

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Estructura de las Comunidades Vegetales en una Porción al Sur del Desierto  
Chihuahuense

Por:

**HUMBERTO PASCUAL CRUZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Estructura de las Comunidades Vegetales en una Porción al Sur del Desierto  
Chihuahuense

Por:

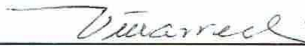
**HUMBERTO PASCUAL CRUZ**

TESIS

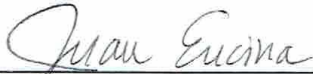
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla  
Asesor Principal



M.C. Juan Antonio Encina Domínguez  
Coasesor



Dr. Jesús Valdés Reyna  
Coasesor



Dr. Gabriel Callegos Morales  
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2017

## DEDICATORIA

*Le doy gracias a dios por ayudarme siempre., por estar conmigo en las buenas y en las malas por darme salud y vida, por ser la fuerza que me ha acompañado toda la vida.*

*A MIS PADRES Rotilde Hilaria Cruz Gómez y Victor Arnulfo Pascual López por todo el apoyo que me brindaron durante mi formación profesional, para llegar a ser una persona con éxitos, por estar conmigo en las buenas y en las malas, son los mejores papas del mundo, por sus consejos que me ayudaron a seguir adelante y por todo el sacrificio que hicieron para terminar la carrera y ser un profesionista.*

*A USTÉDES HERMANOS Y HERMANAS Ernesto, Javier, Alejandro, Adriana y Rebeca por todo el apoyo que me brindaron durante mi formación como profesionista, por estar conmigo en las buenas y en las malas, Los quiero mucho son los mejores hermanos que puedo tener en este mundo.*

## AGRADECIMIENTOS

*A la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO quien me abrió las puertas para formar parte de la Alma Terra Mater, por contribuir a mi formación profesional, por todo el apoyo que me otorgo la universidad, gracias por formar profesionista capaces de dar soluciones a un problema en el campo laboral.*

*A todos los maestros del Departamento de Botánica por las enseñanzas y conocimientos que me brindaron durante mi formación profesional.*

*Al M.C. Juan Antonio Encina Domínguez gracias por todo el apoyo que me brindó durante la elaboración de esta investigación, por sus recomendaciones y consejos para mejorar la redacción, por su confianza y amistad que me ha brindado.*

*Al Dr. José A. Villarreal Quintanilla por su valioso tiempo en el apoyo para la elaboración de esta investigación, así como sus consejos y sugerencias para mejorar la tesis, por brindarme su amistad.*

*Al Dr. Jesús Valdés Reyna por todo su apoyo para la revisión de este documento, así como por sus valiosos comentarios.*

*A mis compañeros de la carrera que me acompañaron a lo largo de esta formación profesional, por su apoyo, enseñanzas, consejos y amistad.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
<b>RESUMEN</b> .....	I
<b>ABSTRACT</b> .....	II
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	3
2.1. Objetivo general .....	3
2.2. Objetivos específicos .....	3
<b>III. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
3.1. El Matorral Xerófilo en México .....	4
3.2. Comunidades vegetales.....	4
3.3. Principales comunidades del Matorral Xerófilo en noreste de México .....	5
3.3.1. Matorral Desértico Chihuahuense .....	5
3.3.2. Matorral Desértico Micrófilo.....	5
3.3.3. Matorral Desértico Rosetófilo .....	6
3.3.4. Matorral Halófilo y Gipsófilo .....	6
3.3.5. Matorral Submontano.....	6
3.4. Algunas Particularidades fitogeografías en el noreste de México y zonas de clima árido .....	7
3.4.1. Noreste de México .....	7
3.4.2. Zonas de clima árido .....	7
3.5. Ecorregión del Desierto Chihuahuense.....	8
3.6. Diversidad Biológica del Desierto Chihuahuense.....	9
3.7. Aspectos fitogeográficos y Aspectos ecológicos.....	10
3.7.1. Aspectos fitogeográficos .....	10
3.7.2. Aspectos ecológicos .....	11
3.8. Estructura y composición en comunidades vegetales.....	11
3.9. Diversidad y riqueza de especies.....	12
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	13

4.1. Descripción del área de estudio .....	13
4.1.1. Localización .....	13
4.2. Rasgos físicos.....	13
4.2.1. Fisiografía .....	13
4.2.2. Geología y suelos .....	15
4.2.3. Hidrología.....	15
4.2.4. Clima.....	16
4.3. Rasgos biológicos .....	16
4.3.1. Comunidades vegetales.....	16
4.3.2. Vegetación .....	17
4.4. Metodología .....	18
4.4.1. Diseño y muestreo de la vegetación .....	18
4.4.2. Clasificación del Matorral Xerófilo .....	19
4.4.3. Análisis de la estructura de la vegetación .....	19
4.4. Cálculo de la diversidad en la comunidad estudiada .....	20
4.4.1. Índice de Shannon – Wiener .....	20
4.4.2. Índice de equitatividad de Pielou.....	21
4.4.3. Índice de riqueza de Margalef .....	21
4.4.4. Índice de dominancia de Simpson .....	22
<b>V. RESULTADOS .....</b>	<b>23</b>
5.1. Composición florística .....	23
5.2. Clasificación de las comunidades vegetales.....	24
5.3. Aspectos estructurales de las asociaciones del Matorral Xerófilo.....	26
5.3.1. Matorral Desértico Micrófilo <i>Larrea tridentata-Flourensia cernua</i> .....	26
5.3.2. Matorral Desértico Rosetófilo <i>Agave lechuguilla-Jatropha dioica</i> .....	29
5.3.3. Matorral Halófilo de <i>Atriplex acanthocarpa-Lycium leiospermum</i> .....	32
5.4. Diversidad y riqueza de las asociaciones del Matorral Xerófilo .....	35
5.5. Especies vegetales endémicas y/o en peligro de extinción .....	37
<b>VI. DISCUSIÓN.....</b>	<b>38</b>
6.1. Composición florística .....	38
6.2. Estructura de las asociaciones del Matorral Xerófilo.....	40

6.3. Diversidad y riqueza de las asociaciones del Matorral Xerófilo .....	42
<b>VII. CONCLUSIONES</b> .....	43
<b>VIII.RECOMENDACIONES</b> .....	44
<b>VIII.LITERATURA CITADA</b> .....	45
<b>IX. APÉNDICE</b> .....	55

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Datos estructurales de las asociaciones del Matorral Desértico Micrófilo <i>Larrea tridentata-Flourensia cernua</i> .....	28
Cuadro 2	Datos estructurales de las asociaciones del Matorral Desértico Rosetófilo <i>Agave lechuguilla-Jatropha dioica</i> .....	31
Cuadro 3	Datos estructurales de las asociaciones del Matorral Halófilo de <i>Atriplex acanthocarpa-Lycium leiospermum</i> .....	34
Cuadro 4	Riqueza de especies, Índice de diversidad, Equitatividad y Dominancia del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo de las asociaciones vegetales del Matorral Xerófilo del sur del Desierto Chihuahuense .....	36
Cuadro 5	Especie del sur del Desierto Chihuahuense que se encuentra bajo un estatus en la NOM-59-SEMARNAT-2010 .....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación del área de estudio .....	14
Figura 2	Diseño de parcelas de muestreo.....	18
Figura 3	Familias con mayor riqueza de género y especies presentes en el sur del Desierto Chihuahuense .....	23
Figura 4	Clasificación de los sitios de muestreo.....	25
Figura 5	Matorral Desértico Micrófilo <i>Larrea tridentata-Flourensia cernua</i> .....	26
Figura 6	Matorral Desértico Rosetófilo <i>Agave lechuguilla-Jatropha dioica</i> .....	29
Figura 7	Matorral Halófilo de <i>Atriplex acanthocarpa-Lycium leiospermum</i> .....	32



## RESUMEN

Con la finalidad de conocer la estructura, composición florística, diversidad y aspectos ecológicos del Matorral Xerófilo en una porción de la región del sur de Desierto Chihuahuense, se establecieron de manera selectiva 40 sitios en parcelas de 500 m<sup>2</sup> para árboles, 100 m<sup>2</sup> para arbustos y 2 m<sup>2</sup> para herbáceas, se cuantificó el diámetro de copa, altura media y para árboles el diámetro de base. Las asociaciones vegetales se realizaron mediante análisis de conglomerados, se calcularon los atributos básicos de la vegetación como densidad, dominancia y frecuencia relativa y se calculó el valor de importancia relativa; para el cálculo de la diversidad se utilizó el índice de Shannon, índice de riqueza de Margalef, Equitatividad de Pielou y dominancia de Simpson. Se registraron 245 especies, 180 géneros y 45 familias, las de mayor riqueza son Cactaceae, Asteraceae y Poaceae. Se definieron tres asociaciones del Matorral Xerófilo donde dominan el Matorral Desértico Micrófilo *Larrea tridentata-Flourensia cernua*, Matorral Desértico Rosetófilo *Agave lechuguilla-Jatropha dioica*, y Matorral Halófilo de *Atriplex acanthocarpa-Lycium leiospermum*. La asociación del Matorral Desértico Rosetófilo *Agave lechuguilla-Jatropha dioica* en el estrato arbustivo presenta el índice de diversidad más alto con (3.947nats), mientras que la asociación del Matorral Desértico Micrófilo *Larrea tridentata-Flourensia cernua* en el estrato arbóreo tiene la mayor equitatividad con (94.949%). En el área estudiada la distribución de las comunidades vegetales está condicionada con el tipo de suelo, altitud y microrelieve. Las comunidades vegetales que se distribuyen en el área estudiada, presentan dominancia fisonómica y estructural por especies arbustivas propias de la provincia florística de la Altiplanicie, ya que domina flora nativa de las zonas áridas y semiáridas de México.

**Palabras clave:** Desierto chihuahuense, Matorral Xerófilo, Estructura, Comunidad vegetal.

## ABSTRACT

With the aim to know the structure, species composition and diversity in communities in the southern Chihuahuan Desert Region, 40 sites were established, with plots of 500 m<sup>2</sup> for trees, 100 m<sup>2</sup> for shrubs and 2 m<sup>2</sup> for herbs. The crown diameter, average height and base diameter was measured upon trees. The plant associations were defined using cluster analysis method. The vegetation attributes as density, dominance and relative frequencies were calculated for the relative importance value. The diversity values were estimated using the Shannon index, richness was calculated with the Margalef index, evenness with Pielou and dominance using Simpson index. A total of 45 families, 180 genera and 245 species were recorded. The richest families are: Cactaceae Asteraceae and Poaceae. The communities found are Desert Shrub of *Larrea tridentata-Flourensia cernua*, Rosetophile Scrub Desert of *Agave lechuguilla-Jatropha dioica*, and Halophytic Scrub of *Atriplex acanthocarpa-Lycium leiospermum*. The shrub layer of the Rosetophile Scrub Desert presents the highest index of diversity with 3.947 nats, while the Microphyllous Desert Scrub in the tree layer has greater evenness with 94.949%. In the studied area the distribution of the communities is conditioned by the type of soil, altitude and relief. The physiognomic and structural dominance of the scrub studied includes shrub species typical of the floristic province of the Mexican Plateau, as it dominates native flora of the arid and semi-arid zones of Mexico.

**Keywords:** Chihuahuan Desert, Xerophilic Scrub, Structure, Plant community.

## I. INTRODUCCIÓN

En México, las zonas áridas y semiáridas cubren el 48.29% de su territorio, estas se presentan en el centro y norte de la república (González, 2004). El Matorral Xerófilo es la formación vegetal más frecuente en las regiones áridas y semiáridas, razón por la cual es considerado como la vegetación más abundante del país (Rzedowski, 2006). La gran variedad de condiciones climáticas, topográficas y edafológicas imperantes en esta región a menudo ocasionan diferencias notables en la composición, densidad y altura del matorral, de tal manera que no es posible considerarlo como una formación vegetal única y homogénea; bajo esta premisa y con base en criterios de afinidad geográfica, composición, distribución y abundancia de las especies. Rzedowski (2006) delimitó la flora de las regiones áridas en cinco provincias florísticas (Planicies Costeras del Noroeste y del Noreste, Altiplanicie, Baja California y Valle de Tehuacán-Cuicatlán), las cuales, en conjunto forman parte de la Región Xerofítica Mexicana dentro del reino florístico Neotropical.

La Región Xerofítica Mexicana incluye grandes extensiones del norte y centro de la República Mexicana, caracterizadas por su clima árido y semiárido y vegetación de Matorral Xerófilo, abarca cerca del 40% del territorio encontrándose en todo tipo de condiciones topográficas, donde el suelo, influye en la fisonomía y composición florística de las comunidades (Rzedowski, 2006). La flora de éstos matorrales es rica en endemismos, a nivel local existe suficiente grado de similitud entre las floras de las diferentes zonas áridas, sin embargo, se presentan diferencias entre la región árida Sonorense y la Chihuahuense (Rzedowski, 1973). En el estado de Zacatecas convergen las provincias florísticas Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Altiplanicie y Costa Pacífica y de acuerdo con Rzedowski (2006) en su territorio se distinguen seis diferentes tipos de vegetación bosque espinoso, bosque tropical caducifolio, bosque de *Quercus*, bosque de coníferas, Matorral Xerófilo y Pastizal.

En el noreste de México se ha estudiado la estructura, diversidad y composición florística, en Nuevo León se ha estudiado el Matorral Rosetófilo (Alanís *et al.*, 2008), Matorral Submontano (Canizales *et al.*, 2009) y Matorral Tamaulipeco (Jiménez *et al.*, 2009) por su parte en Coahuila el Matorral Rosetófilo ha sido estudiado por Encina *et al.* (2013). En general el Matorral Rosetófilo ha sido poco estudiado tanto a nivel regional como nacional, se considera una comunidad abundante en el norte de México (Alanís *et al.*, 2015) y en donde solo pocos estudios han aportado información ecológica (Encina *et al.*, 2013; Treviño, 2004; Alanís, 2015 y Huerta y García, 2004).

El Desierto Chihuahuense ocupa la mayor parte de la Altiplanicie Mexicana, la provincia florística más extensa de la Región Xerofítica Mexicana (Rzedowski, 2006). De acuerdo con Rzedowski (1991), la flora fanerogámica de la Región Xerofítica Mexicana está representada por alrededor de 6000 especies (27% de la flora total, estimada en 22,000 especies por el autor). Datos más recientes han permitido documentar la presencia de 6476 especies asociadas a los Matorrales Xerófilos (Villaseñor, datos no publicados).

De acuerdo a lo anterior, en este estudio se pretende clasificar las comunidades vegetales y determinar la estructura y diversidad, además de aspectos físicos que condicionan la distribución de las especies del Matorral Xerófilo, en una porción de la región del sur de Desierto Chihuahuense con la finalidad de obtener información ecológica de esta comunidad vegetal.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

- Determinar la estructura, diversidad y algunos aspectos ecológicos del Matorral Xerófilo en una porción en el sur del Desierto Chihuahuense.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar la estructura horizontal del Matorral Xerófilo en una porción en el sur del Desierto Chihuahuense.
- Determinar la diversidad y riqueza del Matorral Xerófilo en esta región.
- Determinar la distribución altitudinal, que condicionan la distribución del Matorral Xerófilo en esta zona.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1. El Matorral Xerófilo en México

El Matorral Xerófilo es un ecosistema conformado por matorrales en zonas de escasas precipitaciones, donde predomina la vegetación xerófila. El WWF (World Wildlife Found por sus siglas en inglés) lo considera un bioma denominado desiertos y matorrales xerófilos y lo agrupa conjuntamente con los ecosistemas de desierto.

