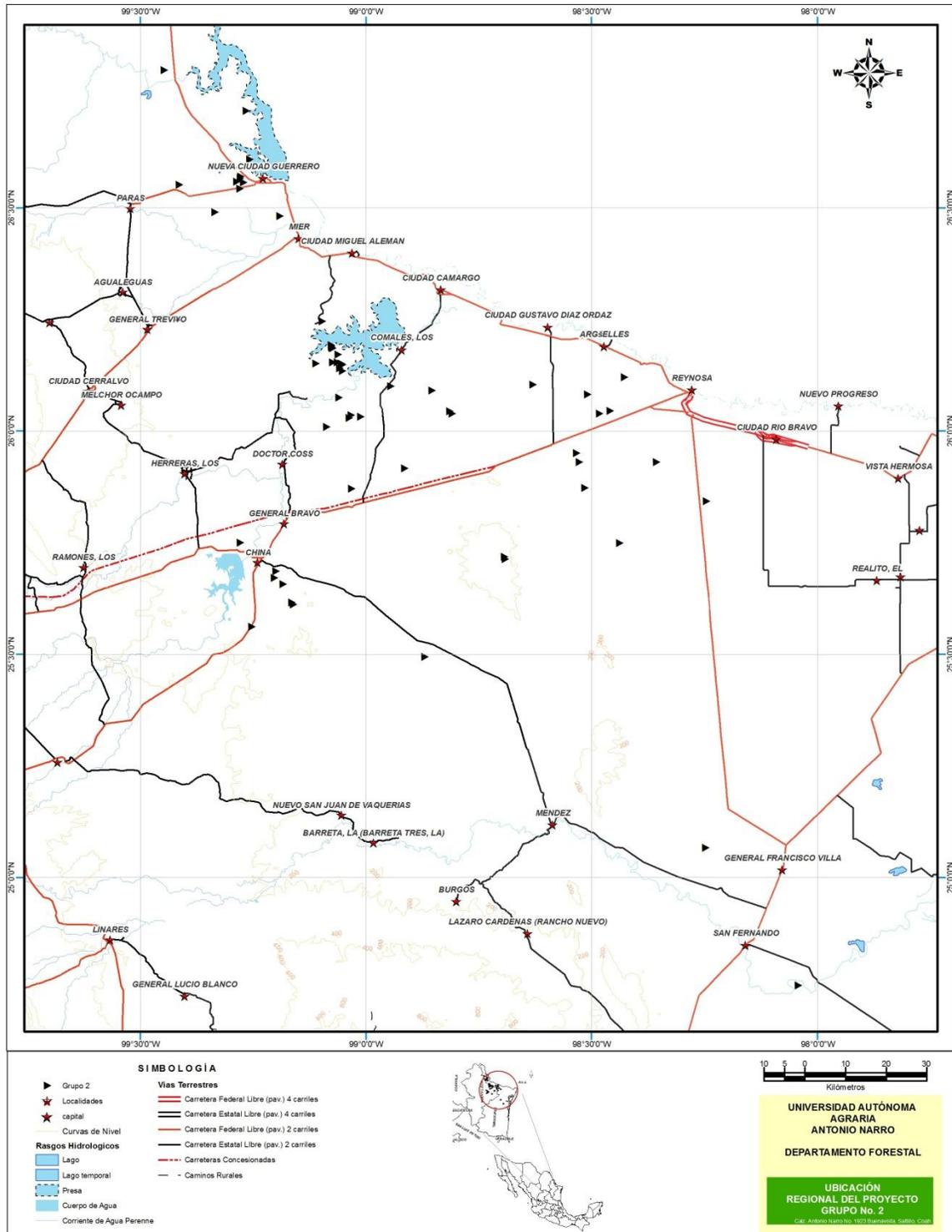
35	524810	2815305	108	Vertisol crómico	640.37
147	525499	2847262	240	Regosol calcarico	624.58
43	512218	2816658	105	Vertisol crómico	644.75
457	493647	2894421	109	Xerosol cálcico	584.67
72	492000	2877432	84	Xerosol cálcico	596.85
133	505416	2831601	120	Xerosol luvico	627.08
134	505534	2831793	120	Xerosol luvico	626.99
$\Sigma=$			115.94		605.25