Los matorrales xerófilos abarcan diversas comunidades vegetales de porte arbustivo dominantes en los climas áridos y semiáridos de México, los cuales cubren la mayor parte del Altiplano Mexicano (Challenger y Soberón, 2008). Comprenden el 27% de la cobertura total de la vegetación, en este predominan los géneros de afinidad neotropical (37%), con una contribución de 44% de los géneros, este tipo de vegetación está entre los más importantes de México por su extensión y contribución a la flora endémica del país (Rzedowski 1998; SEMARNAT, 2010).

La flora xerófila de México se caracteriza por considerables formas biológicas que constituyen modos de adaptación del mundo vegetal para soportar la aridez (Rzedowski, 2006). Los matorrales están formados por arbustos que generalmente presenta ramificaciones desde la base del tallo, cerca de la superficie del suelo y con altura variable, pero casi siempre inferior a 4 m (INEGI, 2009).

#### 3.2. Comunidades vegetales

La comunidad vegetal presenta un conjunto de atributos cuyo significado demuestra el nivel de integración de una comunidad, por lo que gran parte de las investigaciones en ecología de comunidades han estado dirigidas a medir los niveles de asociaciones entre las especies (Krebs, 1985). Las comunidades vegetales y su ambiente forman un sistema funcional que define un ecosistema (Whittaker, 1972). Las comunidades vegetales dividen sus características en cualitativas y cuantitativas, y está constituida por organismos y poblaciones de especies, formando parte de un ensamble de poblaciones que viven juntas en una sola área (Krebs, 1998).

Las comunidades vegetales de matorral de México han sido clasificadas desde el punto de vista práctico como Matorral Xerófilo por Rzedowski (2006), atendiendo esencialmente al origen de las mismas y por ser de estructura y composición similares. Se considera que este tipo de formación vegetal cubre alrededor de 40% de la superficie del territorio nacional (800,000 km<sup>2</sup>), por lo que su cobertura es la más amplia de México. Su distribución está asociada con la presencia de climas cálidos y secos que se localizan sobre todo en el área del altiplano mexicano y las planicies costeras, tanto del Pacífico, como del Golfo de México.

### **3.3. Principales comunidades del Matorral Xerófilo en noreste de México**

#### **3.3.1. Matorral Desértico Chihuahuense**

El área del Desierto Chihuahuense ocupa grandes extensiones del oeste y sur de Coahuila la vegetación comprende una serie de comunidades vegetales que se presentan en los hábitats más xerófilos del estado. En altitudes que van de los 800 y a los 2600 m aproximadamente. El nombre del Matorral Desértico Chihuahuense es propuesto por Müller (1947) y aceptado por Henrickson y Johnston (1983).

#### **3.3.2. Matorral Desértico Micrófilo**

Comunidad vegetal propia de zonas áridas y semiáridas de mayor distribución en México formado por arbustos de hoja o folíolo pequeño (INEGI, 2009), se integra por especies arbustivas con alturas de 0.40 a 1.0 m, así como algunos individuos mayores a 1.5 m de alto. Se distribuye sobre el fondo de los valles que bordean la sierra y lomeríos o bien, en las partes bajas de abanicos aluviales, donde los suelos son profundos y poco pedregosos, a altitudes entre 1,100 y 2,000 m (Anónimo, 2010), puede estar formado por asociaciones de especies sin espinas, con espinas o mezclados pueden estar en su composición otras formas de vida, como cactáceas, izotes o gramíneas (INEGI, 2009). Las especies representativas de esta comunidad son: *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua*, *Mimosa biuncifera* y *Koeberlinia spinosa* (Henrickson y Johnston, 1983).

### **3.3.3. Matorral Desértico Rosetófilo**

Matorral dominado por especies con hojas en forma de roseta, con o sin espinas, sin tallo aparente o bien desarrollado (INEGI, 2009), se caracterizan por crecer en agrupaciones de arbustos, espinosos y perennifolios; los cuales forman un estrato arbustivo o subarbustivo, con una altura de 30 a 60 cm de alto. Es la vegetación más común y abundante en laderas de exposición sur donde los suelos son someros y pedregosos de tipo litosol y rendzina, en altitudes que oscilan entre 1,800 y 2,500 m (Anónimo, 2010). En esta comunidad vegetal se desarrollan algunas de las especies de mayor importancia económica de esas regiones áridas como: *Agave lechuguilla*, *Euphorbia antisiphylitica*, *Parthenium argentatum*, *Yucca carnerosana*, entre otras (Henrickson y Johnston, 1983).

### **3.3.4. Matorral Halófilo y Gipsófilo**

Ocupan aproximadamente el 6 % de la superficie estatal y están determinados por condiciones edáficas locales (Villarreal y Valdés, 1992-93). El primero de ellos se localiza en cuencas con drenaje interno (cuencas endorreicas) donde se propicia la acumulación de sedimentos salinos formando una serie de valles salinos o algunas temporales (Henrickson, 1977). Las sales son principalmente clorhidratos, carbonatos y sulfatos acumulados en la superficie por evaporación. La selectividad de las condiciones edáficas y el efecto de aislamiento propician un alto grado de endemismo (Henrickson y Johnston, 1983). Estas comunidades están formadas usualmente por especies de los géneros *Atriplex*, *Allenrolfea*, *Suaeda*, *Distichlis*, *Sporobolus*, *Sesuvium* y *Lycium*.

### **3.3.5. Matorral Submontano**

Esta comunidad es considerada como una variante del Matorral Xerófilo (Rzedowski, 2006) es una formación arbustiva y subarbórea rica en sus formas de vida (Alanís *et al.*, 1996). Se distribuye a través de la Sierra Madre Oriental desde Coahuila hasta el centro-sur de México en climas semiáridos y altitudes inferiores a los 2,000 m. Es un matorral denso de hasta 3 m de alto, integrado por arbustos micrófilos e inermes (Rzedowski, 2006). Las especies dominantes pertenecen a los géneros: *Quercus*, *Rhus*,



*Diospyros, Acacia y Calia*, además de especies de la familia Rosaceae (Encina *et al.*, 2012).

### **3.4 Algunas Particularidades fitogeografías en el noreste de México y zonas de clima árido**

#### **3.4.1. Noreste de México**

El noroeste de México se ha caracterizado por las drásticas temperaturas de verano e invierno así como por sus grandes cadenas montañosas, sin embargo esta región presenta un complejo mosaico de asociaciones vegetales, dominado por el Matorral Xerófilo y en menor proporción los bosques de montaña y de galería en donde se ha enumerado toda una serie de elementos endémicos (Granados *et al.*, 2011).

Las especies restringidas a la región del noreste presentan una gran amplitud ecológica, algunas se desarrollan en cañones, valles, laderas y arroyos, otras sin cuantificación aun en suelos salinos, yesosos, rocosos, etc., por lo que muchas de estas se llegan a presentar en localidades vecinas como Texas o Querétaro, siendo de gran abundancia, que a primera vista parecieran no ser de distribución exclusiva o casi-exclusiva a la región del Noreste Mexicano. La causa principal de este grado de singularidad florística se debe al aislamiento con respecto a otras áreas de clima semejante, identificando algunos sitios de esta región como centros de origen y diversificación de especies (Herrera *et al.*, 2008).

#### **3.4.2. Zonas de clima árido**

La zona seca sonorenses ocupa la mayor parte del estado de Sonora y también de la península de Baja California, esta región ecológica se encuentra separada de la del desierto chihuahuense por la barrera física denominada Sierra Madre Occidental, aunque tal separación ya no es tan marcada en los estados de Arizona y Nuevo México donde tal división se hace muy estrecha la región árida chihuahuense alcanza su límite de extensión en el estado de San Luis Potosí, aunque más hacia el sur, en Querétaro, Hidalgo, Puebla y Oaxaca se encuentran “islotos” de aridez geográfica, las cuales están

más o menos ligados entre si y también con la zona chihuahuense por una especie de corredor continuo de clima semi-seco ( Rzedowski.,2006).

La composición florística es reflejo del efectivo aislamiento por lo que han individualizado grupos de plantas que les confiere un carácter propio, mientras que la composición florística de otras zonas áridas de México muestran fuertes evidencias de parentesco entre sí como la del semidesierto Querétaro-Hidalgo que atestigua afinidades florísticas con la región chihuahuense ya que casi la mayoría de los componentes de su vegetación reaparecen más al norte, justificación que toman algunos autores para considerarlo como el límite inferior de la región chihuahuense (Rzedowski.,2006).

La relación que se presenta en las zonas áridas de México frente a la de otras partes del país, es de afinidad meridional, la cual domina sobre la boreal, haciendo una liga florística muy escasa con la gran cuenca de los Estados Unidos por ejemplo, en cambio existe una similitud a nivel género de las zonas Sonorense y Chihuahuense con la región árida preandina conocida como “monte” en Argentina, por lo que se deduce que los elementos geográficos que predominan entre las xerófilas mexicanas son el neotropical y el endemismo (Rzedowski,2006).

### **3.5. Ecorregión del Desierto Chihuahuense**

El nombre de Desierto Chihuahuense (DCH) se remonta a 1843, cuando R. B. Hinde habló de una “Región Chihuahuense”; sin embargo, a partir de 1940, se empezó a denominar el Desierto Chihuahuense como una región ecológica (Morafka, 1977).

Es el de mayor extensión en Norteamérica y se considera como una de las regiones secas con mayor riqueza de especies del mundo (Morafka, 1977; Sutton, 2000; Hoyt, 2002). Entre las vastas planicies del Desierto Chihuahuense se presentan montañas aisladas de elevada altitud y sometidas a la fuerte influencia del desierto, lo que ha generado los gradientes de vegetación y clima típicos de esta gran unidad ecogeográfica.

Es considerado el desierto más grande de Norte América (Cloudsley, 1977) y el segundo con mayor diversidad a nivel mundial. Comenzó a formarse hace unos cinco

millones de años en el Plioceno y ocupa un área aproximada de 505,000 km<sup>2</sup>. Se origina en el altiplano de México entre la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre Oriental, continúa hacia el norte hasta el sur de Arizona, Nuevo México y Texas, e incluye parte de los estados mexicanos de Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas. Su extensión en México ocupa alrededor de un sexto de la superficie territorial mexicana (Henrickson y Johnston, 2007). El Desierto Chihuahuense abarca una de las regiones áridas biológicamente más ricas de la tierra; su riqueza florística y endémica engrandece la diversidad biológica de nuestro país (Balleza y Villaseñor, 2011).

Esta región se encuentra a una altitud entre los 1000 y 3050 m, y la mayor parte de su superficie se encuentra formada por suelos calcáreos derivados de camas de piedra caliza. El régimen climático incluye inviernos fríos y secos, con frecuentes temperaturas bajo cero y nevadas ocasionales, así como veranos calurosos. El rango de la temperatura anual es de 5.5-35 °C y precipitaciones anuales oscilan entre 175 y 400 mm (Henrickson y Johnston, 2007).

### **3.6. Diversidad Biológica del Desierto Chihuahuense**

El desierto es una de las regiones ecológicas biológicamente más rica del mundo, aunque su grandiosa biodiversidad no es lo único de reconocer, sino también su alta riqueza endémica. El alto grado de endemismo es el resultado de los efectos de aislamiento, de la fisiografía, de los cambios dinámicos en el clima durante los últimos 10,000 años y de la colonización de hábitat por especialistas.

La palabra endemismo procede del vocablo “endemia” o “enfermedad endémica”, que es propia de un territorio determinado donde se mantiene permanentemente (Sainz y Moreno, 2002). De Candolle (1820) utilizó este término por primera vez en sentido botánico, para referirse a las familias que crecían en un solo país.

México se caracteriza por poseer una gran cantidad de plantas endémicas; esto representa cerca de 40 % de las 23,000 especies descritas para el país (CONABIO, 1998). La importancia de los elementos de distribución restringida resulta de gran interés desde el punto de vista florístico ya que indican condiciones especiales de suelo, clima,

regiones de aislamiento ecológico y especialmente son útiles para la determinación de áreas de protección ambiental (Villaseñor, 1991). Los endemismos, en particular a nivel de especie, sobre todo son frecuentes en regiones templadas y subhúmedas, zonas áridas y semiáridas (Rzedowski, 1991a). El aislamiento y las condiciones bioclimáticas del Desierto Chihuahuense han resultado en un refugio ideal para estos elementos (Moore, 2014).

Aquí se albergan numerosos taxas que se encuentran en alguna categoría de riesgos, desde especies en protección especial hasta en peligro de extinción (anónimo, 2010). Se tiene descritas 3382 especies de fanerógamas (Henrickson & Johnston, 1997), con un alto número de elementos restringidos, además alberga el más rico ensamble de especies de cactáceas en el mundo (Hernández *et al.*, 2004).

La diversidad biológica de México ha sido reconocida, particularmente por el número de especies de vertebrados y plantas que habitan su territorio, razón por la cual se distingue como país megadiverso. Uno de los determinantes de esta alta diversidad es el hecho de que en este territorio confluyen dos grandes regiones biogeográficas; la Neártica y la Neotropical (Challenger y Soberón, 2008).

México ocupa el 14vo lugar en extensión territorial y posee un 10% de la biodiversidad global. En nuestro país habita la cuarta biota más rica del mundo, con un octavo lugar en aves, quinto en flora vascular y anfibios, tercero en mamíferos y primero en reptiles (Espinosa *et al.*, 2008).

### **3.7. Aspectos fitogeográficos y Aspectos ecológicos**

#### **3.7.1. Aspectos fitogeográficos**

El tipo de vegetación xerofítica es propio de amplias áreas de la Altiplanicie Mexicana correspondiente a la región neotropical, 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, hasta llegar a parajes de la Sierra Madre Oriental

(Rzedowski, 2006). Estas comunidades se desarrollan típicamente desde el nivel del mar hasta los tres mil metros de altitud (INEGI, 2009). Se localizan en las partes bajas de Sonora, Baja California, Baja California Sur y en el Centro-Norte del país, en porciones de los Estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, San Luis Potosí, Durango y Tamaulipas (Rzedowski, 2006).

### **3.7.2. Aspectos ecológicos**

La vegetación está condicionada a una precipitación promedio inferior a los 700 mm anuales y por lo general el régimen de lluvias es estival; así también se pueden observar en diferentes condiciones topográficas y edafológicas la cual influye en la fisonomía y composición florística de las comunidades (Rzedowski, 2006). Este tipo de ecosistema presenta una alta diversidad beta ( $\beta$ ), con elevada tasa de recambio de especies entre sitios y regiones. Los Matorrales Xerófilos tienen una fisonomía en la que predominan los arbustos de baja estatura, baja densidad, debido a que las condiciones de aridez limitan la producción de biomasa (Challenger y Soberón, 2008).

### **3.8. Estructura y composición en comunidades vegetales**

La estructura de una comunidad vegetal hace referencia, entre otras cosas, a la distribución de las principales características arbóreas en el espacio, teniendo especial importancia la distribución de las diferentes especies y la distribución de las mismas por clases de tamaño (Gadow *et al.*, 2007).