Grupo 2b. Matorral Tamaulipeco espinoso de *Prosopis glandulosa* - *Opuntia lindheimeri*

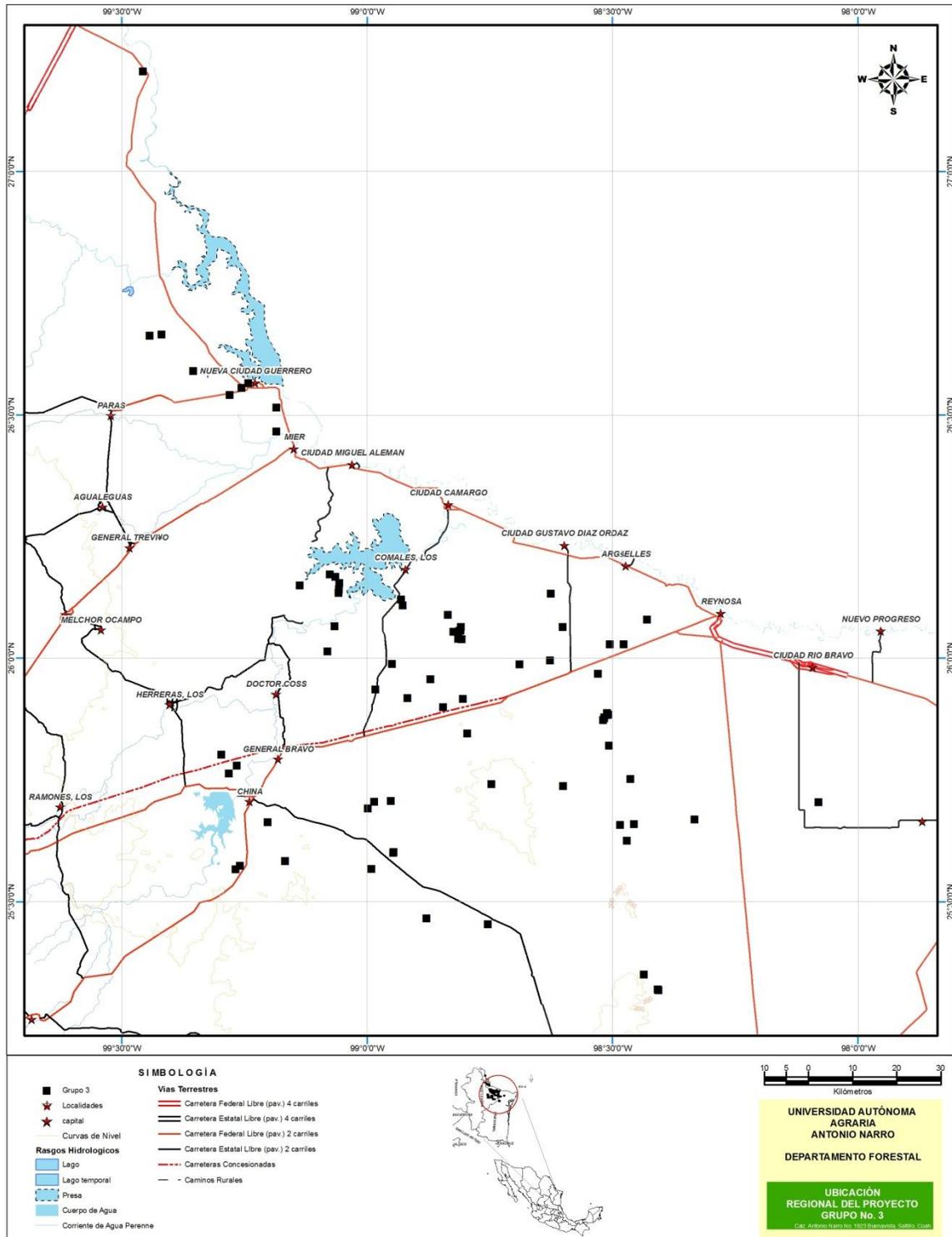
No. de Sitio	Coordenadas UTM		Altitud Media	suelo	Precipitación Media
	X	Y			
209	520239	2858361	166	Xerosol luvico	619.31
392	475013	2933878	0	Xerosol luvico	564.71
137	503593	2845517	220	Xerosol cálcico	620.91
212	516900	2861309	145	Xerosol luvico	618.34
229	509540	2865491	128	Xerosol háplico	613.38
426	457262	2964661	110	Xerosol cálcico	537.17
322	478969	2840300	139	Xerosol cálcico	619.26
45	512916	2816940	107	Xerosol luvico	644.65
441	471962	2934135	120	Xerosol luvico	563.16
268	537397	2886192	88	Xerosol cálcico	628.84
319	473395	2846399	150	Xerosol cálcico	619.59
81	495973	2878509	87	Xerosol cálcico	596.32
233	527531	2873150	109	Regosol calcarico	625.93
357	453458	3003310	0	Xerosol cálcico	521.07
167	502836	2844839	142	Xerosol cálcico	621.06
80	495912	2878421	86	Xerosol cálcico	596.32
150	504516	2844360	135	Xerosol cálcico	621.51
161	505216	2841950	144	Xerosol luvico	622.58
152	502403	2843276	140	Xerosol cálcico	621.62
215	502585	2868567	110	Xerosol háplico	612.99
02	470047	2856053	150	Xerosol cálcico	615.43
186	519047	2879668	109	Xerosol luvico	596.61
143	501044	2842259	150	Xerosol cálcico	621.82
346	481782	2832152	170	Xerosol luvico	622.36
38	522531	2818011	108	Vertisol crómico	638.70