El estudio de la composición y estructura de la vegetación permite establecer una aproximación de la condición actual de un ecosistema (Wilson *et al.*, 1984). Este enfoque se utiliza en distintos tipos de vegetación, desde los desiertos hasta las selvas tropicales, y permite identificar especies indicadoras, o grupos de taxa que caractericen ciertas condiciones ambientales (Dufrène y Legendre, 1997).

La caracterización fisonómica estudia la estructura de las comunidades vegetales que está definida por la manera en que se ordenan los individuos de forma horizontal y vertical, la estructura vertical refleja la estratificación de las especies, y la horizontal la densidad, el área basal y la cobertura (Rangel y Velázquez, 1997). El conocimiento y

evaluación de las características estructurales y su dinámica, son un factor fundamental para determinar las posibilidades de utilización, bien sea en aspectos de producción, conservación o regulación de un tipo de vegetación (Alvis, 2009).

### **3.9. Diversidad y riqueza de especies**

La diversidad es un concepto que permite diferentes interpretaciones, aunque, en general se emplea como sinónimo de diversidad de especies (Gadow *et al.*, 2007).

La diversidad de especies se refiere a la variedad de especies que se presenta en una dimensión espacio - temporal definida, resultante de conjuntos de interacción entre especies que se integran en un proceso de selección, adaptación mutua y evolución, dentro de un marco histórico de variaciones medioambientales locales (Ramírez, 2006). Se compone por dos elementos, variedad o riqueza y abundancia relativa de especies (Magurran, 2004).

Magurran (2004) menciona que las medidas de riqueza tienen un gran atractivo intuitivo y evitan muchos de los obstáculos que pueden encontrarse al utilizar modelos e índices, las medidas de riqueza proporcionan una expresión comprensible e instantánea de la diversidad. La riqueza como una medida de diversidad, se ha utilizado con frecuencia en muchos estudios de vegetación, como los de Navar *et al.* (2009), León *et al.* (2009), Canizales *et al.* (2010), Jiménez *et al.* (2012) y Noy-Meir *et al.* (2012).

El número de especies de una región, la riqueza en especies es una medida que comúnmente se utiliza, para precisar la "diversidad taxonómica" la cual tiene en cuenta la estrecha relación existente entre una especie y otras (Moreno, 2001).

A nivel nacional e internacional existe una extensa literatura sobre diversidad y riqueza de especies y parámetros ecológicos de abundancia, dominancia y frecuencia, como los de Marcelo *et al.* (2007) en los bosques estacionalmente secos en un distrito del Perú; el de Alvis, (2009) en un bosque natural de Cauca, Colombia; el de Alanís *et al.* (2011) en un ecosistema templado en el parque ecológico Chipinque, México; el de Noy-Meir *et al.* (2012) en un bosque espinal en Córdoba, Argentina.

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. Descripción del área de estudio**

#### **4.1.1. Localización**

El área de estudio abarca al sur del Desierto Chihuahuense (figura 1), en los municipios Torreón, Matamoros, Viesca y Parras de la Fuente en el estado de Coahuila; San Juan de Guadalupe, General Simón Bolívar, Santa Clara, y Guadalupe Victoria en Estado de Durango y en el Estado de Zacatecas en los municipios de Melchor Ocampo, Mazapil, General Francisco R. Murguía, Juan Aldama, Miguel Auza, Río Grande y Villa de Coss.

### **4.2. Rasgos físicos**

#### **4.2.1. Fisiografía**

La región se localiza mayormente dentro de la Provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, que se extiende desde el este del país, es un conjunto de sierras menores de estratos plegados. Estos estratos son de antiguas rocas sedimentarias marinas (Cretácicas y del Jurásico Superior). El lugar de estudio se encuentra dentro de la Mesa del Centro, se caracteriza por sus amplias llanuras interrumpidas por algunas sierras. La llanura de mayor extensión se localiza en la zona de Ojuelos, en el estado de Jalisco y la zona con mayor presencia de sierras en Los Altos de Guanajuato, parte de San Luis Potosí y Zacatecas. La altitud promedio es de 1, 700 a 2, 300 m, mientras que las mayores elevaciones llegan a los 2 500 m. Abarca parte de los estados de Durango, Zacatecas, San Luis Potosi, Jalisco, Aguascalientes y Guanajuato; y una pequeña superficie de la Sierras y Llanuras del Norte estas provincias son muy bajas y muy inclinadas; se separan entre sí por grandes llanuras, alguna de ellas denominadas bolsones. El más reconocido es el Bolsón de Mapimí, ubicado en los límites de Durango, Coahuila y Chihuahua (INEGI, 1987a).

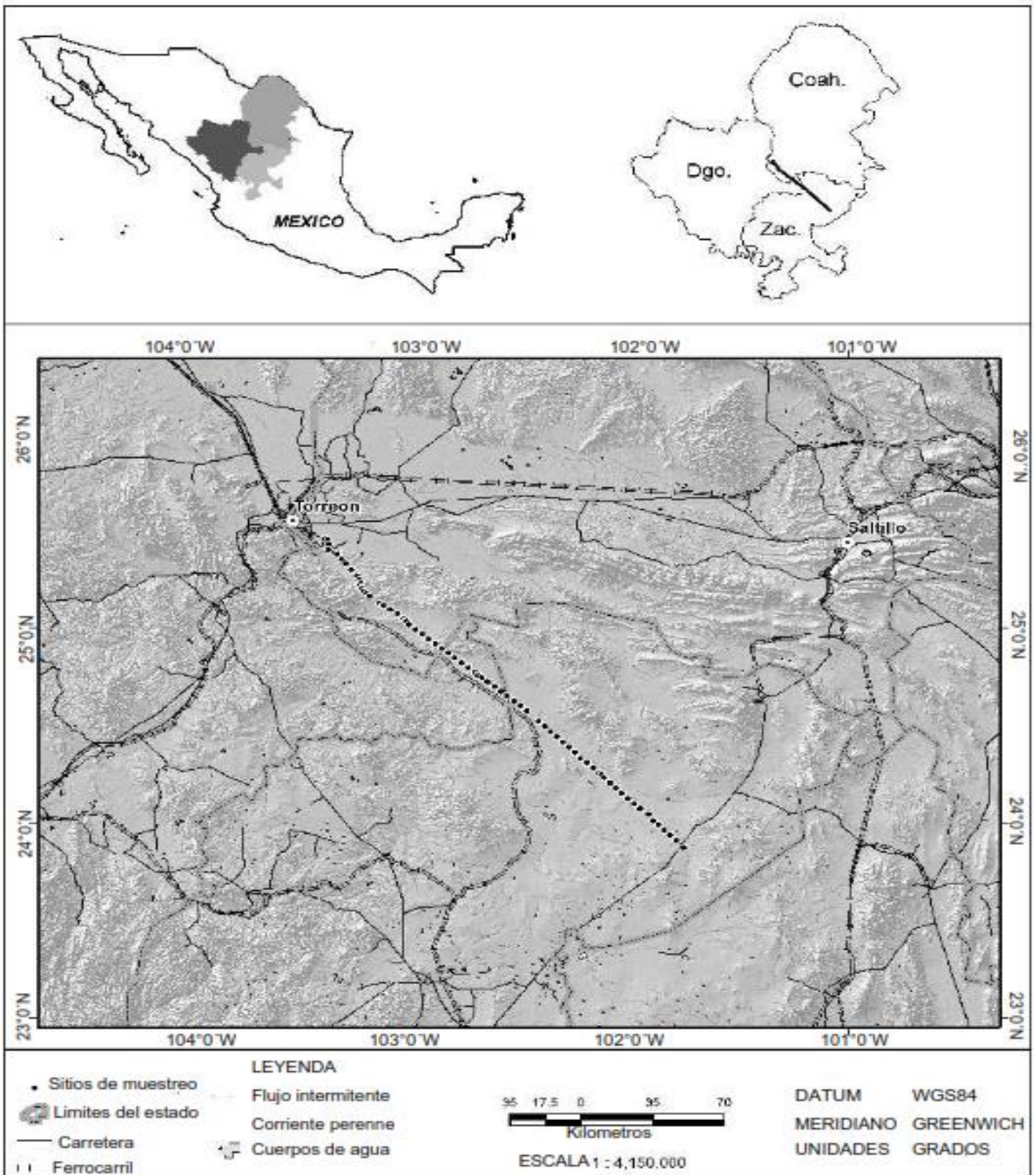


Figura 1 Ubicación del área de estudio



#### **4.2.2. Geología y suelos**

En la mayor parte del área afloran las rocas sedimentarias del Pleistoceno inferior a medio y Cuaternario formados por conglomerados y en menor proporción areniscas gruesas. Estos sedimentos han sido referidos en el área a la Formación Dónovan (Pleistoceno inferior) y Formación Las Chacras (Pleistoceno medio).

Los suelos dominantes son de tipo calcisol, están muy extendidos en ambientes áridos y semiáridos, con frecuencia asociados con materiales parentales altamente calcáreos. Son depósitos aluviales, coluviales y eólicos de material meteorizado rico en bases. Se encuentran depositados sobre tierras llanas con colinas en regiones áridas y semiáridas. La vegetación que se desarrolla sobre estos suelos es de arbustos y árboles xerófilos y pastos efímeros.

#### **4.2.3. Hidrología**

La sierra y su área de influencia se encuentran en dos regiones hidrológicas Nazas-Aguanaval y El Salado. Pertenecen a las Cuencas Río Aguanaval y Camacho Gruñidora, y de acuerdo con CONABIO (1998). forman parte de las subcuencas hidrológicas: El Gaytero, Río Bajo Aguanaval, Los Vacieros, La Moncha, Río Alto Aguanaval, Jaboncillo, Laguna de Viesca y Río Mediano Aguanaval. Las microcuencas de la primera porción - abarcan parte de los estados de Durango, Zacatecas y Coahuila, mientras que la segunda Comprende parcialmente territorio de ocho estados (Aguascalientes, Coahuila, Durango, Jalisco, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas), de los cuales San Luis Potosí con 39% del área total y Zacatecas con 33%, son los que principalmente forman la región el Salado.

#### 4.2.4. Clima

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por García (1964) dominan climas Secos Desérticos en las planicies (**BWhw**) y en bajadas y lomeríos Secos semicálidos (**BS0hw**), desérticos, semicalido con temperatura media anual entre 18 y 22°C, temperatura del mes más frío bajo 18°C, régimen de lluvias de verano con un porcentaje de lluvias invernales entre 5 y 10% respecto al total anual; Seco semicalido con precipitación menor que 22%, semicalido con temperaturas entre 18 y 22°C, temperatura del mes más frío bajo 18°C, régimen de lluvia de verano con un porcentaje de lluvias invernales entre 5 y 10% respecto al total anual.

#### 4.3. Rasgos biológicos

##### 4.3.1. Comunidades vegetales

La zona de estudio pertenece al Reino Neotropical, Región Xerofítica Mexicana de la Provincia Altiplanicie. En el área dominan arbustos de tipo xéricos, perennes y elementos herbáceos efímeros, donde las variaciones en las características edáficas y topográficas, son las causantes en la determinación de las asociaciones vegetales (Rzedowski, 2006). La vegetación de la región está integrada principalmente por Matorral Desértico Chihuahuense a través de las comunidades de Matorral Micrófilo y Matorral Rosetófilo, donde las principales especies son: gobernadora (*Larrea tridentata*), hojaseñ (*Flourensia cernua*), lechuguilla (*Agave lechuguilla*), ocotillo (*Fouquieria splendens*) con baja densidad de mezquite (*Prosopis glandulosa*) (Anónimo, 1983). En las laderas de la sierra con abundante pedregosidad se presenta el Matorral Rosetófilo el cual está representado por lechuguilla (*Agave lechuguilla*) y palma samandoca (*Yucca carnerosana*) y maguey cenizo (*Agave scabra*) (González, 2001).

### 4.3.2. Vegetación

Henrickson y Johnston (1997) propone la siguiente clasificación:

Matorral Desértico Chihuahuense: El desierto está cubierto principalmente por tres variantes de matorral, de 0.5-2m de altura que se distribuyen en los valles y laderas bajas de las sierras.

- a) Matorral Micrófilo: Se caracteriza por la dominancia de especies arbustivas en hojas pequeñas, algunas veces espinosas, por plantas crasas y abundantes efímeras, que crecen a lo largo de abanicos aluviales profundos, planicies, bajadas, valles y lomeríos suaves donde los suelos son de textura fina, relativamente profundos. Son frecuentes en estas áreas, *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua*, *Parthenium incanum*, *Cylindropuntia imbricata*, *Mimosa biuncifera*, entre otras.
- b) Matorral Rosetófilo: Se distingue por la predominancia de especies arbustivas o subarbustivas de hojas alargadas y estrechas, dispuestas en rosetas, especies de porte arbustivo, con tallo bien desarrollado, o bien con hojas basales, casi a nivel de suelo. Común en las partes bajas de las sierras, y a lo largo de abanicos aluviales con suelos profundos o en ocasiones calichosos. Predominan agaváceas de los géneros *Agave*, *Yucca*, *Dasyilirion*, y *Nolina* principalmente, donde también es frecuente especies de *Hechtia*, un género de bromeliáceas.
- c) Matorrales Halófilo y Gipsófilo: Se localizan en cuencas aisladas con drenaje interno, donde se propicia la acumulación de sedimentos salinos en valles o lagunas temporales y sobre suelos con altos contenidos de sales solubles, cloruros, carbonatos y sulfatos, o depósitos locales de yeso (calcio hidratado). La vegetación tiende a ser poco abundante y esparcida. Son frecuentes especies de los géneros *Atriplex*, *Suaeda*, *Tiquilia*, *Nama*, *Nerysirenia*, compuestas y algunas gramíneas.

## 4.4. Metodología

### 4.4.1. Diseño y muestreo de la vegetación

Se establecieron 40 sitios de manera selectiva a través de un gradiente altitudinal. El muestreo de la vegetación se realizó con el método de parcela (Mueller- Dombois y Ellenberg, 1974). La información de árboles se tomó en sitios de 500 m<sup>2</sup>, para arbustos se utilizó una parcela 100 m<sup>2</sup>, las herbáceas se evaluaron en parcelas de 2 m<sup>2</sup>. En cada sitio se cuantificó la altura y cobertura de copa de las especies presentes y para el caso de árboles se midió el diámetro a la base (figura 2).

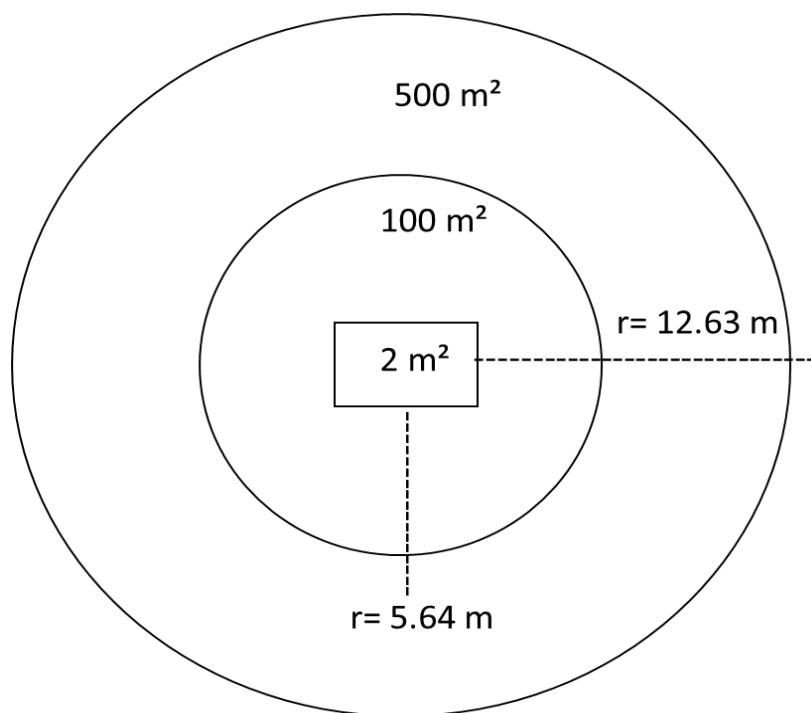


Figura 2 Diseño de parcelas de muestreo

Se recolectaron muestras botánicas de las especies que presentaron flores o frutos, las cuales se pusieron a disposición del herbario ANSM (Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro), la nomenclatura de estas se revisó en la base de datos: International Plant Name Index (<http://www.ipni.org>). Cada sitio de muestreo fue georreferenciado con un receptor GPS, además de registrar la altitud (tomada de un altímetro-barómetro).

#### 4.4.2. Clasificación del Matorral Xerófilo

Para clasificar la vegetación del área, se realizó un análisis de conglomerados (Cluster analysis) a través del método de Ward, mediante la técnica de Clasificación Jerárquica Politécnica Aglomerativa (Manly, 1986; Digby y Kempton, 1987) y el software NTSYSpc versión 2.0 (Rohlf, 1998), para obtener la clasificación de la vegetación se utilizó el índice de similitud de Morissita.

#### 4.4.3. Análisis de la estructura de la vegetación

Para la evaluación de la asociación de especies se calcularon los atributos de abundancia, frecuencia y dominancia absoluta y relativa por especie, hecho esto se realizó la sumatoria de dichos atributos para la obtención del Índice de Valor de Importancia (Mueller - Dombois y Ellenberg, 1974). Para lo cual se utilizaron las siguientes formulas:

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Numero de individuos de la especie } i}{\text{Area muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Numero de individuos de la especie } i}{\text{Total de individuos}} * 100$$

$$\text{Dominancia absoluta} = \frac{\text{Cobertura de copa de la especie } i}{\text{Area muestreada}}$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia por especie}}{\text{Dominancia total}} * 100$$

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{Numero de sitios con la especie } i}{\text{Numero total de sitios}}$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de la especie } i}{\text{Total de las frecuencias}} * 100$$

Con los valores relativos obtenidos se calcula el valor de importancia mediante la fórmula:

$$\text{V.I.R.} = \frac{\text{Abundancia rel.} + \text{Frecuencia rel.} + \text{Dominancia rel.}}{3}$$

#### 4.4. Cálculo de la diversidad en la comunidad estudiada

##### 4.4.1. Índice de Shannon – Wiener

Es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies de plantas de un hábitat (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 2004). El índice se calcula de la siguiente manera:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln (p_i)$$

Donde S es el número de especies presentes, Ln es logaritmo natural y pi es la proporción de las especies  $p_i = n_i / N$ ; donde  $n_i$  es el número de individuos de la especie  $i$  y N es el número total de individuos.

#### 4.4.2. Índice de equitatividad de Pielou

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 2004). Para fines prácticos los valores de este índice se transformaron a porcentajes (Moreno, 2001).

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Donde  $H'_{max} = \ln S$ , S es el número total de especies registradas.

#### 4.4.3. Índice de riqueza de Margalef

Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos (Magurran, 2004). Si esto no se mantiene, entonces el índice varía con el tamaño de muestra de forma

desconocida. Al usar  $S-1$ , en lugar de  $S$ , el índice de Margalef es cero cuando hay una sola especie (Moreno, 2001).

$$DMg = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Donde  $S$  es el número de especies registradas y  $N$  es el número total de individuos de todas las especies.

#### 4.4.4. Índice de dominancia de Simpson

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 2004; Peet, 1974). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como  $1 - \lambda$  (Lande, 1996).

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde  $p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.



## V. RESULTADOS

### 5.1. Composición florística

Como parte de la flora, se registraron un total de 245 especies, distribuidas en 45 familias y 180 géneros. Las familias con mayor riqueza son Cactaceae con (47) especies, Asteraceae (33), Poaceae (30), y Fabaceae (20). Se presenta un listado de especies con distribución en el sur del Desierto Chihuahuense, el cual proviene de colectas de ejemplares en campo durante los muestreos de la vegetación, así como de la revisión bibliográfica y del herbario ANSM de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (figura 3).

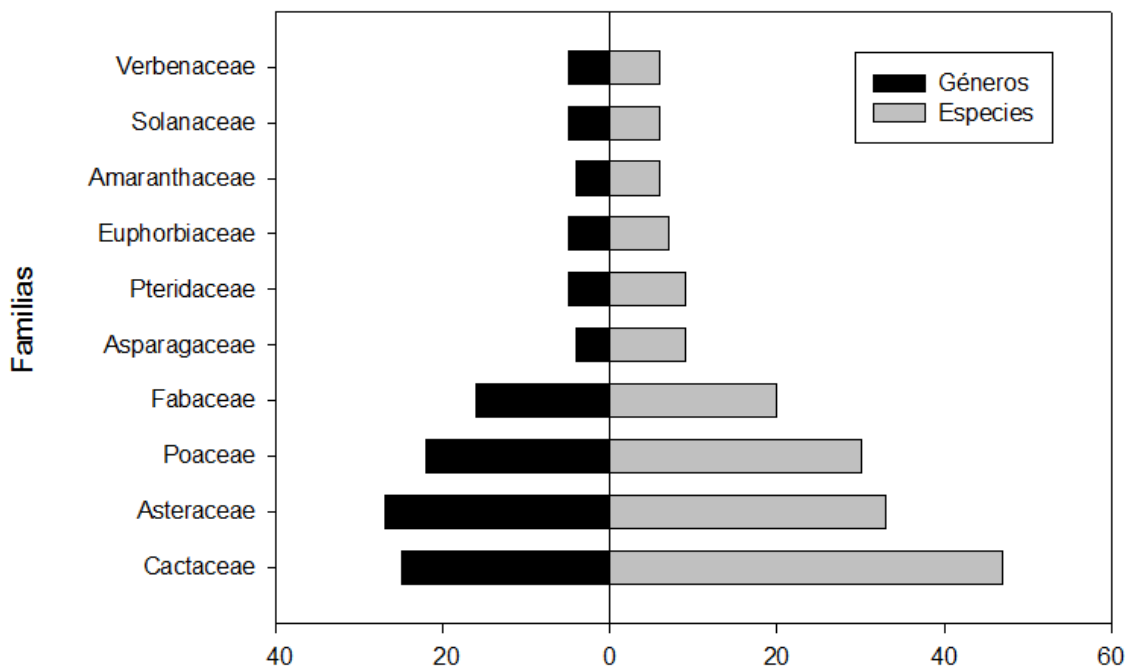


Figura 3 Familias con mayor riqueza de género y especies presentes en el sur del Desierto Chihuahuense

## 5. 2. Clasificación de las comunidades vegetales

Con la información registrada en los 40 sitios muestreados se produjo una matriz, la cual se utilizó para determinar el análisis de conglomerados aplicando la técnica de Ward (clasificación jerárquica). El análisis de conglomerados (Figura 4) delimitó la vegetación del área en tres grandes grupos o tipos de vegetación: Matorral Desértico Micrófilo (40% de similitud), Matorral Desértico Rosetófilo (50% de similitud) y Matorral Halófilo (20% de similitud).

En general, cada asociación se integra por elementos de los tres tipos de vegetación, por lo cual su diferenciación se debe a elevados valores estructurales de algunas especies como *Larrea tridentata*, *Agave lechuguilla*, *Flourensia cernua*, *Jatropha dioica*, *Atriplex acanthocarpa*, *Lycium leiospermum*.

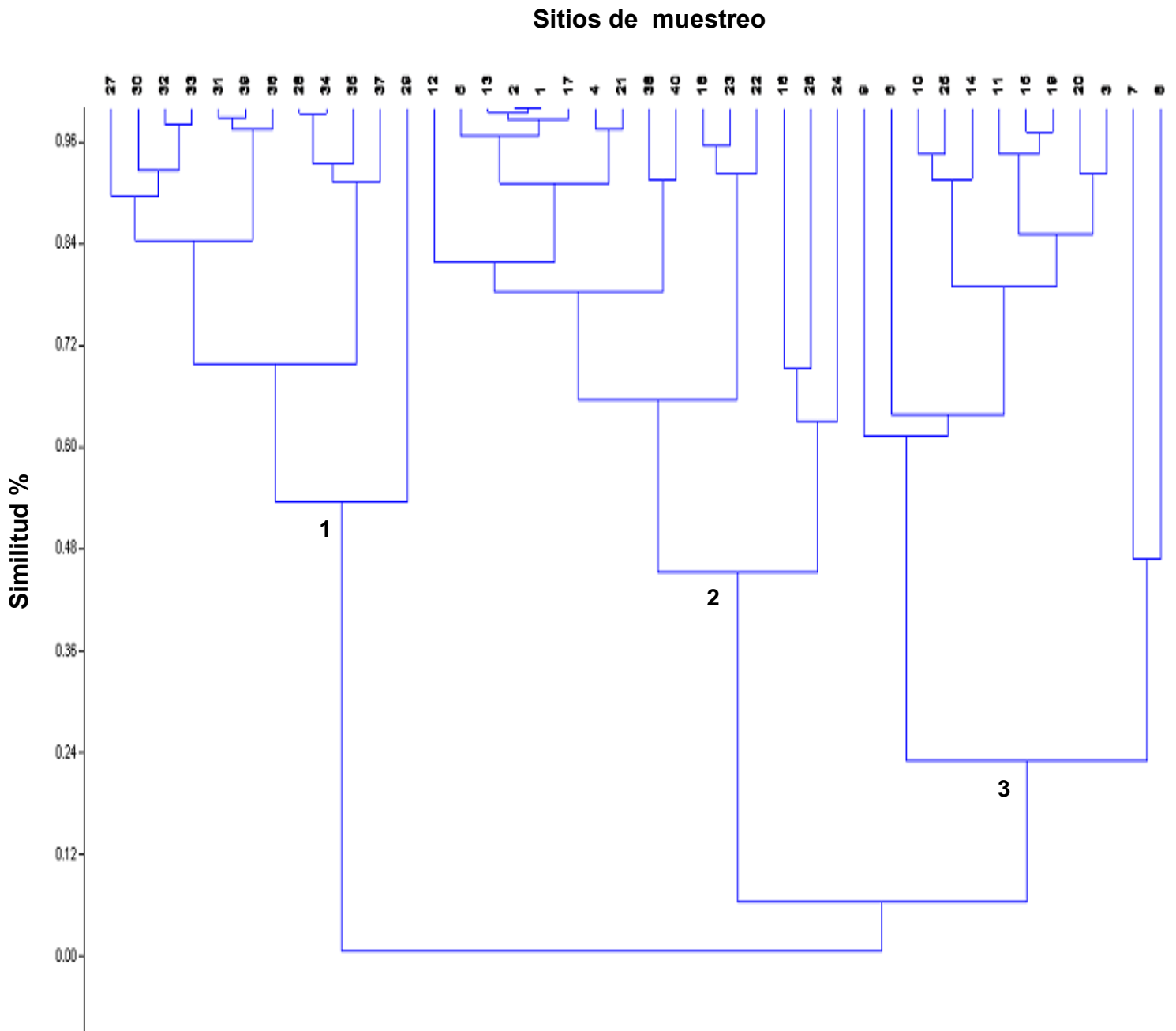


Figura 4 Clasificación de los sitios de muestreo

Para el grupo 1 (Matorral Desértico Rosetófilo) corresponden 12 sitios (27,28,,29,30,31,32,33,34,35,36,37,39,); para el grupo 2 (Matorral Desértico Micrófilo) comprende 16 sitios (1,2,4,5,12,13,16,17,18,21,22,23,24,26,38,40), para el grupo 3 (Matorral Halófilo) incluye 12 sitios (3,6,7,8,9,10,11,14,15,19,20,25).

### 5.3. Aspectos estructurales de las asociaciones del Matorral Xerófilo

A continuación se describen cada uno de los tipos de vegetación, considerando los aspectos fisonómicos, estructurales, además de la composición florística de cada una de las comunidades vegetales.

#### 5.3.1. Matorral Desértico Micrófilo *Larrea tridentata*-*Flourensia cernua*

Este tipo de vegetación es el más extenso de las zonas áridas y semiáridas de México. (Figura 5) Se localiza en valles y lomeríos con suelos profundos y poca pedregosidad, está dominado por arbustos micrófilos de 0.30 a 1.50 m de altura, así como algunos individuos arbóreos mayores de 1.5 m de alto.



Figura 5 Matorral Desértico Micrófilo *Larrea tridentata*-*Flourensia cernua*

Las dominantes son la gobernadora (*Larrea tridentata*) con una densidad de 1,408 ind ha<sup>-1</sup> y VIR de 23.511%, de manera codominante se presenta el hojaseñ (*Flourensia cernua*) con una densidad de 539 ind ha<sup>-1</sup> y VIR de 7.133%. Tales especies se asocian con la mariola (*Parthenium incanum*), el tatalencho (*Gymnosperma glutinosum*) y la

sangre de drago (*Jatropha dioica*) las cuales presentan 959, 551, 251 ind ha-1 respectivamente. De manera aislada y por su altura sobresale el ocotillo (*Fouquieria splendens*) con 55 ind ha-1 y altura media de 2.418 m. Se presenta menos abundantes la familia Cactaceae entre los presentes el peyote (*Lophophora williamsii*) tiene densidad de 20 ind ha-1, seguido por costillón *Ferocactus hamatacanthus* y bizanga *Mammillaria pottsii* ambas con 13 ind ha-1, en menor densidad se encuentran mancacaballo *Echinocactus horizonthalonius*, biznaga cónica *Neolloydia conoidea*, *Echinomastus mariposensis* y *Coryphantha posegeriana*, todas con 1 ind ha-1.

En el estrato arbóreo se registraron especies como mezquite (*Prosopis glandulosa*) y palma china (*Yucca filifera*) las cuales presentan densidad de 23 y 54 ind ha-1 respectivamente, con altura media de 4.443 m.

En el estrato herbáceo se presentó una elevada riqueza del zacate borreguero (*Dasyochloa pulchella*) el más abundante, con 56,296 ind ha-1 y VIR de 18.942%, seguido por *Iva dealbata* con 9,537 ind ha-1 y Zacate chino *Bouteloua ramosa* con 9,167 ind ha-1, en menor densidad y por último se encuentra Desparramado dubiano *Leptochloa dubia* y *Barroetia subuligera*, ambas con 93 ind ha-1.