78	492588	2876582	80	Xerosol cálcico	616.74
364	473073	2939169	109	Xerosol cálcico	562.36
162	473378	2849806	139	Xerosol cálcico	613.90
408	553582	2846651	116	Rendzina	636.51
184	507235	2887472	80	Xerosol cálcico	595.32
434	473398	2952325	120	Xerosol cálcico	553.85
385	469056	2947842	100	Xerosol háplico	554.95
444	476002	2926575	99	Xerosol luvico	568.70
66	468490	2911496	100	regosol eutrico	568.89
77	495518	2890696	90	Agua	591.23
253	520887	2869512	124	Xerosol luvico	618.87
347	483798	2830641	190	Xerosol luvico	621.76
214	502998	2866552	110	Xerosol háplico	612.95
351	481738	2829229	169	Xerosol luvico	623.60
246	515869	2862074	140	Xerosol luvico	618.05
41	520475	2815868	101	Vertisol crómico	639.60
220	514614	2859573	133	Xerosol luvico	617.99
224	511563	2872884	108	Xerosol háplico	614.42
398	466727	2941684	114	Xerosol luvico	558.74
57	513796	2811538	100	Vertisol crómico	641.29
27	598114	2737787	12	Gleysol eutrico	693.09
47	511392	2817464	105	Vertisol crómico	644.12
360	455317	2964437	100	Xerosol cálcico	536.18
49	513785	2813276	100	Vertisol crómico	646.95
50	515276	2814515	101	Vertisol crómico	639.77
37	519910	2819780	109	Vertisol crómico	632.90
$\Sigma=$			114.94		607.97

Grupo 1b. Matorral Tamaulipeco subinmerme de *Acacia rigidula* - *Leucophyllum frutescens*



Grupo 2a. Matorral Tamaulipeco espinoso de *Acacia rigidula* – *Opuntia leptocaulis*



Grupo 2b. Matorral Tamaulipeco espinoso de *Prosopis glandulosa* - *Opuntia lindheimeri*