Cuadro 1 Datos estructurales de las asociaciones del Matorral Desértico Micrófilo *Larrea tridentata-Flourensia cernua*

ESTRATO ARBÓREO							
Especies	Diam. Medio. (cm)	Altura Media (m)	Densidad (ind ha-1)	Dens. Rel. (%)	Dom. Rel. (%)	Frec. Rel. (%)	Vir. (%)
<i>Yucca filifera</i>	31.735	5.394	54	70.000	53.697	36.842	53.513
<i>Prosopis glandulosa</i>	22.600	3.492	23	30.000	46.303	63.158	46.487
<b>TOTAL</b>	<b>27.167</b>	<b>4.443</b>	<b>78</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>

ESTRATO ARBUSTIVO						
Especies	Altura Media (m)	Densidad (ind ha-1)	Dens. Rel. (%)	Dom. Rel. (%)	Frec. Rel. (%)	Vir. (%)
<i>Larrea tridentata</i>	1.396	1,408	21.304	40.640	8.590	23.511
<i>Parthenium incanum</i>	0.671	959	14.512	5.937	6.795	9.081
<i>Flourensia cernua</i>	1.268	539	8.160	8.752	4.487	7.133
<i>Jatropha dioica</i>	0.544	551	8.334	1.759	3.333	4.476
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	0.845	251	3.798	1.139	3.077	2.671
<i>Fouquieria splendens</i>	2.418	55	0.829	3.424	3.333	2.529
<i>Lophophora williamsii</i>	0.020	20	0.299	0.002	0.256	0.186
<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	0.254	13	0.199	0.013	1.795	0.669
<i>Mammillaria pottsii</i>	0.102	13	0.191	0.004	0.769	0.321
<i>Echinomastus mariposensis</i>	0.100	1	0.008	0.000	0.128	0.046
<i>Echinocactus horizontalonius</i>	0.040	1	0.008	0.000	0.128	0.046
<i>Neolloydia conoidea</i>	0.050	1	0.008	0.000	0.128	0.046
<i>Coryphantha poselgeriana</i>	0.050	1	0.008	0.000	0.128	0.046
<b>Otras especies (80)</b>	<b>0.771</b>	<b>6,608</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>

ESTRATO HERBÁCEO						
Especies	Altura Media (m)	Densidad (ind ha-1)	Dens. Rel. (%)	Dom. Rel. (%)	Frec. Rel. (%)	Vir. (%)
<i>Dasyochloa pulchella</i>	0.068	56,296	34.565	9.336	12.925	18.942
<i>Iva dealbata</i>	0.660	9,537	5.856	26.008	8.163	13.342
<i>Bouteloua ramosa</i>	0.256	9,167	5.628	4.309	6.122	5.353
<i>Leptochloa dubia</i>	0.400	93	0.057	0.069	0.680	0.269
<i>Barroetia subuligera</i>	0.200	93	0.057	0.017	0.680	0.251
<b>Otras especies (31)</b>	<b>113.250</b>	<b>162,870</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>

\*VIR: Dens Rel + Dom Rel + Frec Rel / 3

### 5.3.2. Matorral Desértico Rosetófilo *Agave lechuguilla*-*Jatropha dioica*

Se registra en laderas de cerros calizos y pedregosos de diversas zonas de la Altiplanicie y desciende hasta las partes superiores de los abanicos aluviales, en la base de los cerros, así como en laderas con exposición sur, entre los 1,800 y 2,500 m de altura (Figura 6).



Figura 6 Matorral Desértico Rosetófilo *Agave lechuguilla*-*Jatropha dioica*

Las especies dominantes son la lechuguilla (*Agave lechuguilla*), tiene una densidad de 7,759 ind ha<sup>-1</sup> y un Valor de Importancia Relativa de 26.524%. De manera codominante se presenta la sangre de drago (*Jatropha dioica*) con densidad de 1,648 ind ha<sup>-1</sup> y un VIR de 7.166%. Otra especie frecuente es la gobernadora (*Larrea tridentata*) con 527 ind ha<sup>-1</sup> y un VIR de 6.835%. Debido a una mayor cobertura la albarda (*Fouquieria splendens*) con 96 ind ha<sup>-1</sup> y VIR de 3.411%, muy sobresaliente en el paisaje del matorral. Las especies conocidas como candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*) y maguey cenizo (*Agave scabra*), con 1620 y 895 ind ha<sup>-1</sup> respectivamente. De manera

aislada, se puede apreciar un estrato arborescente la palma samandoca (*Yucca carnerosana*), con densidad de 60 ind ha<sup>-1</sup> y una altura media de 2.11 m. se presenta alta riqueza de especies de la familia Cactaceae como son: Biznaga partida de Durango *Coryphantha durangensis* con 128 ind ha<sup>-1</sup>, seguido de Biznaga *Mammillaria chionocephala* con 23 ind ha<sup>-1</sup>, en menor densidad especies como biznaga partida *Coryphantha poselgeriana*, *Thelocactus bicolor*, biznaga partida *Coryphantha delicata* todas con 1 ind ha<sup>-1</sup>.

En el estrato arbóreo se registró especies como mezquite (*Prosopis glandulosa*), palo roñoso (*Bonetiella anómala*) ambas con 10 ind ha<sup>-1</sup> y palma samandoca (*Yucca carnerosana*) con 35 ind ha<sup>-1</sup>, con altura media de 3.83 m.

En el estrato herbáceo las especies dominantes son zacate chino *Bouteloua ramosa* con 14,667 ind ha<sup>-1</sup> y VIR de 20.60%, el zacate borreguero (*Dasyochloa pulchella*) con 29,500 ind ha<sup>-1</sup> y zacate banderita *Bouteloua curtispindula* con 9,167 ind ha<sup>-1</sup>, en menor densidad especies como *Senna demissa*, *Machaeranthera pinnatifida*, *Notholaena aschenborniana* y helecho *Notholaena standleyi*, todas con 167 ind ha<sup>-1</sup>.



Cuadro 2 Datos estructurales de las asociaciones del Matorral Desértico Rosetófilo *Agave lechuguilla*-*Jatropha dioica*

ESTRATO ARBÓREO							
Especies	Diam. Medio. (cm)	Altura Media (m)	Densidad (ind ha-1)	Dens. Rel. (%)	Dom. Rel. (%)	Frec. Rel. (%)	Vir. (%)
<i>Yucca carnerosana</i>	32.625	3.838	35	63.636	15.184	50.000	42.940
<i>Prosopis glandulosa</i>	19.000	4.000	10	18.182	59.112	25.000	34.098
<i>Bonetiella anomala</i>	6.500	5.050	10	18.182	25.704	25.000	22.962
<b>TOTAL</b>	<b>19.375</b>	<b>4.296</b>	<b>55</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>

ESTRATO ARBUSTIVO						
Especies	Altura Media (m)	Densidad (ind ha-1)	Dens. Rel. (%)	Dom. Rel. (%)	Frec. Rel. (%)	Vir. (%)
<i>Agave lechuguilla</i>	0.595	7,759	49.536	23.274	6.763	26.524
<i>Jatropha dioica</i>	0.618	1,648	10.522	5.421	5.556	7.166
<i>Larrea tridentata</i>	1.271	527	3.363	12.313	4.831	6.835
<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	0.666	1,620	10.343	5.140	4.831	6.771
<i>Fouquieria splendens</i>	1.935	96	0.613	5.996	3.623	3.411
<i>Agave scabra</i>	0.588	895	5.712	4.725	2.657	4.365
<i>Yucca carnerosana</i>	2.110	60	0.383	1.080	0.725	0.729
<i>Coryphantha durangensis</i>	0.145	128	0.817	0.089	2.415	1.107
<i>Mammillaria chionocephala</i>	0.107	23	0.145	0.005	0.725	0.291
<i>Coryphantha poselgeriana</i>	0.110	1	0.009	0.000	0.242	0.083
<i>Thelocactus bicolor</i>	0.160	1	0.009	0.000	0.242	0.083
<i>Coryphantha delicata</i>	0.050	1	0.009	0.000	0.242	0.083
<b>Otras especies (72)</b>	<b>0.870</b>	<b>15,663</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>

ESTRATO HERBÁCEO						
Especies	Altura Media (m)	Densidad (ind ha-1)	Dens. Rel. (%)	Dom. Rel. (%)	Frec. Rel. (%)	Vir. (%)
<i>Bouteloua ramosa</i>	0.449	14,667	13.518	27.199	20.896	20.537
<i>Dasyochloa pulchella</i>	0.053	29,500	27.189	3.167	10.448	13.601
<i>Bouteloua curtipendula</i>	0.418	9,167	8.449	16.830	7.463	10.914
<i>Senna demissa</i>	0.310	167	0.154	0.206	1.493	0.617
<i>Machaeranthera pinnatifida</i>	0.300	167	0.154	0.082	1.493	0.576
<i>Notholaena aschenborniana</i>	0.220	167	0.154	0.063	1.493	0.570
<i>Notholaena standleyi</i>	0.120	167	0.154	0.048	1.493	0.565
<b>Otras especies (19)</b>	<b>0.324</b>	<b>108,500</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>

\*VIR: Dens Rel + Dom Rel + Frec Rel / 3

### 5.3.3. Matorral Halófilo de *Atriplex acanthocarpa*-*Lycium leiospermum*

Se localiza en cuencas aisladas con drenaje interno (cuencas endorreicas), (figura 7) en las que se proporciona la acumulación de sedimentos salinos, formando una serie de valles salinos o lagunas temporales, esta vegetación se compone principalmente de especies tolerantes a la salinidad.



Figura 7 Matorral Halófilo de *Atriplex acanthocarpa*-*Lycium leiospermum*

Las especies dominantes son propias de esta comunidad como saladillo (*Atriplex acanthocarpa*) con 3,893 ind ha<sup>-1</sup> y Valor de Importancia Relativa (en lo sucesivo VIR) de 26.276%, seguido por *Lycium leiospermum* con 4,832 ind ha<sup>-1</sup> y VIR de 23.507%, chamizo *Atriplex obovata* con 1,649 ind ha<sup>-1</sup>, en menor densidad se presenta coyonoxtle (*Cylindropuntia imbricata*) con 15 ind ha<sup>-1</sup>, corona de cristo (*Koeberlinia spinosa*) con 36 ind ha<sup>-1</sup>. Así mismo, se registraron pocas especies de la familia Cactaceae, siendo biznaga pezón de seis lados (*Thelocactus hexaedroforus*) la de mayor registro con 7 ind ha<sup>-1</sup>, costillon (*Ferocactus hamatacanthus*) con 3 ind ha<sup>-1</sup>, Biznaga tonel mancacaballo

*Echinocactus texensis* y bizanga china *Mammillaria heyderi* ambas con 1 ind ha<sup>-1</sup>, todas catalogadas como de lento crecimiento y difícil regeneración.

En el estrato arbóreo únicamente se registró la especie de mezquite (*Prosopis glandulosa*) con 585 ind ha<sup>-1</sup>, con altura media de 3.9 m.

En el estrato herbáceo las especies dominantes son el zacate rueda (*Cyclostachya stolonifera*) con 78,409 ind ha<sup>-1</sup> el de mayor dominancia con VIR de 20.092%, proseguido por peinitos (*Acourtia nana*) con 40,682 ind ha<sup>-1</sup>, zacate toboso (*Hilaria mutica*) con 15,455 ind ha<sup>-1</sup>, en menor densidad se registró el zacate temprano (*Setaria leucopila*) con 455 ind ha<sup>-1</sup>.

Cuadro 3 Datos estructurales de las asociaciones del Matorral Halófilo de *Atriplex acanthocarpa*-*Lycium leiospermum*

ESTRATO ARBÓREO							
Especies	Diam. Medio. (cm)	Altura Media (m)	Densidad (ind ha-1)	Dens. Rel. (%)	Dom. Rel. (%)	Frec. Rel. (%)	Vir. (%)
<i>Prosopis glandulosa</i>	18.906	3.900	585	100.000	100.000	100.000	100.000
<b>TOTAL</b>	<b>18.906</b>	<b>3.900</b>	<b>585</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>

ESTRATO ARBUSTIVO							
Especies	Altura Media (m)	Densidad (ind ha-1)	Dens. Rel. (%)	Dom. Rel. (%)	Frec. Rel. (%)	Vir. (%)	
<i>Atriplex acanthocarpa</i>	0.666	3,893	33.540	31.538	13.750	26.276	
<i>Lycium leiospermum</i>	0.436	4,832	41.626	13.895	15.000	23.507	
<i>Atriplex obovata</i>	0.573	1,649	14.209	13.123	9.375	12.235	
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	0.647	15	0.126	0.412	5.625	2.055	
<i>Koeberlinia spinosa</i>	1.463	36	0.310	1.629	1.250	1.063	
<i>Thelocactus hexaedroforus</i>	0.090	7	0.057	0.002	0.625	0.228	
<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	0.145	3	0.023	0.002	1.250	0.425	
<i>Echinocactus texensis</i>	0.100	1	0.011	0.001	0.625	0.212	
<i>Mammillaria heyderi</i>	0.030	1	0.011	0.000	0.625	0.212	
<b>Otras especies (18)</b>	<b>0.725</b>	<b>11,608</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	

ESTRATO HERBÁCEO						
Especies	Altura Media (m)	Densidad (ind ha-1)	Dens. Rel. (%)	Dom. Rel. (%)	Frec. Rel. (%)	Vir. (%)
<i>Cyclostachya stolonifera</i>	0.078	78,409	42.751	6.414	11.111	20.092
<i>Acourtia nana</i>	0.160	40,682	22.181	2.911	25.000	16.697
<i>Hilaria mutica</i>	0.525	15,455	8.426	22.628	11.111	14.055
<i>Setaria leucopila</i>	0.450	455	0.248	0.648	2.778	1.225
<b>Otras especies (9)</b>	<b>0.285</b>	<b>183,409</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>

\*VIR: Dens Rel + Dom Rel + Frec Rel / 3

#### **5.4. Diversidad y riqueza de las asociaciones del Matorral Xerófilo**

El índice de diversidad se calculó con el índice de Shannon-Wiener, con los datos obtenidos podemos observar la comunidad vegetal con mayor diversidad por estrato. En cuanto el estrato arbóreo el Matorral Desértico Rosetófilo presento el mayor índice de diversidad con 1.04 nats, seguido por el Matorral Desértico Micrófilo con 0.658 nats. (El índice de entropía de Shannon se expresa en unidades llamadas nats. mientras en el estrato arbustivo el Matorral Desértico Rosetófilo con 3.947nats registró el mayor índice de diversidad seguido por el Matorral Desértico Micrófilo con 3.790 nats, por último en el estrato herbáceo el Matorral Desértico Micrófilo con el mayor índice de diversidad con 3.183 nats, seguido por el Matorral Desértico Rosetófilo con 2.876 nats. (Cuadro 4). La equitatividad es un indicador de la distribución proporcional de especies en una comunidad vegetal, a mayor equitatividad menos especies dominantes y a menor equitatividad mayores especies dominantes. En el estrato arbóreo el Matorral Desértico Micrófilo con un valor de 94.949% seguido por el Matorral Desértico Rosetófilo con un valor de 94.631%, donde mostraron valores altos (mayor al 90%). (Cuadro 4). La dominancia es un indicador de aquellas especies más abundantes, el cual está influenciado por la densidad ( $\text{ind ha}^{-1}$ ) de cada especie, entonces los valores cercanos a cero indican la ausencia de una o más especies dominantes y por lo tanto es más diverso, caso contrario a valores cercanos a uno, donde representa la dominancia de solo algunas especies. Las comunidades vegetales con mayor dominancia, se encontró en el Matorral Halófilo en el estrato arbustivo con valor de 0.308, y en el estrato herbáceo nuevamente el Matorral Halófilo con valor de 0.249. (Cuadro 4).

Cuadro 4 Riqueza de especies, Índice de diversidad, Equitatividad y Dominancia del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo de las asociaciones vegetales del Matorral Xerófilo del sur del Desierto Chihuahuense

<b>MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO</b>				
<b>Estrato</b>	<b>Riqueza (número de especies)</b>	<b>Índice de diversidad (nats)</b>	<b>Equitatividad (%)</b>	<b>Índice de dominancia</b>
<b>Arbóreo</b>	2	0.658	94.949	0.58
<b>Arbustivo</b>	93	3.79	83.609	0.093
<b>Herbáceo</b>	35	3.183	89.536	0.146
<b>MATORRAL DESÉRTICO ROSETÓFILO</b>				
<b>Estrato</b>	<b>Riqueza (número de especies)</b>	<b>Índice de diversidad (nats)</b>	<b>Equitatividad (%)</b>	<b>Índice de dominancia</b>
<b>Arbóreo</b>	3	1.04	94.631	0.471
<b>Arbustivo</b>	85	3.947	88.836	0.273
<b>Herbáceo</b>	26	2.876	88.275	0.134
<b>MATORRAL HALÓFILO</b>				
<b>Estrato</b>	<b>Riqueza (número de especies)</b>	<b>Índice de diversidad (nats)</b>	<b>Equitatividad (%)</b>	<b>Índice de dominancia</b>
<b>Arbóreo</b>	1	---	---	1
<b>Arbustivo</b>	27	2.737	83.04	0.308
<b>Herbáceo</b>	13	2.296	89.513	0.249

## 5.5. Especies vegetales endémicas y/o en peligro de extinción

Durante los muestreos y recorridos de campo se observó una alta riqueza de especies de la familia Cactaceae, algunas de estas se encuentran bajo algún estatus de conservación en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se encuentran en alguna categoría de riesgo: (E) = Probablemente extinta en el medio silvestre; (P) = En peligro de extinción; (A) = Amenazadas y (Pr) = Sujetas a protección especial.

Cuadro 5 Especie del sur del Desierto Chihuahuense que se encuentra bajo un estatus en la NOM-59-SEMARNAT-2010

Familia	Especie	Nombre Común	Estatus
CACTACEAE	<i>Coryphantha durangensis</i>	Biznaga partida de Durango	Protección especial,
	<i>Lophophora williamsii</i>	Peyote	Protección especial
	<i>Leuchtenbergia principis</i>	Cactuagave	Amenazada
	<i>Ferocactus pilosus</i>	Biznaga colorada	Protección especial
	<i>Glandulicactus uncinatus</i>	Ganchuda	Amenazada
	<i>Coryphantha delicata</i>	Biznaga bola	Protección especial
	<i>Coryphantha poselgeriana</i>	Biznaga espinosa	Amenazada
	<i>Echinomastus mariposensis</i>	Biznaga bola de mariposa	Amenazada
	<i>Peniocereus greggii</i>	Huevos de venado	Protección especial
	<i>Manfreda brunnea</i>	Amole de huaco	Amenazada

SIMBOLOGIA: A: Amenazada; \*Pr: Protección especial, E: Endémica

## VI. DISCUSIÓN

### 6.1. Composición florística

De la flora registrada correspondiente a 45 familias, 180 géneros y 245 especies este conjunto representa el 53.06% del total de especies encontradas para el área de estudio, estos resultados concuerda con lo descrito por Rzedowski (1991), menciona que las familias mejor representadas para el norte de México, son las Asteráceas, Poáceas, y Cactáceas. Mientras (Villarreal, 2001), en su trabajo Flora de Coahuila que reporta 147 familias, 923 géneros y 3,207 especies, mientras que Alba *et al.*, (2011), en un estudio de la Flora, Vegetación y Fitogeografía de la Sierra de Jimulco registró 78 familias, 241 géneros, 362 especies. La CONAP (2014) en el Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida “Reserva de la Biosfera Desierto Semiárido de Zacatecas” reporto 48 familias y 467 especies; mientras Villaseñor (2003) en el estudio Diversidad y Distribución de las Magnoliophyta de México reporta para Zacatecas 136 familias, 708 géneros y 2,251 especies, y para el estado de Durango reporta 157, familias, 900 géneros, 3,288 especies. Otro estudio para la Sierra de Zapalinamé Flores (2015) menciona que las principales familias son Asteraceae, Cactaceae y Poaceae. Donde las familias con mayor riqueza de especies son Cactácea, Asteraceae, Poaceae, y Fabaceae esto coincide con Lara (2011) para la Sierra el Mascarón, en el norte de Zacatecas. Para la flora de México (Rzedowski, 2006), y para la flora de Coahuila (Villarreal, 2001).

La flora registrada de las asociaciones del Matorral Xerófilo del sur del Desierto Chihuahuense, están influenciados por la Provincia Altiplanicie, las características de esta área dominan arbustos de tipo xéricos, perennes y elementos herbáceos efímeros, donde las variaciones en las características edáficas y topográficas, son las causantes en la determinación de las asociaciones vegetales (Rzedowski, 2006). Están dominadas por arbustos bajos, espinosos e inermes, adaptados para soportar los climas secos y semicálidos que dominan en la provincia.



Dentro de la composición de especies del Matorral Xerófilo del sur del Desierto Chihuahuense se registraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, (cuadro 4). En un estudio de elemento endémico del Desierto Chihuahuense (Villarreal *et al.*, 2017) menciona las familias con mayor cantidad de endemismos a las Cactaceae, Asteraceae, Boraginaceae y Brassicaceae y los géneros con mayor número de taxa como la *Coryphantha*, *Echinocereus*, *Mammillaria* y *Turbinicarpus*. Para el sureste de Coahuila de acuerdo con Villarreal y Encina (2005) se registraron las especies *Acacia glandulifera*, *Flourensia microphylla* y *Quercus saltillensis*. Por otra parte *Pinus pinceana* una especie endémica de México (Villarreal *et al.*, 2009), se presenta en la transición entre la vegetación Xerófila y Mesófila.

## 6.2. Estructura de las asociaciones del Matorral Xerófilo

El área estudiada pertenece a la provincia florística del Altiplano Mexicano (Rzedowski, 2006), donde están representadas las comunidades vegetales de Matorral Desértico Micrófilo, Matorral Desértico Rosetófilo y Matorral Halófilo.

En la asociación Matorral Desértico Micrófilo *Larrea tridentata*-*Flourensia cernua*, donde *Larrea tridentata* presenta una densidad y valor de importancia de (1,408 ind ha<sup>-1</sup> y VIR de 23.511%), La especie dominante de esta comunidad es la gobernadora (*Larrea tridentata*), la cual según Villarreal y Valdés (1992-93), es la especie característica de los Matorral Micrófilo descrito para el estado de Coahuila. Este matorral presenta características similares al Matorral Desértico de Rzedowski (1956) para Zacatecas y San Luis Potosí, donde el matorral no sobrepasa el 1.6 m de altura y la vegetación de *Larrea* y *Flourensia* forma un tapiz uniforme que cubre áreas muy grandes. En otro estudio el matorral de *Flourensia cernua*-*Larrea tridentata*, es similar al Matorral Micrófilo descrito por Mata (2010), Muller (1947) y Villarreal y Valdés (1992-93) para Coahuila, la diferencia más notable es que *Flourensia cernua* es la especie dominante y no *Larrea tridentata*, la mayor contribución en la estructura de *Flourensia cernua* se relaciona con el descenso en la altitud, la cual, de acuerdo a Rzedowski (2006).

En la asociación del Matorral Desértico Rosetófilo *Agave lechuguilla*-*Jatropha dioica*, la especie *Agave lechuguilla* presenta valores altos en densidad y valor de importancia (7,759 ind ha<sup>-1</sup> y VIR de 26.524%). Estos valores son inferiores al estudio de Flores y Perales (1989) quienes reportan densidades superiores a los 20,000 ind/ha para esta especie en el estado de Coahuila. Por lo anterior esto concuerda con las especies registradas para la región del Desierto Chihuahuense en los estudios de Granados *et al.* (2011), Rzedowski (2006); y Henrickson y Johnston (1983) quienes mencionan que esta comunidad se mezcla con elementos propios del Matorral Micrófilo como *Larrea tridentata*, *Parthenium incanum* y *Mimosa zygophylla* entre otras.

En el trabajo de la Sierra de Zapalinamé Flores (2015) registró cuatro asociaciones del Matorral Rosetófilo donde dominan las especies *Agave lechuguilla*, *Parthenium incanum*, *Dasyllirion cedrosanum* y *Purshia plicata*.

En la asociación del Matorral Halófilo *Atriplex acanthocarpa-Lycium leiospermum* esta comunidad se compone principalmente de especies tolerantes a la salinidad, donde *Atriplex acanthocarpa* presenta una densidad (3,893 ind ha<sup>-1</sup>). La vegetación característica de suelos con alto contenido de sales solubles pueden asumir formas diversas, florística, fisonómica y ecológicamente muy disimiles, que pueden dominar en ellas formas herbáceas, arbustivas y aun arbóreas (Rzedowski, 2006). Valdes y Flores (1988) calcularon que en México existe alrededor de 850 especies de 79 familias de angiospermas que crecen bajo condiciones de salinidad en donde el cloruro de sodio (sal común) y el sulfato de calcio anhidro (yeso) son las sales predominantes.

### 6.3. Diversidad y riqueza de las asociaciones del Matorral Xerófilo

Para este estudio la mayor diversidad la obtuvo la asociación del Matorral Desértico Rosetófilo de *Agave lechuguilla-Jatropha dioica* en el estrato arbustivo con (3.947 nats), seguido por el Matorral Desértico Micrófilo con (3.790 nats), que de igual manera concuerda con Encina *et al.* (2013) Para el centro-sur de Coahuila, que para esta asociación obtuvo una alta riqueza de especies, en este caso se debe a la transición entre dos provincias fisiográficas, lo que influye de manera directa en el Índice de Margalef ya que en estas áreas de transición, que de acuerdo con Hansen *et al.*, 1988; Hernández *et al.*, 2001 y Huerta y García, 2004, mencionan que estas áreas poseen mayor riqueza de especies. Son las asociaciones con los mayores valores del índice de diversidad, y de equitatividad además de tener una mayor riqueza de especies, lo cual incide en altos valores del índice de riqueza de Margalef, sin embargo en los valores del índice de dominancia tienen los valores más bajos, lo cual nos indica que en esta comunidad aun y cuando tiene un alta riqueza de especies, son pocas las especies que tienen la dominancia estructural de la vegetación.

En cuanto a la equitatividad de las comunidades vegetales del Matorral Desértico Micrófilo y Matorral Desértico Rosetófilo presentaron valores altos (mayor a 90%) lo que indica que las especies están próximas a alcanzar la máxima distribución proporcional o uniforme en la abundancia, similar a lo que reportó Lara (2011) para la Sierra el Mascaron en el norte de Zacatecas, comparada con lo obtenido por (Encina *et al.* (2012) para el Matorral Submontano reportó una equitatividad del 68.58% lo que indica que para esta comunidad existe variación en cuanto a la distribución proporcional de especies.

El índice de dominancia es bajo para las comunidades vegetales del matorral Desértico Micrófilo y Matorral Desértico Rosetófilo esto debido a la alta equitatividad, lo que indica que no hay presencia de especie dominante en la estructura de la vegetación, por otra parte de acuerdo con Romero (1999) este valor es debido a que el índice disminuye con el incremento del número de muestras y por ello la abundancia de especies aumenta.

## VII. CONCLUSIONES

Las comunidades vegetales que se distribuyen en el área estudiada, presentan dominancia fisonómica y estructural por especies arbustivas propias de la provincia florística de la Altiplanicie, ya que domina flora nativa de las zonas áridas y semiáridas de México.

El Matorral Desértico Rosetófilo presentó un alto valor de diversidad, alberga además una elevada riqueza de especies de cactáceas, algunas de ellas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo algún estatus de conservación. Mientras que el Matorral Halófilo presentó una baja diversidad debido a las condiciones del suelo no son favorables para el tipo de vegetación.

En el área estudiada la distribución de las comunidades vegetales está condicionada con el tipo de suelo, altitud y microrelieve, de esta forma el Matorral Desértico Micrófilo crece en valles y lomeríos con suelos profundos y poca pedregosidad, el Matorral Desértico Rosetófilo se caracteriza por crecer en laderas de cerros calizos y pedregosos, mientras que el Matorral Halófilo crece en valles salinos o lagunas temporales, con suelos de alto contenido de sales solubles.

El Matorral Desértico Micrófilo está dominado por arbustos micrófilos donde *Larrea tridentata* es la especie dominante. El Matorral Desértico Rosetófilo la especie representativa es la *Agave lechuguilla*, el Matorral Halófilo esta vegetación se compone principalmente de especies tolerantes a la salinidad como *Atriplex acanthocarpa*.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

Elaborar un estudio enfocado a conocer la distribución, dinámica poblacional de las especies endémicas y listadas en estatus de conservación de acuerdo a la NOM- 059-SEMARNAT-2010.

Elaborar un calendario fenológico de especies de importancia ecológica y las que se encuentren en estatus de conservación, para colecta de germoplasma y posterior propagación por centros de investigación.

Elaborar un programa de manejo para el control del pastoreo para proteger las especies que se presenta en los matorrales estudiados, con la finalidad de mantener la estructura y composición propia de las áreas con apacentamiento moderado.

## VIII. LITERATURA CITADA

- Alanís, G. J., Cano, G., y Rovalo, M. 1996. Vegetación y Flora de Nuevo León. Una Guía Botánico-Ecológica. Impresora Monterrey, S. A. de C. V. México. 251 p.
- Alanís, R. E., J. Jiménez, A. Valdecantos, M. Pando, O. Aguirre y Treviño E., 2011. Caracterización de regeneración leñosa post-incendio de un ecosistema templado del Parque Ecológico Chipinque, México. Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 17(1):31-39.
- Alanís, R.E., Jiménez, J., Aguirre, O.A., Treviño, J. E., Jurado, E., y González, M.A. 2008. Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del Matorral Espinoso Tamaulipeco. Revista Ciencia UANL 11(1):56-62.
- Alanís, R.E., Mora, O.A, Jiménez, P.J., González, T.M., Yerena, Y.J., Martínez, A.J., y González, R.L. 2015. Composición y diversidad del matorral desértico rosetófilo en dos tipos de suelo en el noreste de México. Acta Botánica Mexicana 110:105-117.
- Alba, A, J. A. (2011) Flora, vegetación y fitogeografía de la Sierra de Jimulco, Coahuila, México.
- Alvís, G. J. 2009. Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. Rev. Bio. Agro 7(1):115-122.
- Anónimo, 2010. Programa de manejo de la Sierra de Zapalinamé. Protección de la Fauna Mexicana A.C. Saltillo, México. 289 p.
- Anónimo. 1983. Síntesis Geográfica de Zacatecas, México. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D.F. 163 p.

- Anónimo. 2010. Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. Norma Oficial Mexicana NOM-59- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 77 pp.
- Balleza, J. J. y J. L. Villaseñor. 2011. Contribución del estado de Zacatecas (México) a la conservación de la riqueza florística del Desierto Chihuahuense. *Acta Botánica Mexicana* 94: 61-89.
- Canizales, C., G. Alanís, S. Favela, M. Torres, E. Alanís, J. Jiménez, H. Padilla, 2010. Efecto de la actividad turística en la diversidad y estructura del bosque de galería en el noreste de México. *Ciencia UANL*. 13(1): 55-63.
- Canizales, P. A., Alanís, R. E., Aranda, R.R., Mata J. M., Jiménez, J., Alanís, G., Uvalle, J.I. y Ruiz, M.G. 2009. Caracterización estructural del matorral submontano de la Sierra Madre Oriental, Nuevo León. *Revista Chapingo. Serie Ciencia Forestal y Ambiental* 15:115-120.
- Challenger, A. y Soberón, J. 2008. Los ecosistemas terrestres, en *Capital natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México, 87-108 p.
- Cloudsley, J. L. 1977. *Man and the Biology of Arid Zones*. University Park Press. Baltimore, USA. 255 pp.
- CONABIO. 1998. *La diversidad biológica de México: Estudio de País*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México. 281 pp.
- De Candolle, A. P. 1820. *Essai élémentaire de Géographie Botanique*. In: Blanca, G. y F. Valle. 1986. *Plantas endémicas de Andalucía Oriental*. Monografías de flora y vegetación Bética 1: 1-53.



- Digby, P. G., y R. A. Kempton. 1987. Multivariate analysis of ecological communities. Chapman & Hall. Londres. 206 p.
- Dufrène, M. y P. Legendre. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67:345 – 366.
- Encina, D.J., Gómez, P.S. y Valdés, R.J. 2012. Composición florística y ecología del matorral submontano de rosáceas de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* 6(1):143-156.
- Encina, D.J., Meave, A. J. y Zárata, L.A. 2013. Structure and woody species diversity of the *Dasyllirion cedrosanum* (Nolinaceae) rosette scrub of central and southern Coahuila State, Mexico. *Botanical Sciences* 91(3):335-347.
- Espinosa, D. S., Ocegueda, C. Aguilar, O. Flores y J. Llorente. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. In: Capital natural de México; Conocimiento actual de la biodiversidad (CONABIO). México. pp: 33-65.
- Flores, F.J.D. y Perales, G.J.M. 1989. Primer reporte nacional de las plagas asociadas a la lechuguilla *Agave lechuguilla* Torrey. *Agraria* 5:57-73.
- Flores, H.C. 2015. Estructura y Diversidad del Matorral Desértico Rosetófilo de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. 58 p.
- Gadow K.V., Sánchez O.S. & Álvarez J.G. 2007. Estructura y Crecimiento del Bosque. Universidad de Göttingen, Alemania. 287 pp.
- García, E. 1964. Modificaciones al sistema climático de Köppen. 1a. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

- González, F. 2001. Las comunidades vegetales de México. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F.81p.
- González, M. F. 2004. Las comunidades vegetales de México. Segunda edición, editorial del deporte mexicano, México D.F. 81 p.
- Granados, D., Sánchez, A., Granados, R.L. Y Borja, A. 2011. Ecología de la vegetación del Desierto chihuahuense. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 17: 111-130.
- Hansen, A.J., Di Castri, F. y Naiman, R.J. 1988. Ecotones: what why? En: Di Castri F., Hansen A.J. y Hollands M.M. Eds. A New Look at Ecotones: Emerging International Projects on Landscape Boundaries. Biology International Special Issue 17. International Union of Biological Science, Paris 9-46 p.
- Henrickson, J and M.C. Johnston, 1983. Vegetation and community types of the Chihuahuan Desert. in Second symposium on resources of the Chihuahuan Desert Region, U.S. and México (Barlow, J.C., Powell, A.M. and B.N Timmermann, eds). Pp, 20-39 Sul Ross State University, Alpine, Texas.
- Henrickson, J. y Johnston, M. C. 1997 (prepublication). A flora of the chihuahuan Desert Region. Published by J. Henrickson. Los Ángeles, California. 1687 pp.
- Henrickson, J. y M. C. Johnston. 2007. A flora of the Chihuahuan Desert Region. Published by J. Henrickson. Los Angeles, USA. 1695 pp.
- Henrickson, J.1977. Saline habitats and halophytic vegetation of the Chihuahuan Desert Region. Pp. 289-314. in transactions of the symposium on the biological resources of the Chihuahuan Desert Region, US, and Mexico (wauer R.H. and D.H Riskind, eds.) U.S.D.I., National Park service, Proceed. & Trans Series 3: 285-314, Washington, D.C.

- Hernández, H. M., Gómez, C. y Goettsch, B. 2004. Checklist of chihuahuan Desert Cactaceae. *Harvard Papers in Botany* 9 (1): 51-68.
- Hernández, H., Gómez, C. y Barcenas, R. 2001. Diversity, spatial arrangement, and endemism of Cactaceae in the Huizache area, a hot-spot in the Chihuahuan Desert. *Biodiversity and Conservation* 10:1097-1112.
- Herrera, Y., Peterson, P. M y Valdés, J. 2008. *Bouteloua* (Poaceae Chloridoideae: Cynodonteae) del noreste de México. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* 2(2): 917-981.
- HOYT, A. C. 2002. The Chihuahuan Desert: Diversity at Risk. *Endangered Species Bulletin* 27(2): 16-17.
- Huerta, M.F. y García, M.E. 2004. Diversidad de especies perennes y su relación con el ambiente en un área semiárida del centro de México: implicaciones para la conservación. *Interciencia* 29(8):435-444.
- INEGI. 1987a. Chihuahua. Mapa 1.2, Fisiografía, escala 1:2 000 000. INEGI, México, D.F.
- INEGI. 2009. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Guía para la interpretación de cartografía y uso de suelo de la vegetación: Escala 1:250 000. Serie III. Aguascalientes.
- Jiménez, J., E. Alanís, J.L. Ruiz, M.A. González, J.I. Yerena y G.J. Alanís, 2012. Diversidad de la regeneración leñosa del matorral espinoso tamaulipeco con historial agrícola en el noreste de México. *Ciencia UANL*. 15(2):66-71.
- Jiménez, J.P., Alanís, E., Aguirre, O., Pando, M. y González, M. 2009. Análisis sobre el efecto del uso del suelo en la diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco. *Madera y Bosques* 15:5-20 p.

- Krebs C.J. 1985. *Ecología – Estudio de la Distribución y la Abundancia*. 2a ed. Editorial Harla. México.
- Krebs C.J. 1998. *Ecological Methodology*. 2a ed. Publicaciones Addison-Welley. Menlo Park, Canadá.
- Lara, R.E. 2011. *Estructura y diversidad de la vegetación en una porción de la sierra el mascarón, en el norte de Zacatecas, México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. 54 p.
- León, J. D., G. Vélez y A. Yepes. 2009. Estructura y composición florística de tres robledales en la región norte de la cordillera central de Colombia. *Rev. Biología tropical*. 57(4): 1165-1182.
- Magurran, A.E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Science, Oxford, U.K. 215 p.
- Manly, B. F. 1986. *Multivariate methods*. Chapman & Hall. Londres. 159 p.
- Marcelo, J., C. Reynel, P. Zevallos, F. Bulnes, A. Pérez, 2007. Diversidad, composición florística y endemismos en los bosques estacionalmente secos alterados del distrito de Jaén, Perú. *Ecología Aplicada*. 6(1-2): 9-22.
- Mata, R.E. 2010. *Estructura, diversidad y aspectos ecológicos del matorral xerófilo en una zona de transición florística del centro-este de Coahuila, México*. Tesis Profesional. Departamento Botánica, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México. 76 p.
- Moore, M. 2014. The origin and evolution of gypsum endemic plants in the Chihuahuan Desert. Disponible en: <http://www.oberlin.edu/faculty/mmoore/gypsophily.html> (con sultado en octubre 2014).

- Morafka, D. 1977. A biogeographical analysis of the Chihuahuan Desert through its herpetofauna. University of Southern California. Los Angeles, USA. 313 pp.
- Moreno, E.C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M y T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, España. 84 p.
- Mostacedo, B. y Fredericksen, T. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia. 87 p.
- Mueller, D.D. y Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley y Sons. Inc. Nueva York. 547 p.
- Müller, CH, 1947. Vegetation and climate of Coahuila, México. Madroño 9: 33-37.
- Navar, J. J. y E. González E. 2009. Diversidad, estructura y productividad de bosques templados de Durango, México. Polibotánica. 27: 71-87.
- Noy-Meir, I., M. Mascó, M. Giorgis, D. Gurvich, D. Perazzolo, y G. Ruiz, 2012. Estructura y diversidad de dos fragmentos del bosque de Espinal en Córdoba, un ecosistema amenazado. Bol. Soc. Argent. Bot. 47(1-2): 119- 133.
- Peet, R. K. 1974. The measurement of species diversity. Annual Review of Ecology and Systematics 5:285-307.
- Ramírez, A. 2006. Ecología: Métodos de Muestreo y Análisis de Poblaciones y Comunidades. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Colombia Bogotá. 271 p.
- Rangel, O. y Velázquez, A. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. Colombia diversidad biótica II. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Editorial Guadalupe Ltda. Bogotá, Colombia. 59-83 p.

- Rohlf, F.J. 1998. NTSYSpc. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis Version 2.0. Applied Biostatistics Inc., New York.
- Romero, G. 1999. Caracterización ecológica y definición de esquemas de muestreo en el Matorral Espinoso Tamaulipeco del Nordeste de México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales. Linares, Nuevo León, 72 p.
- Rzedowski, J. 1956. Notas sobre la flora y la vegetación del estado de San Luis Potosí. III. Vegetación de la región de Guadalcazar. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México 27: 169-228.
- Rzedowski, J. 1973. Geographical relationships of the flora Mexican dry regions. En: Rzedowski, J. 1991. El endemismo en la flora fanerogámica Mexicana: una apreciación analítica preliminar. Acta Botánica Mexicana 15: 47-64.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Act.Bot.Mex. 14: 3-21.
- Rzedowski, J. 1991a. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Acta Botanica Mexicana 14: 3-21.
- Rzedowski, J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Acta Botánica Mexicana 14:3-21.
- Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.
- Sainz, H. y J.C. Moreno. 2002. Flora vascular endémica española. In: Pineda, F. D., J. M. de Miguel, M. A. Casado y J. Montalvo (eds.). La diversidad biológica Española. Ed. Pearson Educación. Madrid, España. 14: 175-195.

- SEMARNAT. 2010. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Atlas geográfico del medio ambiente y recursos naturales. México.
- Sutton, A. 2000. El Desierto Chihuahuense, nuestro desierto. Fondo Mundial para la Naturaleza. [URL:http://www.pronatura.org](http://www.pronatura.org).
- Treviño, C.J. 2004. Ecología de los matorrales rosetófilos de México: patrones geográficos y ecofisiológicos de las comunidades de *Dasyllirion*. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México. 164 p.
- Valdes, J. y H. Flores. 1988. Diversidad florística de las halófilas y gipsófitas en México. Simposio sobre Diversidad Biológica de México, Oaxtepec, Morelos, México, pp. 33-34.
- Villarreal, J. A. y J. Valdés. 1992-93. Vegetación de Coahuila, México. Revista de Manejo de Pastizales 6 (1,2):9-18.
- Villarreal, J. A., -Hernández, Jenry A., Estrada-Castillón, Eduardo., Ramírez-Rodríguez, Homero., Martínez-Amador, Silvia J. 2017 El elemento endémico de la flora vascular del Desierto Chihuahuense. Acta Botánica Mexicana. 118: 65-96. DOI: <http://dx.doi.org/10.21829/abm118>. 2017.1201.
- Villarreal, J. A., Mares, O.A., Cornejo, O.E. y Capó, A.M. 2009. Estudio florístico de los piñonares de *Pinus pinceana* Gordon. Acta Botánica Mexicana 89:87-124.
- Villarreal, J.A. 2001. Listados florísticos de México. XXIII Flora de Coahuila. UNAM, Instituto de Biología. 137 p.
- Villarreal, J.A. y Encina, D.J. 2005. Plantas vasculares endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes, México. Acta Botánica Mexicana 70:1-46.

- Villaseñor, J. L. 1991. Las Heliantheae endémicas a México: una guía hacia la conservación. *Acta Botanica Mexicana* 15: 29-46.
- Villaseñor, J.L. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia* 28(3):160-167.
- Whittaker R.H. 1972. *Communities and Ecosystems*. 5a impresión. McMillan Company. New York. U.S.A.
- Wilson, A.D., D.J. Tongway, R.D. Graetz and M. D. Young. 1984. Range inventory and monitoring. In: Harrington, G. N., A. D. Wilson and M. D. Young (eds.). *Management of Australia's Rangelands*. Division of Wildlife and Rangelands Research CSIRO. East Melbourne, Victoria. Australia. 113-127 p.



## IX. APÉNDICE

### Apéndice 1. Listado florístico de las asociaciones del Matorral Xerófilo en el sur del Desierto Chihuahuense

<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Especie</b>	<b>Autor</b>
Acanthaceae	<i>Carlowrightia</i>	<i>serpyllifolia</i>	A.Gray
Amaranthaceae	<i>Atriplex</i>	<i>acanthocarpa</i>	(Torr.) S.Watson
	<i>Atriplex</i>	<i>canescens</i>	(Pursh) Nutt.
	<i>Atriplex</i>	<i>obovata</i>	Moq.
Anacardiaceae	<i>Bonetiella</i>	<i>anomala</i>	(I.M.Johnst.) Rzed.
Asparagaceae	<i>Agave</i>	<i>lechuguilla</i>	Torr.
	<i>Agave</i>	<i>scabra</i>	Ortega
	<i>Agave</i>	<i>striata</i>	Zucc.
	<i>Dasyllirion</i>	<i>cedrosanum</i>	Trel.
	<i>Yucca</i>	<i>carnerosana</i>	(Trel.) McKelvey
	<i>Yucca</i>	<i>filifera</i>	Chabaud
	<i>Yucca</i>	<i>rigida</i>	(Engelm.) Trel.
Asteraceae	<i>Yucca</i>	<i>treculeana</i>	Carrière
	<i>Gymnosperma</i>	<i>glutinosum</i>	(Spreng.)Less
	<i>Flourensia</i>	<i>cernua</i>	DC.
	<i>Gochnatia</i>	<i>hypoleuca</i>	(DC.) A. Gray
	<i>Parthenium</i>	<i>argentatum</i>	A. Gray
	<i>Parthenium</i>	<i>incanum</i>	Kunth
	<i>Trixis</i>	<i>californica</i>	Kellogg
	<i>Viguiera</i>	<i>greggii</i>	(A. Gray) S.F. Blake
Boraginaceae	<i>Viguiera</i>	<i>stenoloba</i>	S.F. Blake
	<i>Cordia</i>	<i>parvifolia</i>	A.DC.
Boraginaceae	<i>Tiquilia</i>	<i>greggii</i>	(Torr. & A. Gray) A.T. Richardson
Boraginaceae	<i>Heliotropium</i>	<i>torreyi</i>	I.M. Johnst.
Bromeliaceae	<i>Hechtia</i>	<i>texensis</i>	S.Watson

<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Especie</b>	<b>Autor</b>
Cactaceae	<i>Astrophytum</i>	<i>coahuilense</i>	(H. Moeller) Kaufer
	<i>Coryphantha</i>	<i>durangensis</i>	(Ruenge ex Schum.) Britton & Rose
	<i>Coryphantha</i>	<i>macromeris</i>	(Engelm.) Britton & Rose
	<i>Coryphantha</i>	<i>poselgeriana</i>	(D.Dietr.) Britton & Rose
	<i>Cylindropuntia</i>	<i>imbricata</i>	(Haw.) F.M.Knuth
	<i>Cylindropuntia</i>	<i>leptocaulis</i>	(DC.) F.M.Knuth
	<i>Echinocactus</i>	<i>horizonthalonius</i>	Lem.
	<i>Echinocereus</i>	<i>parkeri</i>	N.P.Taylor
	<i>Echinocereus</i>	<i>pectinatus</i>	(Scheidw.) Engelm.
	<i>Echinocereus</i>	<i>rigidissimus</i>	(Engelm.) F.Haage
	<i>Echinocereus</i>	<i>stramineus</i>	(Engelm.) F.Seitz
	<i>Ferocactus</i>	<i>hamatacanthus</i>	(Muehlenpf.) Britton & Rose
	<i>Ferocactus</i>	<i>pilosus</i>	(Galeotti ex Salm-Dyck) Werderm.
	<i>Leuchtenbergia</i>	<i>principis</i>	Hook.
	<i>Lophophora</i>	<i>williamsii</i>	(Lem. ex Salm-Dyck) J.M. Coult.
	<i>Mammillaria</i>	<i>chionocephala</i>	J.A. Purpus
	<i>Mammillaria</i>	<i>heyderi</i>	Muehlenpf.
	<i>Mammillaria</i>	<i>lasiacantha</i>	Engelm.
	<i>Mammillaria</i>	<i>pottsii</i>	Scheer ex Salm-Dyck
	<i>Neolloydia</i>	<i>conoidea</i>	(DC.) Britton & Rose
	<i>Opuntia</i>	<i>engelmannii</i>	Salm-Dyck ex Engelm.
	<i>Opuntia</i>	<i>leucotricha</i>	DC.
	<i>Opuntia</i>	<i>macrocentra</i>	Engelm.
	<i>Opuntia</i>	<i>microdasys</i>	(Lehm.) Pfeiff.
	<i>Opuntia</i>	<i>phaeacantha</i>	Engelm.
	<i>Opuntia</i>	<i>rastrera</i>	F.A.C. Weber
	<i>Opuntia</i>	<i>rufida</i>	Engelm.
	<i>Thelocactus</i>	<i>hexaedrophorus</i>	(Lem.) Britton & Rose
	<i>Cylindropuntia</i>	<i>kleiniae</i>	(DC.) F.M.Knuth
	<i>Cylindropuntia</i>	<i>tunicata</i>	(Lehm.) F.M.Knuth
<i>Peniocereus</i>	<i>greggii</i>	(Engelm.) Britton & Rose	
Cannabaceae	<i>Celtis</i>	<i>pallida</i>	Torr.

<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Especie</b>	<b>Autor</b>
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>antisyphilitica</i>	Zucc.
	<i>Jatropha</i>	<i>dioica</i>	Sessé
Fabaceae	<i>Prosopis</i>	<i>glandulosa</i>	Torr.
	<i>Acacia</i>	<i>berlandieri</i>	Benth.
	<i>Acacia</i>	<i>constricta</i>	Benth.
	<i>Acacia</i>	<i>glandulifera</i>	S. Watson
	<i>Mimosa</i>	<i>zygophylla</i>	Benth.
	<i>Senna</i>	<i>wislizeni</i>	A. Gray
	<i>Dalea</i>	<i>bicolor</i>	Willd.
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria</i>	<i>splendens</i>	Engelm.
Koeberliniaceae	<i>Koeberlinia</i>	<i>spinosa</i>	Zucc.
Krameriaceae	<i>Krameria</i>	<i>erecta</i>	Willd. ex Schult.
Oleaceae	<i>Forestiera</i>	<i>angustifolia</i>	Torr.
Rhamnaceae	<i>Ziziphus</i>	<i>obtusifolia</i>	(Hook. ex Torr. & A. Gray) A. Gray
Scrophulariaceae	<i>Buddleja</i>	<i>marrubiifolia</i>	Benth.
	<i>Buddleja</i>	<i>scordioides</i>	Kunth
	<i>Leucophyllum</i>	<i>candidum</i>	I.M. Johnst.
	<i>Leucophyllum</i>	<i>minus</i>	A. Gray
Simaroubaceae	<i>Castela</i>	<i>erecta</i>	Turpin
Solanaceae	<i>Lycium</i>	<i>berlandieri</i>	Dunal
	<i>Lycium</i>	<i>leiospermum</i>	I.M. Johnst.
Verbenaceae	<i>Aloysia</i>	<i>gratissima</i>	(Gillies & Hook.) Tronc
	<i>Aloysia</i>	<i>wrightii</i>	A.Heller
	<i>Citharexylum</i>	<i>brachyanthum</i>	(A.Gray ex Hemsl.) A.Gray
Zygophyllaceae	<i>Larrea</i>	<i>tridentata</i>	(Sessé & Moc. ex DC.) Coville

**Apéndice 2. Atributos estructurales del estrato Arbóreo Arbustivo y Herbáceo de las asociaciones del Matorral Xerófilo**

**Matorral Desértico Micrófilo *Larrea tridentata*-*Flourensia cernua***

ESTRATO ARBÓREO							
Especies	Diam. Medio. (cm)	Altura Media (m)	Densidad (ind ha-1)	Dens. Rel. (%)	Dom. Rel. (%)	Frec. Rel. (%)	Vir. (%)
<i>Yucca filifera</i>	31.735	5.394	54	70.000	53.697	36.842	53.513
<i>Prosopis glandulosa</i>	22.600	3.492	23	30.000	46.303	63.158	46.487
<b>TOTAL</b>	<b>27.167</b>	<b>4.443</b>	<b>78</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>

ESTRATO ARBUSTIVO						
Especies	Altura Media (m)	Densidad (ind ha-1)	Dens. Rel. (%)	Dom. Rel. (%)	Frec. Rel. (%)	Vir. (%)
<i>Larrea tridentata</i>	1.396	1,408	21.304	40.640	8.590	23.511
<i>Parthenium incanum</i>	0.671	959	14.512	5.937	6.795	9.081
<i>Flourensia cernua</i>	1.268	539	8.160	8.752	4.487	7.133
<i>Jatropha dioica</i>	0.544	551	8.334	1.759	3.333	4.476
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	0.845	251	3.798	1.139	3.077	2.671
<i>Fouquieria splendens</i>	2.418	55	0.829	3.424	3.333	2.529
<i>Lophophora williamsii</i>	0.020	20	0.299	0.002	0.256	0.186
<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	0.254	13	0.199	0.013	1.795	0.669
<i>Mammillaria pottsii</i>	0.102	13	0.191	0.004	0.769	0.321
<i>Echinomastus mariposensis</i>	0.100	1	0.008	0.000	0.128	0.046
<i>Echinocactus horizionthalonius</i>	0.040	1	0.008	0.000	0.128	0.046
<i>Neolloydia conoidea</i>	0.050	1	0.008	0.000	0.128	0.046
<i>Coryphantha poselgeriana</i>	0.050	1	0.008	0.000	0.128	0.046
<b>Otras especies (80)</b>	<b>0.771</b>	<b>6,608</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>

ESTRATO HERBÁCEO						
Especies	Altura Media (m)	Densidad (ind ha-1)	Dens. Rel. (%)	Dom. Rel. (%)	Frec. Rel. (%)	Vir. (%)
<i>Dasyochloa pulchella</i>	0.068	56,296	34.565	9.336	12.925	18.942
<i>Iva dealbata</i>	0.660	9,537	5.856	26.008	8.163	13.342
<i>Bouteloua ramosa</i>	0.256	9,167	5.628	4.309	6.122	5.353
<i>Leptochloa dubia</i>	0.400	93	0.057	0.069	0.680	0.269
<i>Barroetia subuligera</i>	0.200	93	0.057	0.017	0.680	0.251
<b>Otras especies (31)</b>	<b>113.250</b>	<b>162,870</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>

### Matorral Desértico Rosetófilo *Agave lechuguilla*-*Jatropha dioica*

ESTRATO ARBÓREO							
Especies	Diam. Medio. (cm)	Altura Media (m)	Densidad (ind ha-1)	Dens. Rel. (%)	Dom. Rel. (%)	Frec. Rel. (%)	Vir. (%)
<i>Yucca carnerosana</i>	32.625	3.838	35	63.636	15.184	50.000	42.940
<i>Prosopis glandulosa</i>	19.000	4.000	10	18.182	59.112	25.000	34.098
<i>Bonetiella anomala</i>	6.500	5.050	10	18.182	25.704	25.000	22.962
<b>TOTAL</b>	<b>19.375</b>	<b>4.296</b>	<b>55</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>

ESTRATO ARBUSTIVO						
Especies	Altura Media (m)	Densidad (ind ha-1)	Dens. Rel. (%)	Dom. Rel. (%)	Frec. Rel. (%)	Vir. (%)
<i>Agave lechuguilla</i>	0.595	7,759	49.536	23.274	6.763	26.524
<i>Jatropha dioica</i>	0.618	1,648	10.522	5.421	5.556	7.166
<i>Larrea tridentata</i>	1.271	527	3.363	12.313	4.831	6.835
<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	0.666	1,620	10.343	5.140	4.831	6.771
<i>Fouquieria splendens</i>	1.935	96	0.613	5.996	3.623	3.411
<i>Agave scabra</i>	0.588	895	5.712	4.725	2.657	4.365
<i>Yucca carnerosana</i>	2.110	60	0.383	1.080	0.725	0.729
<i>Coryphantha durangensis</i>	0.145	128	0.817	0.089	2.415	1.107
<i>Mammillaria chionocephala</i>	0.107	23	0.145	0.005	0.725	0.291
<i>Coryphantha poselgeriana</i>	0.110	1	0.009	0.000	0.242	0.083
<i>Thelocactus bicolor</i>	0.160	1	0.009	0.000	0.242	0.083
<i>Coryphantha delicata</i>	0.050	1	0.009	0.000	0.242	0.083
<b>Otras especies (72)</b>	<b>0.870</b>	<b>15,663</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>

ESTRATO HERBÁCEO						
Especies	Altura Media (m)	Densidad (ind ha-1)	Dens. Rel. (%)	Dom. Rel. (%)	Frec. Rel. (%)	Vir. (%)
<i>Bouteloua ramosa</i>	0.449	14,667	13.518	27.199	20.896	20.537
<i>Dasyochloa pulchella</i>	0.053	29,500	27.189	3.167	10.448	13.601
<i>Bouteloua curtipendula</i>	0.418	9,167	8.449	16.830	7.463	10.914
<i>Senna demissa</i>	0.310	167	0.154	0.206	1.493	0.617
<i>Machaeranthera pinnatifida</i>	0.300	167	0.154	0.082	1.493	0.576
<i>Notholaena aschenborniana</i>	0.220	167	0.154	0.063	1.493	0.570
<i>Notholaena standleyi</i>	0.120	167	0.154	0.048	1.493	0.565
<b>Otras especies (19)</b>	<b>0.324</b>	<b>108,500</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>

### Matorral Halófilo de *Atriplex acanthocarpa*-*Lycium leiospermum*

ESTRATO ARBÓREO							
Especies	Diam. Medio. (cm)	Altura Media (m)	Densidad (ind ha-1)	Dens. Rel. (%)	Dom. Rel. (%)	Frec. Rel. (%)	Vir. (%)
<i>Prosopis glandulosa</i>	18.906	3.900	585	100.000	100.000	100.000	100.000
<b>TOTAL</b>	<b>18.906</b>	<b>3.900</b>	<b>585</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>

ESTRATO ARBUSTIVO						
Especies	Altura Media (m)	Densidad (ind ha-1)	Dens. Rel. (%)	Dom. Rel. (%)	Frec. Rel. (%)	Vir. (%)
<i>Atriplex acanthocarpa</i>	0.666	3,893	33.540	31.538	13.750	26.276
<i>Lycium leiospermum</i>	0.436	4,832	41.626	13.895	15.000	23.507
<i>Atriplex obovata</i>	0.573	1,649	14.209	13.123	9.375	12.235
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	0.647	15	0.126	0.412	5.625	2.055
<i>Koeberlinia spinosa</i>	1.463	36	0.310	1.629	1.250	1.063
<i>Thelocactus hexaedroforus</i>	0.090	7	0.057	0.002	0.625	0.228
<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	0.145	3	0.023	0.002	1.250	0.425
<i>Echinocactus texensis</i>	0.100	1	0.011	0.001	0.625	0.212
<i>Mammillaria heyderi</i>	0.030	1	0.011	0.000	0.625	0.212
<b>Otras especies (18)</b>	<b>0.725</b>	<b>11,608</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>

ESTRATO HERBÁCEO						
Especies	Altura Media (m)	Densidad (ind ha-1)	Dens. Rel. (%)	Dom. Rel. (%)	Frec. Rel. (%)	Vir. (%)
<i>Cyclostachya stolonifera</i>	0.078	78,409	42.751	6.414	11.111	20.092
<i>Acourtia nana</i>	0.160	40,682	22.181	2.911	25.000	16.697
<i>Hilaria mutica</i>	0.525	15,455	8.426	22.628	11.111	14.055
<i>Setaria leucopila</i>	0.450	455	0.248	0.648	2.778	1.225
<b>Otras especies (9)</b>	<b>0.285</b>	<b>183,409</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>

### Apéndice 3. Coordenadas geográficas de sitios de muestreo

#### Matorral Desértico Rosetófilo *Agave lechuguilla-Jatropha dioica*

Sitio	*Coordenadas	
	X	Y
27	708680	2768022
28	711585	2765362
29	714599	2762667
30	717491	2760082
31	720524	2757371
32	723501	2754710
33	726442	2752081
34	729419	2749420
35	732368	2746783
36	735344	2744123
37	738376	2741414
39	739712	2739235

#### Matorral Halófilo de *Atriplex acanthocarpa-Lycium leiospermum*

Sitio	*Coordenadas	
	X	Y
3	672376	2813088
6	676839	2808689
7	676173	2807716
8	678466	2804605
9	680093	2802398
10	682735	2798813
11	685269	2795375
14	686876	2789935
15	687069	2788462
19	690981	2783843
20	695440	2779951
25	707217	2770450

**Matorral Desértico Micrófilo *Larrea tridentata*-*Flourensia cernua***

Sitio	*Coordenadas	
	X	Y
1	670677	2816508
2	671904	2815869
4	672426	2810089
5	675245	2808557
12	686488	2792899
13	686714	2791173
16	687156	2787961
17	688339	2786688
18	689343	2785606
21	697094	2778760
22	700337	2776423
23	703513	2774135
24	706577	2771512
26	707474	2770024
38	739842	2740102
40	741609	2738524

\*Coordenadas UTM WGS 84 Zona 13